



IDfriches

Auvergne-Rhône-Alpes

Optimiser la gestion des ressources minérales issues de la réhabilitation des friches

Guide pratique à l'usage des maîtres d'ouvrage



Une initiative de la Région Auvergne-Rhône-Alpes | Aménagement



Optimiser la gestion des ressources minérales issues de la réhabilitation des friches

Guide pratique à l'usage des maîtres d'ouvrage - Octobre 2021

Mise en page : Bérengère Roure

Crédits photo : couverture : Adobestock, Gautier Willaume - p. 14 : NA Architecture - p. 15 : CRR Architecture; Région Auvergne-Rhône-Alpes - p. 16 : LafargeHolcim - p. 14, 15, 16, 17, 18, 24, 31, 37, 52 : CEREMA - p.43 : Terra, Arnaud Bouissou - p.48 : Adobestoc, Karl Joaquin - p. 57 : INDURA

Remerciements

Ce guide a été élaboré dans le cadre d'IDfriches, une action initiée par la région Auvergne-Rhône-Alpes, soutenue par les fonds européens FEDER, et animée par trois réseaux partenaires : le cluster régional INDURA, le pôle de compétitivité AXELERA et le centre d'échanges et de ressources foncières (CERF).

Ce document consacré à l'optimisation de la gestion des ressources minérales issues de la réhabilitation des friches, est le fruit d'un travail de groupe coordonné par Charlotte Martinez (INDURA), rédigé par Agathe Denot (CEREMA) et Aymeric Perrin (CEREMA), et élaboré dans le cadre d'un groupe de travail rassemblant les contributions de :

- Sylvain Batigne – EPORA
- Jacques Blache – CEREMA
- Olivier Bossi – SUEZ
- Éric Bureau – VICAT
- Christine Ceas – LAFARGE HOLCIM
- Quentin Chellat-Gabolde – SERFIM
- Coraline Christin – EIFFAGE
- Sylvain Dillenseger – CHEVAL TP
- Laurent Eisenlohr – CEREMA
- Stéphane Faré – NEO-ECO
- Raphaël Gas – SERFIM
- Patricia Gentil – EPFL Dauphiné
- Thibaud Labussière – VICAT
- Come Molin – Saint-Etienne Métropole
- Ariane Proy – NEO-ECO
- Marc Sarton – NEO-ECO
- Ivan Serclerat – LAFARGE HOLCIM
- Fabienne Soulier – EPORA

Réalisé en collaboration avec le CEREMA et les partenaires de l'action régionale IDfriches



Table des matières

Introduction.....	5
I - Le cadre réglementaire de l'économie circulaire.....	7
Principes de la loi de transition énergétique relatifs au BTP.....	7
Principes de la loi AGEC relatifs aux ressources minérales de la friche.....	8
Principes du code de l'environnement relatifs aux producteurs de déchets.....	8
II - Les responsabilités du maître d'ouvrage.....	10
Initiateur d'une démarche d'économie circulaire.....	10
Producteur des déchets issus des travaux de réhabilitation.....	10
Démarches de gestion des ressources minérales.....	10
Pratiques expérimentales.....	13
III - Les ressources minérales de la friche.....	13
Présentation des ressources minérales.....	13
Exemples d'utilisation des ressources minérales.....	13
ANNEXE A : Ressources minérales étudiées.....	17
« Le béton ».....	18
« L'enrobé bitumineux ».....	24
« Les terres excavées ».....	31
« Les laines minérales ».....	38
« Le verre plat ».....	43
« Le plâtre ».....	48
« La terre cuite ».....	52
ANNEXE B : Références des fiches opérationnelles	57

Introduction

Les friches sont des terrains laissés à l'abandon qui sont généralement d'anciens supports d'activités économiques (industrielles, ferroviaires, militaires, etc.) occupés par des bâtiments devenus vacants. Leur emplacement, souvent situé en zone urbaine ou péri-urbaine, en fait des zones à fort enjeu d'aménagement foncier. La réhabilitation des friches permet de maîtriser l'étalement urbain tout en garantissant la reconquête environnementale des sites, permettant ainsi de répondre aux politiques d'aménagement du territoire et de gestion de l'espace foncier.

Les travaux de réhabilitation des friches génèrent de grandes quantités de matériaux. Ces matériaux sont principalement de nature minérale (terres, cailloux, béton, etc.) et constituent une ressource qui peut être valorisée sous forme de réemploi, de réutilisation ou de recyclage.

Définition des principaux termes utilisés dans le guide :

Les **ressources minérales** de la friche représentent les matériaux ou les produits minéraux non dangereux, qui proviennent de la déconstruction des bâtiments, ouvrages et infrastructures présents sur l'emprise de la friche.

Les ressources minérales prennent le **statut de déchet** lorsque le détenteur s'en sépare, les évacue du site pour les réutiliser, les recycler ou les éliminer.

Le **réemploi** se définit comme toute opération par laquelle les ressources minérales de la friche sont utilisées de nouveau pour le réaménagement du site. Ces matières minérales peuvent subir ou non un traitement préalable à leur utilisation.

La **réutilisation** se définit comme l'utilisation des ressources minérales de la friche, devenues des déchets, sur un autre lieu que celui de leur production. Les possibilités de réutilisation sont identiques à celles du réemploi sur le même site. Ces matières minérales peuvent subir ou non un traitement préalable à leur utilisation.

Le **recyclage** se définit comme toute opération par laquelle les ressources minérales de la friche, devenues des déchets, sont retraitées en substance, matières ou produits aux fins de leur fonction initiale ou à d'autres fins.

Quels sont les objectifs de ce guide ?

Lorsqu'un porteur de projet souhaite réhabiliter une friche, le premier réflexe est souvent de rendre le terrain nu, sans prendre en compte l'opportunité d'utilisation des ressources minérales issues des travaux de déconstruction, qu'il a la possibilité d'utiliser pour le réaménagement du site ou d'autres sites situés à proximité. Au-delà de l'intérêt de contribuer à la préservation des ressources, cette approche contribue au développement de l'économie circulaire dans le BTP et peut réduire les coûts de la réhabilitation en donnant une valeur marchande aux ressources minérales générées par les travaux.

À qui s'adresse le guide ?

Ce guide est rédigé à destination des porteurs de projets, en particulier des maîtres d'ouvrage, afin de leur apporter des éléments de méthodes opérationnels pour faire évoluer les pratiques de réhabilitation des friches en développant les principes de l'économie circulaire.

Quelles sont les ressources minérales concernées par ce guide ?

Le document décrit les filières existantes de valorisation relatives aux ressources minérales générées lors des travaux de réhabilitation d'une friche. Il prend en compte uniquement les matériaux ne présentant pas de caractère dangereux. Ainsi, sont exclus les déchets contenant de l'amiante, des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) et les terres polluées.

Comment est structuré ce guide ?

Le document est structuré autour de trois parties et de sept fiches opérationnelles présentées en annexe :

I - Le cadre réglementaire de l'économie circulaire

Une description du contexte réglementaire et législatif régissant l'économie circulaire dans le BTP.

II - Les responsabilités du maître d'ouvrage

Une synthèse des obligations en matière de gestion des déchets et des démarches à suivre pour optimiser la gestion des ressources minérales.

III - Les ressources minérales de la friche

Une présentation de la nature des ressources minérales étudiées dans le guide, ainsi que des retours d'expérience sur leur utilisation.

I – Le cadre réglementaire de l'économie circulaire

Principes de la loi de transition énergétique relatifs au BTP

La Loi de Transition Énergétique pour la Croissance Verte du 17 août 2015 (loi LTECV) définit l'économie circulaire. « La transition vers une économie circulaire vise à dépasser le modèle économique linéaire consistant à extraire, fabriquer, consommer et jeter en appelant à une consommation sobre et responsable des ressources naturelles et des matières premières primaires ainsi que, par ordre de priorité, à la prévention de la production de déchets, notamment par le réemploi des produits, et, suivant la hiérarchie des modes de traitement des déchets, à une réutilisation, à un recyclage ou, à défaut, à une valorisation des déchets ». Des objectifs nationaux ambitieux ont été inscrits dans la réglementation, notamment la valorisation sous forme matière de 70% en poids des déchets non dangereux du BTP.

Le Plan Régional de Prévention et Gestion des Déchets (PRPGD) de la région Auvergne-Rhône-Alpes décline les objectifs nationaux en fixant des objectifs pour les matériaux et déchets inertes du BTP de la région. Ainsi, en 2031, le réemploi devrait représenter 9 millions de tonnes, correspondant à 33% du gisement de déchets inertes. La réutilisation et le recyclage devraient quant à eux atteindre 7,4 millions de tonnes, soit près de 42% du gisement de déchets inertes.

L'utilisation de matériaux de réemploi ou issus de ressources renouvelables doit être la solution privilégiée par le maître d'ouvrage. Les différents usages possibles des ressources minérales issues des travaux doit suivre la hiérarchisation des modes de traitement décrite ci-dessous :

- 1 – Le réemploi, qui consiste à trouver un usage sur le même site aux matériaux générés lors des travaux de déconstruction, avec ou sans opération de traitement préalable
- 2 – La réutilisation, qui est l'utilisation des déchets du chantier en tant que matériaux sur un autre chantier, avec ou sans opération de traitement préalable
- 3 – Le recyclage, par exemple l'évacuation des déchets dans une installation de recyclage pour élaborer un matériau de construction alternatif
- 4 – Les autres formes de valorisation possibles, par exemple le remblayage de carrières pour les déchets inertes

En dernier lieu, si aucune valorisation n'est possible, le maître d'ouvrage s'extraira de la démarche d'économie circulaire pour évacuer les déchets vers des filières d'élimination, telles que les installations de stockage.

Principes de la loi AGEC relatifs aux ressources minérales de la friche

La loi Anti Gaspillage et Économie Circulaire du 10 février 2020 (loi AGEC) précise certains dispositifs d'économie circulaire dans le secteur du bâtiment. Notamment, un diagnostic des Produits, Matériaux et Déchets (PMD) issus des travaux du bâtiment doit être réalisé par le maître d'ouvrage.

Ce diagnostic est un outil permettant au maître d'ouvrage de connaître, en amont du projet de démolition ou de réhabilitation significative de bâtiment, les matériaux et déchets générés par le chantier, ainsi que leurs possibilités de réemploi et valorisation. Il est demandé au maître d'ouvrage de dresser un formulaire de récolement à l'issue des travaux de déconstruction. Les décrets d'application précisant les modalités de ce diagnostic ne sont pas encore publiés au moment de l'édition de ce guide.

Le réemploi, la réutilisation et la valorisation nécessitent de trier les matériaux et les déchets sur le chantier. Depuis juillet 2016, la réglementation demande qu'un tri à la source soit mis en place pour certains déchets de chantier. La loi AGEC vient compléter ce dispositif avec d'autres types de déchet. Dans le cadre de ce document, le tri à la source concerne les déchets de plâtre, de verre et les fractions minérales.

La loi AGEC introduit une nouvelle filière de Responsabilité Élargie du Producteur (REP) concernant les déchets du bâtiment, qui devrait entrer en vigueur à compter du 1^{er} janvier 2022. Les entreprises concernées pourront alors remettre gratuitement les déchets de chantier collectés séparément à un éco-organisme qui se chargera de leur gestion.

Principes du code de l'environnement relatifs aux producteurs de déchets

Le producteur de déchets est entendu comme la personne qui en est à l'origine, soit par son activité, soit par les opérations de traitement conduisant à changer la nature ou la composition des déchets.

La responsabilité du producteur de déchets commence dès la production des déchets et s'étend jusqu'à leur élimination ou valorisation finale. Sa responsabilité ne cesse pas au moment où il remet les déchets à un tiers, et elle reste engagée solidairement à celles des tiers qui les prennent en charge.

Le producteur de déchets doit renseigner et conserver les informations relatives au circuit de traitement des déchets.

Il est dans l'obligation de s'assurer que :

- Les tiers (transporteurs, installations intermédiaires ou finales) sont autorisés à prendre en charge les déchets qu'il détient
- Les déchets sont caractérisés et dirigés dans les filières autorisées à les accepter
- Un registre chronologique de suivi des déchets sortants du chantier est renseigné par ses soins (cf. Encart 1 : Le registre de suivi des déchets)
- Un document préalable est transmis par ses soins aux installations de recyclage, de collecte, ou de stockage de déchets inertes (cf. Encart 2 : Le document préalable)
- Les devis rédigés par les entreprises précisent les coûts associés aux modalités d'enlèvement et de gestion des déchets et aux installations dans lesquelles les déchets sont déposés
- Le centre de collecte des déchets délivre, à titre gracieux, un bordereau de dépôt des déchets

Encart 1 : Le registre de suivi des déchets

Arrêté du 29 février 2012 fixant le contenu des registres mentionnés aux articles R. 541-43 et R. 541-46 du code de l'environnement.

Article 2

Les exploitants des établissements produisant ou expédiant des déchets tiennent à jour un registre chronologique où sont consignés tous les déchets sortants.

Le registre des déchets sortants contient au moins, pour chaque flux de déchets sortants, les informations suivantes :

- la date de l'expédition du déchet
- la nature du déchet sortant (code du déchet au regard de la nomenclature définie à l'annexe II de l'article R. 541-8 du code de l'environnement)
- la quantité du déchet sortant
- le nom et l'adresse de l'installation vers laquelle le déchet est expédié
- le nom et l'adresse du ou des transporteurs qui prennent en charge le déchet, ainsi que leur numéro de récépissé mentionné à l'article R. 541-53 du code de l'environnement
- le cas échéant, le numéro du ou des bordereaux de suivi de déchets
- le cas échéant, le numéro du document prévu à l'annexe VII du règlement susvisé
- le code du traitement qui va être opéré dans l'installation vers laquelle le déchet est expédié, selon les annexes I et II de la directive susvisée
- la qualification du traitement final vis-à-vis de la hiérarchie des modes de traitement définie à l'article L. 541-1 du code de l'environnement

Encart 2 : Le document préalable

Arrêté du 12 décembre 2014 relatif aux conditions d'admission des déchets inertes dans les installations relevant des rubriques 2515, 2516, 2517 et dans les installations de stockage de déchets inertes relevant de la rubrique 2760 de la nomenclature des installations classées.

Article 5

Avant la livraison ou au moment de celle-ci, ou lors de la première d'une série de livraisons d'un même type de déchets, l'exploitant demande au producteur des déchets un document préalable indiquant :

- le nom et les coordonnées du producteur des déchets et, le cas échéant, son numéro SIRET
- le nom et les coordonnées des éventuels intermédiaires et, le cas échéant, leur numéro SIRET
- le nom et les coordonnées du ou des transporteurs et, le cas échéant, leur numéro SIRET
- l'origine des déchets
- le libellé ainsi que le code à six chiffres des déchets, en référence à la liste des déchets figurant à l'annexe II de l'article R. 541-8 du code de l'environnement
- la quantité de déchets concernée en tonnes

Le cas échéant, sont annexés à ce document les résultats de l'acceptation préalable mentionnée à l'article 3. Ce document est signé par le producteur des déchets et les différents intermédiaires, le cas échéant.

La durée de validité du document précité est d'un an au maximum. Un exemplaire original de ce document est conservé par l'exploitant pendant au moins trois ans et est tenu à la disposition de l'inspection des installations classées. Lorsqu'elles existent, les copies des annexes sont conservées pendant la même période.

II – Les responsabilités du maître d’ouvrage

Initiateur d’une démarche d’économie circulaire

Le maître d’ouvrage est le premier acteur de la mise en place d’un modèle d’économie circulaire lors de la réhabilitation d’une friche. En amont du projet, il doit pouvoir identifier, qualifier et quantifier les ressources minérales qui seront disponibles au cours du chantier. Il doit également identifier leurs domaines de réemploi, scénariser leurs utilisations éventuelles et prévoir la gestion des déchets minéraux générés.

Cette approche lui permettra d’inscrire son projet dans une démarche d’économie circulaire et de l’optimiser sur le plan économique autour d’une analyse coûts / avantages.

Le maître d’ouvrage peut demander aux entreprises d’établir un Schéma d’Organisation et de GEstion des Déchets (SOGED) avant le démarrage des travaux. Fortement recommandé, ce document décrit les dispositions prises pour assurer la gestion des déchets, et sert de référence à tous les intervenants du chantier.

Producteur des déchets issus des travaux de réhabilitation

En tant que producteur de déchets, le maître d’ouvrage doit répondre à la réglementation du code de l’environnement. Il doit notamment remplir un registre chronologique des déchets et, le cas échéant, un document préalable, avant d’orienter les déchets vers des installations habilitées à les recevoir.

Le maître d’ouvrage est tenu d’assurer ou de faire assurer la gestion des déchets conformément à la réglementation. Il en est responsable jusqu’à leur élimination ou valorisation finale, même lorsque les déchets sont transférés à des fins de traitement à un tiers.

Si le maître d’ouvrage transfère tout ou partie de ses obligations en matière de gestion des déchets, il pourra être tenu comme responsable par l’administration en cas de non-respect des lois et règlements relatifs aux déchets.

Pour assurer la traçabilité des déchets de son chantier, le maître d’ouvrage peut établir un bordereau de suivi des déchets. Ce document devra être renseigné par le maître d’ouvrage, ainsi que par tous les détenteurs intermédiaires (transporteurs, exploitants d’installations de stockage etc.) et par l’exploitant de l’installation de traitement finale, avant de lui être retourné.

Démarches de gestion des ressources minérales

Le tableau suivant récapitule les démarches du maître d’ouvrage pour optimiser la gestion et la valorisation des ressources minérales générées lors des travaux de réhabilitation d’une friche.

DÉMARCHES	QUAND	ACTIONS
Fédérer les acteurs de la déconstruction et du réaménagement	Le plus en amont possible et jusqu'à la fin de la déconstruction	<ul style="list-style-type: none"> • Identifier et rassembler les différents acteurs autour du projet de réaménagement de la friche • Sensibiliser à la démarche de gestion des déchets pour en faire des ressources minérales
Réaliser un diagnostic Produits – Matériaux – Déchets (PMD)	Avant le dépôt des demandes d'autorisation d'urbanisme et avant l'acceptation des devis ou la passation des marchés de déconstruction	<ul style="list-style-type: none"> • Établir un inventaire détaillé, quantifié et localisé des ressources minérales de la friche • Identifier les opportunités de réemploi des matériaux sur le site, soit en l'état pour un même usage soit pour un usage détourné, ou suite à une opération de prétraitement (préparation du matériau, comme par exemple, le nettoyage, la réparation superficielle, le concassage) • Identifier les filières de gestion autorisées hors site <p>Le diagnostic tiendra compte de l'historique du site, des documents liés aux activités, aux constructions et aux équipements qui se sont succédés</p> <p>Le diagnostic PMD ne se substitue pas aux diagnostics obligatoires sur l'amiante, le plomb et les sites et sols pollués</p> <p>Le diagnostic pourra être étendu à l'ensemble de la friche, en prenant en compte les différents aménagements et équipements du site</p>
Intégrer et communiquer	Suite au diagnostic	<ul style="list-style-type: none"> • Choisir les matériaux à réemployer en fonction du projet et prévoir leurs conditions de réemploi (études qualitatives, prétraitements éventuels, modalités de stockage, d'assurance...) • Identifier les possibilités de réutilisation des ressources minérales sur d'autres chantiers à proximité de la friche • Contacter d'autres acteurs pouvant être intéressés par les matériaux générés (maîtres d'ouvrage, entreprises spécialisées dans le réemploi, entreprises de l'économie sociale et solidaire). <p>La réalisation de fiches regroupant par type de matériau toutes les informations connues peut faciliter les échanges avec les différents acteurs. Pour que l'opération soit économiquement rentable, la déconstruction sélective de certains éléments du site doit se faire en connaissant au préalable l'usage envisagé des éléments</p>



Organiser	Après avoir identifié les possibilités de réemploi et de réutilisation	<ul style="list-style-type: none">• Identifier et réserver une zone permettant de stocker et traiter les matériaux au cours du chantier de déconstruction• Rédiger les dossiers administratifs, si besoin, dans le cadre de la mise en place d'opération de traitement soumis à la législation des installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE)• Budgétiser les scénarios de réemploi / réutilisation / recyclage (coûts des traitements, des techniques de déconstruction, formation du personnel etc.)• Tenir compte de l'allongement éventuel de la durée de la déconstruction, le phasage du chantier etc.• S'assurer de la conformité des installations de recyclages retenues dans le cadre du chantier• S'assurer que les déchets ont des caractéristiques leur permettant d'entrer dans les installations de recyclage
Prescrire dans les marchés de travaux		<ul style="list-style-type: none">• Afficher la politique du maître d'ouvrage en faveur de l'économie circulaire• Intégrer le diagnostic PMD dans les pièces du marché de travaux
Rédiger les contrats		<ul style="list-style-type: none">• Rédiger les contrats de cession des matériaux issus de la déconstruction dans le cadre d'un réemploi ou d'une réutilisation, à titre gracieux ou non
Déconstruire		<ul style="list-style-type: none">• Déposer sélectivement les matériaux en vue de leur réemploi• Garantir la qualité des matériaux de réemploi suivant l'usage envisagé• Trier les déchets selon les conditions d'acceptation dans les installations de recyclage• Assurer la traçabilité des déchets du chantier• Réaliser un récolement permettant de connaître les filières de réemploi, de réutilisation et de recyclage de tous les matériaux et déchets

Pratiques expérimentales

Pour effectuer les travaux de réhabilitation de la friche, le maître d'ouvrage peut déroger aux normes et aux documents techniques d'utilisation relatifs aux matériaux de construction et à leurs usages, sous réserve de faire attester par un organisme tiers indépendant de l'opération que les résultats attendus seront atteints, et que les moyens mis en œuvre présentent un caractère innovant.

Les objectifs généraux selon lesquels cette équivalence de résultat doit être vérifiée sont déterminés par une série de règles énoncées par le décret 2019-184 du 11 mars 2019 visant à faciliter la réalisation et à favoriser l'innovation technique ou architecturale des projets de construction.

III – Les ressources minérales de la friche

Présentation des ressources minérales

Le groupe de travail a identifié les principales ressources minérales générées lors des travaux de déconstruction d'une friche :

- Le béton
- L'enrobé bitumineux
- Les terres excavées (terre végétale, déblais de terrassement)
- Les laines minérales (laine de verre, laine de roche)
- Le verre plat
- Le plâtre
- La terre cuite (briques, tuiles et céramiques)

Les ressources minérales font chacune l'objet d'une fiche opérationnelle présentée en annexe A. Elles donnent des informations sur l'origine du matériau et l'utilisation qui en est faite, précisent certains aspects réglementaires et proposent différentes solutions de réemploi ou de recyclage. Les filières d'élimination des déchets sont précisées lorsque les filières de recyclage n'existent pas ou ne sont pas encore suffisamment développées.

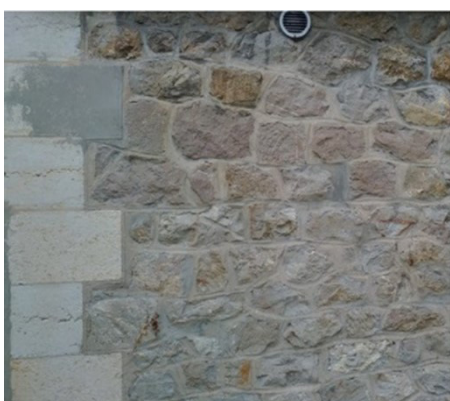
Les références utilisées pour la rédaction des fiches opérationnelles sont présentées en annexe B. Elles renvoient vers des guides ou des ouvrages techniques et indiquent des liens d'accès vers des sites internet de la profession.

Exemples d'utilisation des ressources minérales

Des retours d'expérience sur différentes formes d'utilisation de ressources minérales générées par des travaux de déconstruction sont présentés dans ce paragraphe.

Le réemploi des pierres et tuiles

Projet du « Cadran Solaire » - La Tronche (38)



Pierres de construction



Tuiles en terre cuite

MAÎTRISE D'OUVRAGE

EPFL du Dauphiné (déconstruction) / Université Grenoble Alpes / Crous / Grenoble Alpes Métropole via une concession d'aménagement avec SAGES.

DESCRIPTION DE L'OPÉRATION

Le projet consiste à réhabiliter le site d'un ancien hôpital militaire, devenu centre de recherche du service de santé des armées jusqu'à son déménagement pour Saclay (91) en 2013. Le projet urbain partenarial prévoit la construction de logements, d'un pôle de recherche scientifique médical et l'installation de services destinés aux étudiants.

- Déconstruction : de janvier à l'automne 2021
- Durée prévue des travaux : de 2021 à 2023

COMMENT INTRODUIRE LE RÉEMPLOI DES RESSOURCES ISSUES DE LA DÉCONSTRUCTION ?

La mise en place d'une démarche d'économie circulaire est pilotée par Grenoble Alpes Métropole dans le cadre de la réponse à un Appel à Manifestation d'Intérêt (AMI) économie circulaire et urbanisme de l'Ademe. Le réaménagement du site se fera avec la volonté de réemployer des matériaux issus de sa déconstruction.

Des diagnostics sur les matériaux ont été réalisés afin de mettre en place une stratégie opérationnelle du réemploi et une coopération entre maîtrise d'ouvrage et porteurs de projet.

Le choix des matériaux à réemployer s'est porté sur les pierres et les tuiles des bâtiments qui seront déconstruits. Le gisement de pierres à bâtir représente une surface murale d'environ 10 500 m². Suivant leur type, le réemploi des pierres est envisagé sous différentes formes : pour rehausser le mur d'enceinte, pour être intégrées aux murs des futurs bâtiments ou pour construire des aménagements extérieurs. Les pierres grossières ou abimées lors de la déconstruction serviront en remblai ou en sous-couche des sols.

La surface de toiture à déconstruire de 6 000 m² offre un gisement de tuiles en terre cuite estimé à 3 500 m³. Une partie des tuiles sera réemployée pour l'aménagement du site afin de réaliser des gabions et des voies piétonnes. Le reste servira de gabions sur d'autres projets ou sera évacué vers une installation de recyclage.

La valorisation des terres excavées

(non dangereuses et non inertes)

« Lycée du quartier St Jean » – Clermont-Ferrand (63)



Esquisse du projet



Vue aérienne des terrassements

MAÎTRISE D'OUVRAGE

Région Auvergne-Rhône-Alpes

DESCRIPTION DE L'OPÉRATION

La région construit un nouveau lycée au cœur du quartier Saint-Jean situé à l'Est de Clermont Ferrand.

- Début des travaux : juillet 2020
- Date de livraison prévue : avril 2022

LA DÉMARCHE DE LA MAÎTRISE D'OUVRAGE

La maîtrise d'ouvrage s'est inscrite dès le début du projet dans une démarche éco responsable. L'économie circulaire du chantier repose avant tout sur la méthodologie de réutilisation des déblais sur site, synonyme d'une nette amélioration du bilan carbone par une économie des trajets des camions, réduisant ainsi l'évacuation et l'apport de matériaux. La majeure partie des déblais a été réutilisée sur site en remblayage pour le remodelage du terrain et la réalisation des contre voiles des bâtiments. L'autre partie de ces déblais non inertes et non dangereux a été valorisée hors site par la cimenterie Vicat de Créchy.

COMMENT SERONT RECYCLÉES LES TERRES EXCAVÉES ?

Le procédé technique développé par la société Vicat permet de recevoir les terres excavées en cimenterie afin de tirer profit de leur aspect minéral, en les introduisant dans la fabrication d'un ciment bas carbone, les terres seront alors dépolluées grâce à la température du four et entièrement valorisées dans une démarche d'économie circulaire. L'arrêté préfectoral d'exploitation de la cimenterie permet d'accepter la livraison de 350 tonnes/jour de terres. Le ciment ainsi produit entrera dans la fabrication du béton nécessaire à la construction du gros œuvre du lycée ou à d'autres ouvrages à proximité. Au total, près de 1 600 tonnes de terres excavées seront recyclées par le cimentier, et 4 500 m³ de béton seront livrées sur ce chantier.

Le recyclage du béton dans le béton

« Déconstruction de bâtiments » - Croix-Luizet (69)



Concasseur mobile à mâchoires



Concassage des déchets de béton

MAÎTRISE D'OUVRAGE

Est Métropole Habitat

DESCRIPTION DE L'OPÉRATION

Déconstruction de 3 anciens bâtiments de logements dans le quartier de Croix-Luizet à Villeurbanne, dans le cadre d'un réaménagement urbain.

Durée prévue des travaux de déconstruction : mai 2021 à juillet 2021

LA DÉMARCHE DE LA MAÎTRISE D'OUVRAGE

La maîtrise d'ouvrage a souhaité valoriser les matériaux issus du chantier de déconstruction des bâtiments. Elle a notamment travaillé sur le réemploi des bétons de déconstruction. Pour cela, un diagnostic réalisé à l'amont du chantier a permis de caractériser, de quantifier et de localiser les bétons valorisables en granulats suivant leur composition, dans le but de les réintégrer dans la fabrication de nouveaux bétons responsables. Les résultats de ce diagnostic ont été intégrés au marché de travaux.

COMMENT SERONT RECYCLÉS LES BÉTONS DE DÉCONSTRUCTION ?

L'entreprise Grapinet TP, en charge des travaux de déconstruction, a sollicité la société LafargeHolcim pour accueillir et traiter les bétons de déconstruction sur la plateforme de recyclage LafargeHolcim aggneo® de Saint-Fons. Les bétons seront transformés en granulats recyclés et introduits dans des formules de béton produites auprès de son réseau de centrales de la région lyonnaise. Le chantier s'est organisé pour déconstruire sélectivement le béton et procéder aux contrôles de conformité nécessaires à son recyclage et sa valorisation. Au total, 3 500 tonnes de béton issues des fondations vont être déconstruites de façon sélective et seront accueillies, traitées et contrôlées sur la plateforme de recyclage. La fraction 4/16 mm des granulats de béton de déconstruction sera réintroduite dans la fabrication de bétons sur la centrale LafargeHolcim d'Herriot. Les autres fractions seront vendues et réutilisées en granulats pour réaliser des remblais ou des sous-couches routières.



ANNEXE - A

Ressources minérales étudiées



Le béton

Le béton est un matériau composé d'un mélange de granulats et de liant hydraulique, le tout gâché avec de l'eau. Economique et résistant, il répond à de nombreux critères de performance, ce qui explique son omniprésence actuelle. Le béton se hisse au premier rang mondial des matériaux de construction.

Le béton de déconstruction est une source de substitution aux matériaux naturels. Il existe un fort enjeu de mobilisation de ce gisement dans une perspective de gestion durable des ressources.

Sur l'année 2017, la production nationale de granulats de recyclage issus des déchets du BTP, dont le béton de déconstruction, produits par des installations de traitement fixes est estimée à 23,6 millions de tonnes. En région Auvergne-Rhône-Alpes, la production s'élève à 4,1 millions de tonnes [1].

Actuellement, il n'est pas possible de valoriser le béton à base de mâchefer (cf. Encart 1).

La localisation du béton

Le béton est un matériau utilisé pour la construction des bâtiments, la viabilisation et les aménagements d'un terrain. Il peut se retrouver dans les usages suivants :

- **Bâtiment** : fondations, radiers, murs, dalles, escaliers, planchers, poutrelles, entrevous, toitures terrasse, tuiles
- **Viabilisation** : bordures, caniveaux, canalisations, drains, regards, tampons, produits de voirie et d'assainissement
- **Aménagement** : trottoirs, puits, passerelles, dallages, pavés, terrasses, clôtures

Le réemploi du béton de déconstruction

Le béton issu de la déconstruction de la friche peut être réemployé sur le site pour effectuer des travaux de bâtiment, de viabilisation ou d'aménagement du terrain.

Le diagnostic du béton présent sur la friche

Un diagnostic portant sur la gestion des Produits, Matériaux et Déchets (PMD) est à réaliser obligatoirement avant tout travaux de déconstruction de certains bâtiments (cf Encart 2). Le maître d'ouvrage doit le faire réaliser préalablement au dépôt des demandes d'urbanisme si l'opération y est soumise, à défaut avant l'acceptation des devis ou la passation des marchés des travaux de déconstruction. Le diagnostic doit être transmis aux entreprises appelées à concevoir ou réaliser ces travaux [2].

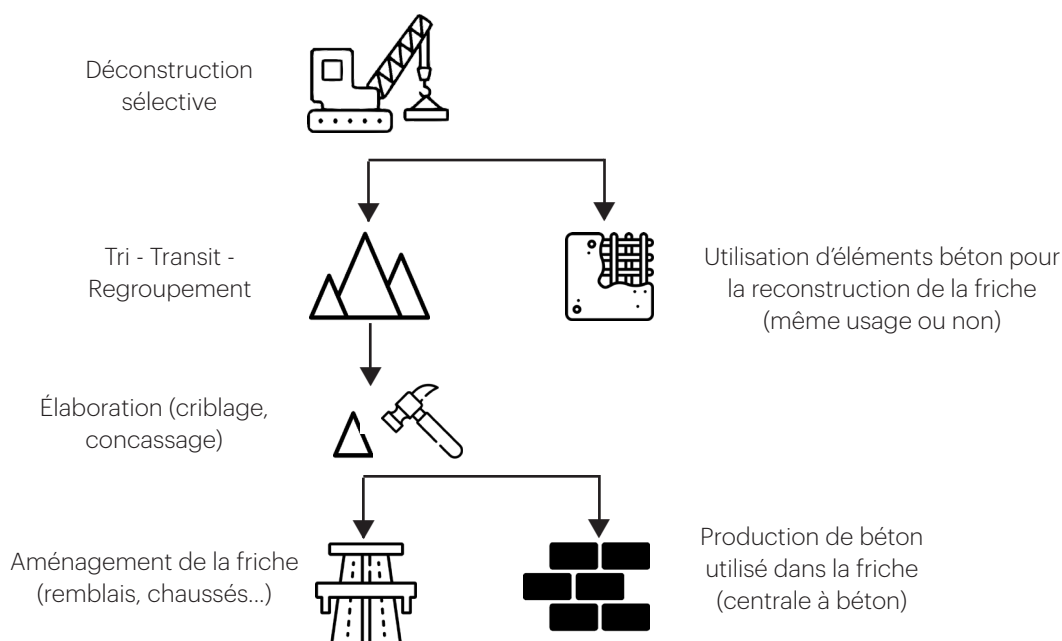
Afin d'identifier au mieux les gisements de béton de déconstruction et les possibilités de réemploi, il est recommandé d'étendre ce diagnostic à tous les types de bâtiment, ainsi qu'aux ouvrages de viabilisation et d'aménagement de la friche.

Les possibilités de réemploi du béton de déconstruction

La démarche de réemploi du béton sur la friche débute par la connaissance du gisement de béton et des besoins pour les travaux d'aménagement à mener sur le site.

Un diagnostic devra être réalisé pour identifier les quantités, la qualité et la localisation des bétons présents sur la friche. Les gisements ainsi déterminés seront étudiés afin de déterminer s'ils peuvent répondre aux besoins de l'aménageur.

L'identification d'un gisement réemployable donnera lieu à une adaptation des méthodes de déconstruction et à une organisation appropriée du chantier : phasage de la déconstruction, préparation des zones dédiées à l'élaboration de nouveaux matériaux et à leur stockage.



Les granulats de béton de déconstruction

Le béton de déconstruction peut être transformé en granulats après un traitement physique. Les granulats de béton obtenus pourront être utilisés pour les travaux d'aménagement de la friche ou comme matériau alternatif pour fabriquer de nouveaux bétons.

L'élaboration des granulats de béton

Plusieurs étapes sont nécessaires à l'élaboration de granulats de béton de déconstruction.

La déconstruction sélective :

Une déconstruction sélective du béton consiste à séparer le béton des éléments indésirables tels que le bois, le plâtre, les plastiques et les ferrailles.

L'étape de la déconstruction est essentielle car elle garantit la qualité de la ressource et conditionne son réemploi. Il est nécessaire d'extraire les plus grosses impuretés, en particulier les ferrailles, et de réduire la taille des morceaux de béton.

Le concassage, le déferrailage et le criblage :

Une fois déconstruit de manière sélective, un tri complémentaire du béton est souvent nécessaire pour séparer les petits matériaux encore liés au béton tels que le bois, la brique, le plâtre, les isolants... Les bétons ainsi triés sont ensuite transformés en granulats par des unités mobiles de concassage, de déferrailage et de criblage installées sur l'emprise de la friche.

Le déferrailage consiste à séparer le béton concassé des petits éléments de ferraille encore présents par un système magnétique appelé « overband » placé au-dessus d'un convoyeur. Ce système est souvent intégré à l'unité de concassage et de criblage.

Les démarches administratives :

Les unités de concassage et criblage doivent être enregistrées ou déclarées auprès du service des installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE), au titre de la rubrique 2515. Le régime de l'enregistrement ou de la déclaration dépend de la puissance des machines concourant simultanément au fonctionnement et de la période de fonctionnement de l'installation :

- Déclaration : demande à faire en ligne sur <https://www.service-public.fr> récépissé fourni sans délai d'instruction
- Enregistrement : dépôt de dossier à faire en préfecture avec décision délivrée dans un délai de cinq mois. Cette démarche doit être anticipée pour tenir compte du délai d'instruction de la demande

L'utilisation des granulats de béton en aménagement

Différents types de granulats peuvent être produits selon le niveau du concassage et du criblage des blocs de béton. Ces granulats répondent aux mêmes exigences de performance mécaniques que les granulats naturels, leur utilisation est encadrée par des guides reconnus par la profession [3].

Les granulats ainsi élaborés offrent une véritable alternative technique et économique pour réaliser des travaux d'aménagement. Suivant leurs caractéristiques, ils peuvent être utilisés comme :

- Matériaux de remblais
- Sous-couches de chaussées
- Enrobage des canalisations

L'utilisation des granulats de béton dans la fabrication du béton

Les granulats de béton de déconstruction peuvent être intégrés à une nouvelle production de béton sous certaines conditions.

Pour être utilisés dans la fabrication du béton, ils doivent être conformes aux normes¹ relatives aux granulats. La fabrication du béton est elle-même encadrée par les normes² qui précisent les conditions d'incorporation de granulats de béton recyclé en substitution aux granulats naturels [4].

L'installation d'une centrale à béton semi-mobile sur site nécessite d'importants moyens techniques et logistiques. Sa faisabilité économique dépendra de la quantité de béton à produire et de l'éloignement des centrales fixes du territoire. Ce procédé peut s'envisager à partir d'une production de 2 500 m³.

La réglementation impose des démarches administratives préalablement à l'installation des unités de fabrication de béton : l'installation doit être déclarée ou enregistrée auprès du service des installations classées au titre de la rubrique 2518.

1- Normes AFNOR NF EN 12620+A1 et NF P 18-545

2- Normes AFNOR NF EN 206/CN et NF EN 13369

⚠ Points de vigilance :

La mise en place d'une centrale mobile demande un contrôle rigoureux de la qualité des granulats élaborés entrant dans la fabrication du béton. Selon l'usage souhaité du béton, le recours à une unité de production hors site offre une meilleure garantie de la qualité du béton produit.

Les éléments de béton de déconstruction

Un démantèlement soigneux du bâti peut permettre de réemployer certains éléments de béton pour leur usage initial ou pour un autre usage, avec ou sans transformation.

Le maître d'ouvrage doit s'assurer que la performance des éléments de béton réemployés répond aux exigences demandées pour leur utilisation, en particulier que les normes de construction soient respectées. Des procédures telles que les Appréciations Techniques d'EXpérimentation (ATEX) permettent au maître d'ouvrage de s'assurer du bon usage d'éléments en béton pour leur réemploi.

Cette démarche de réemploi peut demander de repenser la démarche de conception, le projet devenant nécessairement évolutif en fonction de l'état des opportunités de matériaux qui seront mis à disposition du constructeur.

Des éléments comme les blocs, les poutres ou les dalles en béton peuvent ainsi être récupérés et réemployés de la façon suivante :

- Remis en œuvre en assemblage à sec, ils peuvent servir à la construction de murets, de bancs, ou à la réalisation d'aménagements extérieurs
- L'assemblage de blocs de béton en opus insertum peut servir à la réalisation de cheminements piétons tels que du pavage

Le recyclage du béton de déconstruction

Le béton de déconstruction peut être évacué vers des installations de transit, regroupement et tri de déchets minéraux, ou bien directement vers des installations de recyclage.

Préalablement à toute livraison, le maître d'ouvrage doit s'assurer que ces installations sont autorisées à prendre en charge les déchets de béton.

Un diagnostic des déchets est à réaliser obligatoirement avant tout travaux de déconstruction sur certains bâtiments, selon la surface ou l'usage (cf. Encart 1). Afin de prendre en compte l'ensemble du gisement de béton de déconstruction, il est recommandé d'étendre ce diagnostic à tous les types de bâtiment, ainsi qu'aux ouvrages de viabilisation et d'aménagement. Ce diagnostic permet d'identifier les filières et les installations de recyclage existantes.

Traçabilité des déchets :

Le maître d'ouvrage peut établir un bordereau de suivi des déchets pour assurer leur traçabilité. Ce document devra être renseigné par le maître d'ouvrage, les détenteurs intermédiaires et l'exploitant de l'installation de traitement des déchets.

Document préalable :

Le maître d'ouvrage doit renseigner un document préalable et le remettre à l'exploitant de l'installation de traitement avant toute livraison de déchets, au moment de celle-ci ou lors de la première d'une série de livraison.

Les installations de transit, regroupement et tri

Les déchets de béton de déconstruction acheminés vers des installations de transit, regroupement et tri de déchets inertes seront triés s'ils sont en mélange, puis regroupés et stockés avant d'être envoyés vers une installation de recyclage.

Ces installations relèvent de la rubrique 2517 de la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement.

Les installations de recyclage

Les installations de recyclage réalisent les traitements nécessaires à l'élaboration de granulats de béton de déconstruction. Le matériau obtenu sera utilisé en conformité avec les guides techniques et les normes en vigueur.

Ces installations relèvent de la rubrique 2515 de la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement.

Les coûts de traitement

Unités de concassage/criblage :

L'élaboration de granulats se fait au moyen d'une unité de concassage/criblage dont le coût dépend de la capacité de production du matériel et du prix de l'acheminement sur le chantier.

Hors transport, on peut estimer le coût de la mise à disposition du matériel :

- Concasseur : 1 200 – 2 000 € / jour
- Crible : 400 – 600 € / jour
- Pelle : 600 – 700 € / jour

Installations de traitement :

- Installation de recyclage : 2 – 3 € / tonne
- Installation de collecte, regroupement et tri : 20 – 35 € / tonne

Les conseils de gestion

- La réalisation d'un diagnostic PMD étendu à l'ensemble des bâtiments et équipements de la friche permet d'établir un inventaire complet et d'étudier de façon optimale les possibilités de réemploi et de recyclage du béton de déconstruction
- Une réflexion doit être menée suite au diagnostic afin d'identifier les besoins et les opportunités d'utilisation du béton pour les travaux de réhabilitation de la friche
- Les démarches administratives nécessaires à l'installation des matériels (concasseurs, centrales mobiles...) doivent être anticipées pour répondre aux délais d'instruction
- Le bruit ou la poussière générés par les installations de traitement mobiles peuvent créer des nuisances vis-à-vis du voisinage. Leur emplacement et des mesures de réduction des impacts doivent être étudiées avant leur installation
- Les opérations de déconstruction, les traitements et le stockage de matériaux nécessitent une gestion adaptée de l'espace disponible sur l'emprise de la friche

Encart 1 : Le béton de mâchefer

Le béton de mâchefer est un matériau de construction ancien composé de granulats, de mâchefer et d'un liant hydraulique. Le mâchefer présent dans ce type de béton est un résidu solide provenant de la combustion du charbon et/ou de métaux issus des hauts fourneaux.

Les bétons de mâchefer ont été principalement utilisés entre les deux guerres autour de sites miniers et sidérurgiques, durant la période où ces industries étaient en plein essor.

La composition des bétons de mâchefer est très variable et leur couleur grisâtre peut varier selon la proportion et le type de mâchefer intégré au mélange.

Actuellement, aucune méthode reconnue par le Ministère en charge de l'environnement ne permet de valoriser les bétons de mâchefer.

Encart 2 : Le diagnostic Produit-Matériaux-Déchets (PMD)

Décret n° 2021-821 du 25 juin 2021 relatif au diagnostic portant sur la gestion des produits, équipements, matériaux et déchets issus de la démolition ou de la rénovation significative de bâtiments.

Les dispositions s'appliquent aux opérations dont la surface cumulée de plancher est supérieure à 1 000 m² ou à celles concernant au moins un bâtiment « ayant accueilli une activité agricole, industrielle ou commerciale et ayant été le siège d'une utilisation, d'un stockage, d'une fabrication ou d'une distribution d'une ou plusieurs substances dangereuses ».

Le maître d'ouvrage a l'obligation de réaliser un diagnostic portant sur les produits de construction, les équipements constitutifs du bâtiment, les matériaux et les déchets issus des travaux de démolition ou de rénovation significative, préalablement au dépôt des demandes d'autorisation d'urbanisme et à la passation des marchés relatifs à ces travaux.

Le diagnostic doit être transmis par le maître d'ouvrage aux personnes physiques ou morales susceptibles de concevoir ou de réaliser les travaux en question.



L'enrobé bitumineux

L'enrobé est un matériau de construction des chaussées constitué d'un mélange de granulats et de liant hydrocarboné ou plus rarement d'origine végétale. Les liants hydrocarbonés sont composés de bitume ou de goudron. Cette fiche concernera les enrobés à base de bitume.

L'enrobé bitumineux est fabriqué à froid ou à chaud, par une centrale d'enrobage qui peut être fixe ou semi-mobile. La centrale peut produire différentes formulations d'enrobé destinées aux revêtements des routes, des pistes et autres aires de circulation.

Sur l'année 2018, la production française d'enrobés bitumineux est de l'ordre de 36 millions de tonnes, et la quantité d'enrobé recyclé est d'environ 15 millions de tonnes [1].

La localisation de l'enrobé bitumineux

L'enrobé bitumineux est un matériau utilisé pour la construction de différents types de chaussées. Il peut se retrouver sur les voies de circulation et leurs dépendances, les aires de stationnement et les plateformes logistiques d'une friche.

La déconstruction de tout ou partie de l'enrobé peut être nécessaire à la réalisation de travaux d'aménagement ou d'assainissement, à la remise en état de la chaussée, ainsi que préalablement à la construction de nouveaux bâtiments.

Les diagnostics à réaliser

Les enrobés mis en œuvre dans le passé peuvent contenir des composés dangereux comme l'amiante (cf. Encart 1), ou les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP) dont la teneur ne doit pas excéder des seuils réglementaires. Les HAP sont présents dans le goudron ou dans certains additifs du bitume, comme le fluxant houiller (cf. Encart 2).

L'utilisation de ces constituants dans les formulations d'enrobé est aujourd'hui interdite car ils peuvent générer des risques pour la santé des travailleurs. Dans le cadre l'évaluation des risques du chantier, le maître d'ouvrage est dans l'obligation de procéder à leur détection et à leur quantification avant l'engagement de tout travaux de déconstruction de l'enrobé [2].

La caractérisation de la dangerosité des enrobés où les travaux sont projetés se fait en deux phases :

- La première à partir des informations disponibles sur l'antériorité de l'enrobé. Elle peut permettre d'éviter la seconde phase si la synthèse des informations collectées permet de conclure de façon certaine à l'absence de substances dangereuses
- La seconde, en cas d'informations insuffisantes, par des prélèvements d'échantillons d'enrobé qui seront analysés par des laboratoires accrédités

Réglementation :

Un enrobé contenant de l'amiante est considéré comme un déchet dangereux s'il est déconstruit et il doit être géré comme tel. Ainsi, le stockage temporaire sur le site, le réemploi ou le recyclage de ce type d'enrobé est interdit.

Le maître d'ouvrage devra s'assurer de la teneur en HAP de l'enrobé avant d'envisager son stockage, son réemploi ou son recyclage :

- En dessous de 50 ppm (ou mg/kg), les enrobés peuvent être recyclés à chaud ou à froid
- Entre 50 ppm et 500 ppm, les enrobés peuvent être recyclés à froid
- Au-delà de 500 ppm, les enrobés ne peuvent pas être recyclés

Le tableau ci-dessous synthétise les dates d'emploi des enrobés pouvant contenir des substances dangereuses.

Période des travaux		1970		1993		1997		2005	
Présence d'amiante possible	non		oui		oui		non		non
Présence de goudron possible	oui		oui		non		non		non
Présence de fluxant houiller possible	oui		oui		oui		oui		non

Tableau : Périodes de présence potentielle de substances dangereuses dans les enrobés

Points de vigilance :

Le goudron était particulièrement utilisé dans les enrobés spéciaux à usage anti-kérosène, qui peuvent encore se retrouver sur les aéroports, les stations-services, les gares routières ou les revêtements des sols industriels, en particulier ceux des sites pétrochimiques.

Le réemploi de l'enrobé bitumineux

L'enrobé bitumineux peut être transformé en agrégats afin d'être réemployé sur le site pour des travaux d'aménagement ou de voirie, ainsi que pour la réalisation de plateformes.

Il conviendra de se référer au guide d'acceptabilité environnementale des matériaux alternatifs en technique routière avant d'envisager le réemploi ou le recyclage de l'enrobé présent sur la friche [3].

La production d'agrégats d'enrobés

Les agrégats d'enrobés sont des matériaux granulaires provenant du fraisage³ ou du concassage d'enrobés issus de travaux de déconstruction.

3- Les agrégats obtenus par fraisage sont également appelés « fraisât »

Les fraiseuses routières

Les opérations d'une certaine envergure sont souvent réalisées à l'aide de fraiseuses routières (ou raboteuses) équipées d'un tambour de fraisage rotatif qui retire une large bande de revêtement jusqu'à une profondeur prédéterminée.

Les agrégats d'enrobés obtenus par fraisage ont une granularité de 0/20 à 0/31,5 mm suivant la vitesse d'avancement de la machine et la profondeur du fraisage. L'évacuation du fraisât vers la zone de stockage se fait directement dans les camions, frontalement ou par l'arrière, au moyen d'une bande chargeuse appelée convoyeur.

Ce type d'opération à grand rendement est fréquemment utilisé dans la réfection des routes ou des pistes aéroportuaires, mais il peut l'être pour les réfections d'aires de stationnement ou de plateformes.

Il est possible d'utiliser une fraise hydraulique pour réduire les nuisances sonores dans les aires de travail et les zones d'habitation avoisinantes.

Les unités de concassage / criblage

Pour des surfaces plus petites ou moins accessibles, la déconstruction de l'enrobé peut se faire au moyen d'engins d'extraction par enlèvement des croutes pouvant aller jusqu'à une centaine de kilogrammes. Le conditionnement est ensuite obtenu par des opérations de concassage et de criblage permettant d'obtenir des granularités de 0/6 à 0/31,5 mm.

Selon le caractère ponctuel ou permanent de l'installation et selon la puissance de l'ensemble des machines concourant simultanément à son fonctionnement, la réglementation impose des démarches administratives d'enregistrement ou de déclaration de ce matériel au titre de la rubrique 2515 des installations classées pour la protection de l'environnement.

- Déclaration : demande à faire en ligne sur <https://www.service-public.fr> récépissé fourni sans délai d'instruction
- Enregistrement : dépôt de dossier à faire en préfecture avec décision délivrée dans un délai de cinq mois. Cette démarche doit être anticipée pour tenir compte du délai d'instruction de la demande

L'utilisation des agrégats d'enrobés

L'utilisation en remblai et en couche de forme

Il est possible d'utiliser l'enrobé déconstruit en matériau de remblai et en couche de forme. Ce type d'usage est peu courant compte tenu de leur valeur marchande des agrégats d'enrobés, mais il est préconisé dans le cas où l'enrobé est mélangé avec d'autres matériaux inertes, comme du béton ou des terres excavées.

Le traitement de cet enrobé se fera au moyen d'unités de concassage et de criblage qui permettront d'élaborer différents types de matériaux, dont l'utilisation est encadrée par des guides reconnus par la profession [4].

L'incorporation dans la fabrication d'un enrobé

Dans le cadre d'un réemploi sur site, les agrégats d'enrobés peuvent être réemployés à froid ou à chaud au moyen d'engins spécialisés, ou par la mise en place d'une centrale d'enrobés semi-mobile.

Les techniques de réemploi des agrégats d'enrobé dépendent de la teneur en HAP du gisement :

- Teneur en HAP < 50 ppm : Toute technique est possible
- Teneur en HAP > 50 ppm et < 500 ppm : Technique à froid uniquement

Dans l'optique d'un réemploi des agrégats d'enrobés dans la production d'un nouvel enrobé, il faut au préalable caractériser le matériau afin d'établir sa Fiche Technique d'Agrégat d'Enrobés (FTAE).

L'incorporation d'agrégats d'enrobés dans la fabrication d'enrobé bitumineux à chaud fait l'objet d'une norme spécifique⁴. Les guides techniques autorisent l'introduction de 10% d'agrégats dans toute formulation d'enrobé à chaud. Suivant les caractéristiques de la FTAE du gisement et les capacités techniques de la centrale, il est possible d'utiliser jusqu'à 40% d'agrégats [5].

Lors de la fabrication d'un enrobé à froid, l'intégralité des agrégats peut être recyclé au moyen de techniques à l'émulsion de bitume.

Les centrales à enrobage semi-mobiles :

L'installation d'une centrale à enrobage semi-mobile sur site nécessite d'importants moyens techniques et logistiques, ainsi que de nombreux contrôles avant d'entrer en production. Sa faisabilité économique dépendra de la quantité d'enrobés à produire et de l'éloignement des centrales fixes du territoire. Ce procédé peut s'envisager à partir d'une production de 25 000 tonnes.

La réglementation impose des démarches administratives d'enregistrement ou de déclaration auprès du service des installations classées pour la protection de l'environnement au titre de la rubrique 2521. Le régime de l'enregistrement ou de la déclaration dépend du type d'enrobage (à chaud ou à froid) et de la capacité de production journalière de la centrale.

- Déclaration : demande à faire en ligne sur <https://www.service-public.fr> récépissé fourni sans délai d'instruction
- Enregistrement : dépôt de dossier à faire en préfecture avec décision délivrée dans un délai de cinq mois. Cette démarche doit être anticipée pour tenir compte du délai d'instruction de la demande

Le retraitement en place de l'enrobé

Le retraitement en place consiste à recycler à l'émulsion de bitume ou au liant hydraulique les anciennes couches d'enrobés au moyen d'engins spécialisés comme les recycleurs à froid ou les stabilisateurs de sols.

Avec ce type de procédé, les couches endommagées sont fraisées, concassées, reconstituées par l'adjonction d'un liant, compactées et remises en place en un seul passage.

Il existe peu d'ateliers de ce type sur le territoire national. Ce procédé est utilisé par des entreprises spécialisées dans les travaux routiers, il s'adresse donc à des chantiers de grande ampleur.

4- Norme AFNOR NF EN 13108-8

Le recyclage des enrobés bitumineux

L'enrobé déconstruit peut être orienté vers une installation de transit, regroupement et tri de déchets inertes, ou directement vers une installation de recyclage des enrobés.

Préalablement à toute livraison, le maître d'ouvrage doit s'assurer que l'installation en question est autorisée à prendre en charge les déchets d'enrobés.

Compte tenu de leur valeur marchande, les enrobés déconstruits peuvent être vendus aux producteurs d'enrobé lorsque leur qualité est garantie et que le gisement représente une quantité suffisante pour être intégré à un procédé de fabrication. Dans le cas contraire, ils seront considérés comme des matériaux inertes et pourront être recyclés comme tels.

Traçabilité des déchets :

Le maître d'ouvrage peut établir un bordereau de suivi des déchets pour assurer leur traçabilité. Ce document devra être renseigné par le maître d'ouvrage, les détenteurs intermédiaires et l'exploitant de l'installation de traitement des déchets.

Document préalable :

Le maître d'ouvrage doit renseigner un document préalable et le remettre à l'exploitant de l'installation de traitement avant toute livraison de déchets, au moment de celle-ci ou lors de la première d'une série de livraison.

Les stations de transit, regroupement et tri

Les déchets d'enrobés acheminés vers des stations de transit, regroupement et tri de déchets inertes seront triés s'ils sont en mélange, puis regroupés et stockés avant d'être envoyés vers une installation de recyclage.

Ces installations relèvent de la rubrique 2517 de la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement.

Les installations de recyclage

Les installations de recyclage réalisent les traitements nécessaires à l'élaboration des agrégats d'enrobés. Ces installations peuvent être indépendantes ou associées à une centrale d'enrobage qui se chargera de les intégrer dans de nouvelles productions.

Quelle que soit la technique de déconstruction employée, par fraisage ou par enlèvement mécanique, l'enrobé doit subir une étape de concassage et de criblage pour assurer l'homogénéité du gisement.

Ces installations relèvent de la rubrique 2515 de la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement.

Le parc français des centrales d'enrobage équipées pour le recyclage des agrégats d'enrobés dépasse les 300 unités. Le maillage géographique est très important. La capacité actuelle de recyclage sur l'ensemble du parc français est de l'ordre de 8 millions de tonnes. L'essentiel des installations est caractérisé par un taux de recyclage de l'ordre de 30% [6].

Les coûts de traitement

Rachat des enrobés bitumineux :

Les agrégats d'enrobés ont la particularité d'être vendus aux centrales d'enrobage, lorsque leur qualité est garantie et que le gisement représente une quantité suffisante pour être intégré à un procédé de fabrication.

Le prix d'achat des agrégats d'enrobés est soumis aux tensions du marché, suivant les zones géographiques, les débouchés envisagés par l'exploitant, les volumes en stock du moment et les capacités des centrales d'enrobage à intégrer les agrégats.

- Prix d'achat des agrégats d'enrobés : 7 - 10 € / tonne

Installations de traitement :

Les agrégats d'enrobés qui ne sont pas rachetés par les centrales sont considérés comme des déchets inertes.

- Installation de recyclage (hors centrales d'enrobage) : 2 - 3 € / tonne
- Installation de collecte, regroupement et tri : 20 - 35 € / tonne

Ces coûts n'intègrent pas la recherche d'amiante et de HAP permettant de s'assurer du caractère non dangereux du gisement d'enrobé.

Les conseils de gestion

- La réalisation d'un diagnostic en amont du projet permet d'établir un inventaire complet, de connaître la qualité et la quantité de l'enrobé présent sur la friche et d'étudier de façon optimale les possibilités de réemploi et de recyclage
- Le maître d'ouvrage doit disposer d'un document permettant de connaître la composition de l'enrobé, à défaut il est tenu de faire réaliser des essais pour détecter la présence éventuelle d'amiante et de HAP avant d'envisager une déconstruction de l'enrobé
- À la suite du diagnostic et des analyses, une réflexion doit être menée par le maître d'ouvrage pour identifier les besoins en enrobé pour les travaux de réhabilitation de la friche
- La qualité de la déconstruction est essentielle pour permettre le réemploi ou le recyclage des enrobés bitumineux. Les couches d'enrobé doivent être déconstruites de façon sélective pour privilégier une valorisation à plus forte valeur ajoutée des agrégats d'enrobés
- Les démarches administratives nécessaires à l'installation des matériels (concasseur, centrale mobile...) doivent être anticipées pour répondre aux délais d'instruction
- Le bruit ou la poussière générés par les installations de traitement mobiles peuvent créer des nuisances vis-à-vis du voisinage. Leur emplacement et des mesures de réduction des impacts doivent être étudiées avant leur installation
- Les opérations de déconstruction et les traitements à effectuer nécessitent une gestion adaptée de l'espace disponible sur l'emprise de la friche

Encart 1 : Les enrobés amiantés

La présence d'amiante dans l'enrobé peut entraîner une mise en suspension dans l'air de fibres d'amiante lors des travaux de déconstruction.

Le décret n° 2012-639 du 4 mai 2012 relatif aux risques d'exposition à l'amiante précise que le niveau d'empoussièrément autorisant la déstructuration de l'enrobé ne doit pas dépasser le seuil de cinq fibres par litre d'air, au-delà duquel leur retrait doit être effectué par une entreprise de travaux qui dispose des habilitations adéquates, garantes de la sécurité des intervenants et du voisinage.

Une analyse par un laboratoire accrédité doit être effectuée pour vérifier la présence d'amiante en cas de doute ou en cas d'absence de connaissance sur la composition des enrobés d'origine.

L'amiante était utilisé dans la composition des enrobés entre 1970 et 1997, pour améliorer la résistance à la fatigue des structures de chaussées.

Encart 2 : Les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)

Les HAP se retrouvent dans le goudron ou certains additifs utilisés dans la composition des bitumes. Ces composés dangereux peuvent être libérés lors des différents traitements thermiques de l'enrobé.

Une analyse pour vérifier la teneur en HAP est nécessaire en cas de doute ou en cas d'absence de connaissance sur la composition des enrobés en place. Le dosage quantitatif des HAP peut être réalisé de façon qualitative par un test au Pak Marker et de façon quantitative par chromatographie.

Le goudron n'est plus du tout utilisé dans les techniques routières depuis 1993. Les HAP peuvent également se retrouver dans la composition de certains bitumes utilisant des additifs (fluxant houiller). Ces additifs ne sont plus utilisés depuis 2005.

Les terres excavées : terres végétales et déblais de terrassement

Les terres excavées sont des matériaux terreux qui se caractérisent suivant deux types :

- Les terres végétales, riches en matière organique, souvent issues du décapage des terrains
- Les déblais de terrassement, composés de matières minérales de différentes granulométries du type argile, limon, sable, cailloux...

En région Auvergne-Rhône-Alpes, le gisement de terres et matériaux meubles issus du BTP représente près de 11,5 millions de tonnes. Les terres excavées sont gérées de la façon suivante [1] :

- Le réemploi sur le site d'extraction : 4,6 millions de tonnes
- La réutilisation et le recyclage : 1,3 millions de tonnes
- Le remblayage de carrières : 5,6 millions de tonnes

La localisation des terres excavées

Les terres excavées sont générées lors de travaux de terrassement :

- Pour la préparation du chantier, par exemple lors de la création de pistes d'accès, de la mise en place de bases vie, de la réalisation de plateformes de collecte, de stockage, de préparation de matériaux ou de gestion des déchets
- Après des opérations de déconstruction, par exemple lors des nivellements de terrain
- Pour des travaux de réhabilitation ou d'aménagement, par exemple dans le cadre de la réalisation de sous-sols de bâtiments, de parkings, de bassins, de travaux d'assainissement

Le maître d'ouvrage doit identifier au sein de son projet les terres susceptibles d'être polluées qui relèvent d'une démarche de caractérisation conformément à la politique nationale de gestion des sites et sols pollués (SSP). En cas de suspicion, il doit procéder à une levée de doute (cf. Encart n°1).

Nota : Dans le cadre de la présente fiche, les terres ne sont pas considérées comme polluées.

Le réemploi des terres excavées

Les terres excavées de la friche peuvent être réemployées pour son réaménagement. Au préalable, il convient de s'assurer de :

- Connaître la quantité et la qualité des terres excavées qui seront générées sur le chantier. Pour cela, un diagnostic doit être réalisé en amont des travaux
- Connaître les besoins en réemploi en associant l'ensemble des acteurs de la réhabilitation
- Identifier parmi les terres végétales et les déblais diagnostiqués, ceux qui peuvent répondre aux besoins de la friche, avec ou sans traitement préalable :
 - ⇒ Pour les terres végétales, une analyse pédologique / agronomique des sols peut éventuellement être réalisée

⇒ Pour les déblais de terrassement, des études géotechniques et mécaniques sont nécessaires. Elles doivent permettre d'identifier les usages possibles

- S'assurer que les terres excavées pouvant être réemployées ne portent pas atteinte à l'environnement et à la santé humaine

Ces actions sont d'autant plus faciles à réaliser lorsque l'emprise du chantier est importante, ou que l'opération se fait suivant un phasage qui nécessite le stockage temporaire des terres excavées.

Le traitement des terres excavées

Le tableau ci-dessous précise les usages possibles et les traitements à mettre éventuellement en place en fonction des types de terres.

TYPES DE TERRES	TRAITEMENTS	USAGES
Terres végétales	Criblage	Support de végétalisation et/ou biodiversité après élimination des éléments grossiers et des végétaux, en particulier des espèces invasives
Déblais de terrassement	A la chaux ou au liant hydraulique ⁵ [2]	Après une caractérisation géotechnique des matériaux selon la norme AFNOR NF 11-300, et le cas échéant la vérification de l'aptitude au traitement à la chaux des terres selon la norme AFNOR NF 94-100, les terres chaulées pourront être utilisées en : <ul style="list-style-type: none"> • Remblayage de tranchées • Remblais routiers
	Tri, scalpage, criblage ⁶	Elaboration de granulats utilisables pour : <ul style="list-style-type: none"> • La réalisation des pistes d'accès et plateforme technique de la friche • La réalisation des aménagements du terrain de la friche • La construction d'infrastructures de transport et d'ouvrages associés Les éléments fins issus des opérations de traitement pourront être dirigés vers des installations de chaulage ou des cimenteries.

5- Traitement adapté pour des matériaux plutôt argileux

6- Séparation granulométrique des cailloux et des fractions fines (sables et argiles)

Des volumes importants de terres excavées peuvent être générés, le maître d'ouvrage doit s'assurer de disposer d'un espace suffisant pour stocker les terres excavées en attendant de les réemployer.

La mise en place d'une installation de traitement sur la friche peut être soumise au dépôt d'un dossier administratif auprès des services de l'Etat.

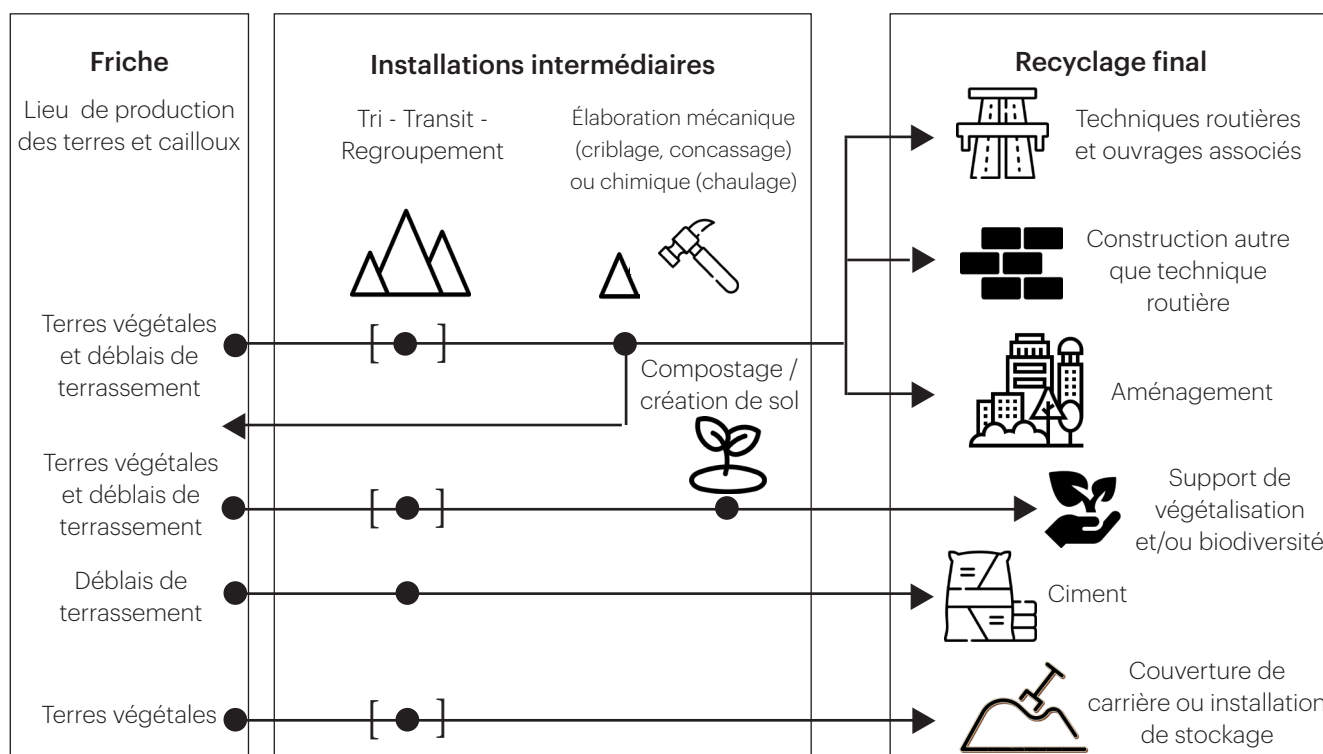
Les unités mobiles de broyage, concassage, criblage doivent être enregistrées ou déclarées auprès du service des installations classées pour l'environnement, au titre de la rubrique 2515. Le régime de l'enregistrement ou de la déclaration dépend de la puissance des machines concourant simultanément au fonctionnement et de la période de fonctionnement de l'installation :

- Déclaration : demande à faire en ligne sur <https://www.service-public.fr> réceptionné fourni sans délai d'instruction
- Enregistrement : dépôt de dossier à faire en préfecture avec décision délivrée dans un délai de cinq mois. Cette démarche doit être anticipée pour tenir compte du délai d'instruction de la demande

Le recyclage des terres excavées

Les terres excavées peuvent être réemployées ou envoyées vers une installation de transit, regroupement et tri ou bien encore vers une installation de recyclage permettant d'élaborer un matériau pour des usages d'aménagements paysagers, de travaux publics ou de génie civil.

L'illustration ci-dessous présente les principaux recyclages possibles des terres excavées :



[] Indique que l'opération peut éventuellement exister

Le tableau ci-dessous détaille les filières de recyclage possibles et leurs conditions d'acceptation.

	DESTINATION	CONDITIONS D'ACCEPTATION	RECYCLAGE FINAL
Terres végétales ⁷	Autre chantier	Convention entre les maîtres d'ouvrage	Support de culture
	Installation de compostage	Selon arrêté préfectoral	Support de culture
	Couverture de carrière ou d'installation de stockage	Selon arrêté préfectoral	Support de culture
Déblais de terrassement	Installation de broyage, criblage, concassage	Selon l'arrêté du 12 décembre 2014 relatif aux conditions d'admission des déchets inertes dans les installations relevant des rubriques 2515, 2516 et 2517	Techniques routières et ouvrages associés Aménagement Incorporation dans un processus de fabrication (centrale à béton, briqueterie, etc.)
	Installation de chaulage	Selon arrêté préfectoral	Techniques routières et ouvrages associés Aménagement
	Cimenteries	Selon arrêté préfectoral Avec diamètre du plus gros élément < 50 mm	Fabrication de ciment

- Les installations de tri, transit, regroupement de produits minéraux ou de déchets non dangereux inertes relèvent de la rubrique 2517 des installations classées pour l'environnement
- Les installations de broyage concassage, criblage de produits minéraux ou de déchets non dangereux inertes, ainsi que les installations de chaulage, relèvent de la rubrique 2515 des installations classées pour l'environnement

Document préalable :

Le maître d'ouvrage doit renseigner un document préalable et le remettre à l'exploitant de l'installation de traitement avant toute livraison de déchets, au moment de celle-ci ou lors de la première d'une série de livraison.

7- Une attention particulière sera portée en cas de présomption d'espèces exotiques envahissantes, comme l'ambrosie, la renouée du Japon, la jussie etc... (stratégie nationale de mars 2017 et loi n°2016-1087 du 8 août 2016)

Traçabilité des déchets :

Le maître d'ouvrage peut établir un bordereau de suivi des déchets pour assurer leur traçabilité. Ce document devra être renseigné par le maître d'ouvrage, les détenteurs intermédiaires et l'exploitant de l'installation de traitement des déchets.

Certaines filières du tableau ci-dessus sont en cours de développement. Elles concernent notamment le traitement des déblais de terrassement :

- La construction en terre cuite : après excavation, les terres argileuses sont caractérisées et homogénéisées pour la fabrication de panneaux d'argile, de blocs de terre compressée ou la réalisation d'enduits
- Les éléments grossiers (cailloux) des terres minérales sont transformés pour être utilisés dans la fabrication de certains bétons

Les déblais de terrassement peuvent être utilisés à des fins de remblayage de carrière et pour son réaménagement. Ils sont acceptés suivant les conditions d'entrée énoncées dans l'arrêté préfectoral d'exploitation de la carrière.

L'élimination des terres excavées

Les terres excavées qui n'ont pas les propriétés requises pour un usage donné ou qui ne respectent pas les conditions d'entrée, notamment environnementales, dans les filières de réemploi ou de recyclage devront être éliminées :

- Dans une installation de stockage de déchets inertes : ces installations relèvent de la rubrique 2760-3 de la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement
- Dans une installation de stockage de déchets non dangereux : ces installations relèvent de la rubrique 2760-2 de la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement

Document préalable (pour la filière 2760-3) :

Le maître d'ouvrage doit renseigner un document préalable et le remettre à l'exploitant de l'installation de traitement avant toute livraison de déchets, au moment de celle-ci ou lors de la première d'une série de livraison.

Traçabilité des déchets :

Le maître d'ouvrage peut établir un bordereau de suivi des déchets pour assurer leur traçabilité. Ce document devra être renseigné par le maître d'ouvrage, les détenteurs intermédiaires et l'exploitant de l'installation de traitement des déchets.

Les coûts de traitement

Unités de concassage/criblage :

L'élaboration de granulats se fait au moyen d'une unité de concassage/criblage dont le coût dépend de la capacité de production du matériel et du prix de l'acheminement sur le chantier.

Hors transport, on peut estimer le coût de la mise à disposition du matériel :

- Concasseur : 1 200 – 2 000 € / jour
- Crible : 400 – 600 € / jour
- Pelle : 600 – 700 € / jour

Traitements des terres sur site :

- À la chaux : 5 € / tonne
- Au liant hydraulique : 15 € / tonne

Installations de traitement :

- Installation de recyclage : 2 – 3 € / tonne
- Installation de recyclage à la chaux : 14 € / tonne
- Installation de stockage de déchets inertes : 3 – 6 € / tonne
- Installation de stockage de déchets non dangereux : 45 – 55 € / tonne

Autres formes de valorisation :

- Utilisation en remblayage de carrière : 3 – 6 € / tonne
- Utilisation en cimenterie des terres non inertes non dangereuses : 35 – 40 € / tonne

Les conseils de gestion

Pour utiliser au mieux le gisement de terres excavées d'un chantier, il est conseillé de suivre la démarche suivante :

- À l'amont du chantier :
 - Réaliser un diagnostic des terres et déblais en amont du projet (pollutions diverses, espèces exotiques envahissantes, qualité et quantité)
 - Identifier les besoins pour le réaménagement du site et partager les informations avec les différents acteurs :
 - ⇒ Démolisseurs, terrassiers, opérateurs de la dépollution
 - ⇒ Aménageurs, constructeurs, entreprises de travaux publics (voiries, réseaux)
- Rechercher les opérations à mettre en œuvre pour que les terres et déblais identifiés lors du diagnostic répondent aux besoins du site (équilibre déblais / remblais, organisation du tri et du stockage, mise en place des installations de traitement éventuelles et validation de leur implantation)
 - Réaliser les démarches administratives relatives aux installations de traitement à installer sur la friche.
 - Pour les terres et déblais ne trouvant pas d'usage sur la friche, identifier les installations de traitement de proximité du site en vue d'un recyclage
- Pendant le chantier :
 - ⇒ S'assurer de la conformité de l'usage des terres et déblais réemployés
 - ⇒ Avoir une réflexion sur la localisation des zones dédiées au stockage et au recyclage
 - ⇒ S'assurer de la conformité des conditions d'entrée dans les filières retenues de gestion des déchets
 - ⇒ Garder l'historique de la qualité, quantité, et localisation des terres et déblais réemployés
 - ⇒ Garantir la traçabilité des terres et des déblais recyclés ou éliminés

Encart 1 : La levée de doute

Une levée de doute est une étude destinée à identifier les sites ou les parties de sites qui ne sont pas réputés comme potentiellement pollués par des activités industrielles et/ou de service ou par des pratiques susceptibles d'engendrer une pollution.

Elle doit, à minima, comporter la réalisation :

- d'une visite de site
- d'études historiques, documentaires et mémorielles

Le livrable associé à cette levée de doute se compose :

- des livrables associés à chacune des parties (visite de site, études historiques, documentaires et mémorielles)
- de la conclusion précisant si le site relève ou non de la méthodologie nationale de gestion des sites et sols pollués
- de préconisations sur les éventuelles suites à donner si le site relève de la méthodologie nationale de gestion des sites et sols pollués

Dans le cas où la levée de doute montre que la zone d'études n'a pas accueilli ce type d'activités ou pratiques, sa gestion ne relève pas de la méthodologie nationale de gestion des sites et sols pollués. Lorsqu'une pollution est déjà avérée, sur la base d'études historiques ou de diagnostics environnementaux préexistants, le site relève de facto de la méthodologie nationale de gestion des sites et sols pollués. La prestation LEVE définie dans la norme NF X 31-620-2 est réputée satisfaisante aux objectifs précités. Le recours à cette prestation est donc suffisant mais pas systématiquement nécessaire si une pollution a déjà été identifiée.

Les laines minérales : laine de verre et laine de roche

Les laines minérales représentent 60 à 70% des matériaux utilisés en isolation thermique et acoustique dans le bâtiment. Elles se retrouvent principalement sous forme de matelas ou de plaques, mais elles peuvent également être soufflées ou assemblées [1].

Cette fiche concerne les laines minérales suivantes :

- **La laine de verre**

La laine de verre est composée de sable, de calcaire et de dolomie. Les producteurs substituent ces éléments par du calcin avec un taux d'incorporation variant de 40 à 80% suivant les fabricants. Actuellement 60% des laines de verre sont réalisées avec du calcin. Une proportion d'adjuvants de l'ordre de 3 à 5% est intégrée à la composition (colle, éléments spécifiques suivant l'usage) [2].

- **La laine de roche**

La laine de roche est composée de basalte ou de laitiers de hauts fourneaux, avec une proportion d'adjuvants de l'ordre de 3 à 5% (colle, éléments spécifiques suivant l'usage) [2].

La localisation de la laine minérale

Les laines minérales sont des produits d'isolation utilisés dans le bâtiment qui se retrouvent dans les murs, les toitures, les planchers ou les cloisons.

L'épaisseur de mise en œuvre des laines minérales peut varier fortement, de 10 à 20 cm pour l'isolation des murs et de 30 à 45 cm pour celle des toitures.

Le développement de l'usage de laine minérale en isolation est lié à l'obligation réglementaire d'isolation qui apparaît dans les bâtiments neufs d'habitation à partir de 1974. En 1988, la réglementation thermique s'élargie aux immeubles non résidentiels.

Le réemploi des laines minérales

Le réemploi des laines minérales sur un même chantier est une solution difficile à mettre en œuvre car elle nécessite un stockage des matériaux difficile à réaliser dans l'attente d'une nouvelle construction de bâtiment. La réutilisation des laines minérales d'un chantier à un autre se réalise sous couvert d'expérimentation. Une étude menée sur des panneaux de laines minérales⁸ a montré que les laines produites après l'année 2000 répondent aux critères réglementaires et aux techniques d'utilisation de ce produit, et qu'elles peuvent à ce titre être réemployées conformément aux usages attendus [3].

La méthodologie appliquée

La méthodologie de réutilisation s'appuie sur une analyse d'opportunité préalable. L'objectif est de s'assurer de l'adéquation entre le gisement disponible et les besoins du projet visé.

Un diagnostic sur les Produits, Matériaux et Déchets (PMD) est à réaliser obligatoirement avant tout travaux de déconstruction sur certains bâtiments (cf. Encart 1). Afin d'identifier au mieux les possibilités de réemploi des laines minérales, il est recommandé d'étendre ce diagnostic à tous les types de bâtiment.

8- Etude ReQualif menée par Emmaüs / CSTB /CSFE

Avant d'envisager le réemploi, il faut s'assurer du respect des critères suivants :

- Avoir une connaissance précise du gisement disponible et de son homogénéité (quantité, qualité, localisation, accessibilité)
- Réaliser des essais de caractérisation des propriétés techniques sur un échantillon représentatif du gisement en fonction de l'usage envisagé (cf. Encart 2)

Après avoir acté l'opportunité, la mise en œuvre de la réutilisation des laines minérales se poursuit selon les étapes suivantes :

- La visite du chantier de dépose avec validation et identification des isolants récupérables et des dispositifs à mettre en place pour la dépose
- L'identification du chantier destinataire en fonction des volumes, des délais et de la proximité.
- La préparation du chantier de dépose et la planification en fonction des besoins
- La dépose et le tri des isolants sur la base de tests simples réalisables sur le site de dépose (état du panneau, tenue mécanique à la manipulation, déviation sous son propre poids...)
- Le transport des panneaux sur le chantier destinataire

Points de vigilance :

Le réemploi des laines minérales demande une attention particulière.

Il convient de s'assurer en particulier que :

- Les laines minérales en place ont été fabriquées après l'année 2000
- Les laines minérales déposées disposent d'un espace de stockage à l'abri des intempéries

Le recyclage des laines minérales

Les déchets de laine minérale peuvent être évacués vers une plateforme de transit, regroupement et tri de déchets minéraux, ou bien directement vers une installation de recyclage.

Le tri des laines minérales permet de respecter les conditions d'entrée dans la filière de recyclage. Il s'agit notamment de les séparer des autres déchets comme les métaux, le bois ou les plastiques.

Préalablement à toute livraison, le maître d'ouvrage doit s'assurer que l'installation en question est autorisée à prendre en charge les déchets de type « laines de verre » ou « laines de roche ».

Traçabilité des déchets :

Le maître d'ouvrage peut établir un bordereau de suivi des déchets pour assurer leur traçabilité. Ce document devra être renseigné par le maître d'ouvrage, les détenteurs intermédiaires et l'exploitant de l'installation de traitement des déchets.

Les installations de transit, regroupement et tri

Les déchets de laine minérale acheminés vers des installations de transit, regroupement et tri seront triés s'ils sont en mélange, puis regroupés et conditionnés en balles, et seront stockés avant d'être envoyés vers une installation de recyclage.

Ces installations relèvent de la rubrique 2716 de la nomenclature installations classées pour la protection de l'environnement.

Les installations de recyclage

Les plateformes de recyclage réalisent les traitements nécessaires à l'élaboration de nouvelles laines minérales à partir des déchets reçus.

L'utilisation de laine de verre étant prédominante, la structuration de sa filière est plus développée que pour la filière de la laine de roche.

- **La laine de verre**

Les installations de recyclage qui acceptent les déchets de laine de verre réalisent les traitements nécessaires à leur réintégration dans une production de laine de verre.

Ces installations relèvent de la rubrique 2791 de la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement.

- **La laine de roche**

La filière de recyclage de la laine de roche est en cours de mise en place. Actuellement, certains producteurs recyclent les chutes récupérées sur les chantiers qu'ils ont eux-mêmes approvisionnés.

Ces installations relèvent de la rubrique 2791 de la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement.

L'élimination des laines minérales

Les déchets de laine minérale n'ayant pas les propriétés requises pour envisager une réutilisation sur un autre chantier ou dont l'état ne permet pas un recyclage peuvent être éliminés :

- Dans une installation d'incinération : ces installations relèvent de la rubrique 2771 de la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement
- Dans une installation de stockage de déchets non dangereux : ces installations relèvent de la rubrique 2760-2 de la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement

Traçabilité des déchets :

Le maître d'ouvrage peut établir un bordereau de suivi des déchets pour assurer leur traçabilité. Ce document devra être renseigné par le maître d'ouvrage, les détenteurs intermédiaires et l'exploitant de l'installation de traitement des déchets.



Les coûts de traitement

Installations de traitement :

- Installation de collecte, regroupement et tri de déchets : 115 – 170 € / tonne

Les conseils de gestion

- La réalisation d'un diagnostic PMD étendu à l'ensemble des bâtiments de la friche permet d'établir un inventaire complet et d'optimiser les possibilités de réutilisation et de recyclage de la laine minérale présente sur la friche
- Une réflexion doit être menée suite au diagnostic afin d'identifier les opportunités de réutilisation de la laine minérale sur d'autres chantiers
- La nature des produits de laine minérale (plaques, rouleaux) est un facteur déterminant leur mode de dépose et l'utilisation qui peut en être faite
- L'accessibilité des laines minérales sur le chantier est un point essentiel pour permettre leur récupération (insertion dans solives, utilisation de mortier adhésif, plaques vissées...)
- La qualité de la dépose des laines minérales est essentielle pour permettre une utilisation à l'identique

Encart 1 : Le diagnostic Produit-Matériaux-Déchets (PMD)

Décret n° 2021-821 du 25 juin 2021 relatif au diagnostic portant sur la gestion des produits, équipements, matériaux et déchets issus de la démolition ou de la rénovation significative de bâtiments.

Les dispositions s'appliquent aux opérations dont la surface cumulée de plancher est supérieure à 1 000 m² ou à celles concernant au moins un bâtiment « ayant accueilli une activité agricole, industrielle ou commerciale et ayant été le siège d'une utilisation, d'un stockage, d'une fabrication ou d'une distribution d'une ou plusieurs substances dangereuses ».

Le maître d'ouvrage a l'obligation de réaliser un diagnostic portant sur les produits de construction, les équipements constitutifs du bâtiment, les matériaux et les déchets issus des travaux de démolition ou de rénovation significative, préalablement au dépôt des demandes d'autorisation d'urbanisme et à la passation des marchés relatifs à ces travaux.

Le diagnostic doit être transmis par le maître d'ouvrage aux personnes physiques ou morales susceptibles de concevoir ou de réaliser les travaux en question.

Encart 2 : Propriétés techniques des laines minérales

Les documents de référence pris en compte dans le cadre de l'expérimentation ReQualif validant les performances techniques des laines minérales selon les usages sont présentés dans le tableau suivant :

Usages visés	Références
Isolation thermique par l'intérieur	DTU 25.41 DTU 20.1 et 23.1
Isolation en sous face des planchers bas	Recommandations professionnelles RAGE Guide pratique CSTB
Isolation de planchers de comble	CPT 3647
Isolation sous bardage rapporté	DTU 41.2 et CPT Bardage CPT 3316 - V2 du CST
Isolation de rampant de toiture	CPT 3560 CPT mise en œuvre des procédés d'isolation des combles
Isolation MOB (maison à ossature bois)	DTU 31.2



Le verre plat

Le verre est un matériau constitué d'une base de silice mélangée à d'autres matériaux tels que de la soude, du calcaire et du verre broyé issu du recyclage (le calcin).

Aujourd'hui la plupart des verres plats sont produits selon le procédé de flottage, par lequel le verre fondu est coulé sur un bain d'étain en fusion à 1 500 °C. Le ruban de verre qui flotte sur la surface plane du liquide est mis en forme et refroidi pour être découpé en plaques. Le verre plat peut également être fabriqué selon d'autres procédés moins utilisés comme l'étirage ou le laminage.

Les verres plats sont fabriqués sous forme de feuilles, produits principalement pour l'industrie du vitrage et des miroirs. Leur sens fait opposition à la famille des verres creux qui sont produits par l'industrie des verres d'emballage.

Les professionnels de ce secteur estiment qu'en 2017 seulement 10 000 tonnes de verre plat ont été recyclées en France, ce qui représente environ 5% du gisement total de verre plat de déconstruction évalué à 200 000 tonnes. Le verre plat issu de la construction, de la démolition et de la rénovation est encore majoritairement dirigé en installation de stockage de déchets [1].

La localisation du verre plat

Le verre plat est utilisé dans le second œuvre des bâtiments. Il se retrouve dans les menuiseries, les cloisons, les garde-corps, les façades vitrées, les vitrines, les équipements sanitaires et les miroirs.

Certains bâtiments sont constitués principalement de verre plat, comme les verrières ou les serres.

En France, le gisement de verre plat de déconstruction et de rénovation est constitué de deux tiers de façades vitrées et d'un tiers de fenêtres [1].

Le recyclage du verre plat

Les déchets de verre plat peuvent être évacués vers des installations de transit, regroupement et tri de déchets minéraux, ou bien directement vers des installations de recyclage.

Préalablement à toute livraison, le maître d'ouvrage doit s'assurer que ces installations sont autorisées à prendre en charge les déchets de verre plat.

- **L'engagement pour la croissance verte du verre plat**

Un Engagement pour la Croissance Verte (ECV) relatif au verre plat de déconstruction et de rénovation⁹ a été signé par des fédérations et des syndicats de la profession afin de promouvoir et de développer la filière de recyclage de ce type de verre. Il vise à impulser une dynamique de recyclage importante sur le territoire pour atteindre 80 000 tonnes collectées et triées annuellement en 2025. L'objectif à terme de cet engagement est de réintroduire 50% du verre plat collecté sur les chantiers dans la fabrication de nouveau verre plat.

- **Les déchets de verre plat admis en recyclage**

La nature des déchets de verre admis en recyclage dépend des techniques de traitement employées. Il est recommandé de se procurer le cahier des charges d'acceptation des déchets auprès du collecteur ou de l'industriel en charge du recyclage, afin de définir les procédures et les consignes de tri à transmettre aux opérateurs en charge de la déconstruction.

9- ECV sur le verre plat signé le 26 octobre 2017



Les produits en verre plat pouvant être acceptés dans les filières de recyclage sont :

- Les vitrages simples
- Les vitrages isolants doubles ou triples
- Les vitrages bas émissifs
- Les verres trempés, feuilletés
- Les verres décorés (laqués, sérigraphies...)
- Les verres de miroir

Certaines installations de recyclage admettent également les verres armés (composés d'un grillage).

Points de vigilance :

Les verres vitrocéramiques (résistants à la chaleur) ne peuvent pas être recyclés.

- **La collecte du verre plat sur chantier**

Le tri à la source de certains déchets de chantier, parmi lesquels les déchets de verre, est obligatoire¹⁰. Ainsi le maître d'ouvrage, et par voie de conséquence les entreprises effectuant les travaux, sont tenus de trier et collecter séparément les déchets de verre dans des bennes dédiées.

Les verres plats déposés ne doivent pas être souillés par d'autres déchets pour rentrer dans un nouveau cycle de production de verre plat. Ils doivent donc être collectés dans des bennes spécifiques permettant d'éviter le bris de verre.

- **Les procédés de déconstruction du verre plat**

La dépose des produits en verre sur un chantier demande du personnel formé aux mesures de sécurité. La dépose des éléments de petite taille se fait de façon manuelle, les façades et les grands éléments sont démantelés à l'aide d'un bras articulé équipé d'une ventouse à dépression contrôlée.

Pour cette activité qui a fait l'objet d'une analyse des risques, les travaux sont en partie mécanisés et ils sont réalisés par des opérateurs équipés d'EPI renforcés comme des manchettes en kevlar et des visières pleine face.

La collecte se fait au moyen de camions ou de bennes dédiées uniquement à la collecte du verre, mises à disposition sur le chantier par le recycleur ou le collecteur.

- **Le cas particulier des menuiseries**

Plus de huit millions de fenêtres et porte-fenêtre sont déposées chaque année. La collecte et le tri de ces menuiseries extérieures représente un enjeu important de valorisation des matériaux, dont le verre des vitrages. Afin de promouvoir les bonnes pratiques en vue d'une maîtrise de la qualité de collecte et du traitement des déchets de fenêtres, l'union des fabricants de menuiseries (UFME) a rédigé en 2019 une charte pour le recyclage des produits arrivant en fin de vie (cf. Encart 1).

¹⁰- Décret n° 2021-950 du 16 juillet 2021

Information préalable :

Une information préalable doit être communiquée à l'exploitant par le déposant des déchets de verre, indiquant le type et la quantité de déchets livrés¹¹. L'exploitant doit remettre au producteur des déchets un bon de prise en charge des déchets entrants.

Traçabilité des déchets :

Le maître d'ouvrage peut établir un bordereau de suivi des déchets pour assurer leur traçabilité. Ce document devra être renseigné par le maître d'ouvrage, les détenteurs intermédiaires et l'exploitant de l'installation de traitement des déchets.

Les installations de transit, regroupement et tri

Le verre plat de déconstruction acheminé vers des installations de transit, regroupement et tri, de déchets non dangereux de verre sera trié s'il est en mélange, puis regroupé et stocké avant d'être envoyé vers une installation de recyclage.

Ces installations relèvent la rubrique 2715 de la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement.

Les installations de recyclage

Les installations de recyclage du verre plat réalisent les traitements nécessaires à la transformation du verre en calcin. Suivant la qualité de calcin obtenu, il servira de matière première à la production de nouveaux produits comme la fibre de verre, la laine d'isolation, ou à produire du nouveau verre plat.

Pour rentrer dans un nouveau cycle de production de verre plat, les cahiers des charges des recycleurs exigent un calcin de qualité supérieure. Les débris de verre plat ou les verres souillés au contact d'autres déchets rentreront dans un circuit de recyclage plus classique.

Ces installations spécialisées utilisent des techniques classiques de tri manuel, broyage, criblage, tamisage, soufflage, séparation magnétique, et des technologies nouvelles de détection optoélectronique. C'est à l'issue de ces procédés que le calcin produit sera commercialisé auprès des industries du verre [2].

- Les installations de broyage du verre relèvent de la rubrique 2791 de la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement.
- Les installations de fabrication et de travail du verre qui utilisent des déchets de verre dans leur procédé de fabrication et qui disposent d'une aire d'entreposage de ces déchets relèvent des rubriques 2530 et 2715 de la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement.

Les coûts de traitement

Installations de traitement :

- Installation de collecte, regroupement et tri de déchets : 35 – 60 € / tonne

Lorsque le verre plat est associé à une menuiserie, le coût de prise en charge est de l'ordre de 75 € / tonne.

11-Arrêté du 15 octobre 2010 relatif aux prescriptions générales applicables aux installations de la rubrique 2715

Les conseils de gestion

- **Le diagnostic**

La réalisation d'un diagnostic PMD étendu à l'ensemble des bâtiments de la friche permet d'établir un inventaire complet du verre plat présent sur la friche et d'envisager des solutions de dépose et de collecte adaptées.

- **La collecte séparée**

L'installation de conteneurs dédiés uniquement à la collecte du verre doit être prévue conformément au décret «tri sept flux»¹². Pour permettre son recyclage, des conteneurs réservés uniquement au verre plat doivent être clairement indiqués sur le chantier.

- **La qualité de la dépose**

La qualité de la dépose du verre plat d'un bâtiment est essentielle pour effectuer un tri séparé et éviter ainsi la présence de verre cassé, qui risquerait d'être souillé et ne pourra pas être recyclé à des fins de production de nouveau verre plat.

- **Les points de collecte**

La FÉDÉRATION professionnelle des Entreprises du Recyclage (FEDEREC) a conçu une cartographie nationale des points de collecte du verre plat, qui identifie les collecteurs et recycleurs de verre plat référencés par les signataires de l'engagement pour la croissance verte sur le verre plat.

Cartographie : <http://recyclageverreplat.com/>

12- Décret n° 2021-950 du 16 juillet 2021

Encart 1 : Charte pour le recyclage des menuiseries (UFME)

En 2019, l'Union des Fabricants de MEnuiseries (UFME) a établi une charte pour le recyclage des produits arrivant en fin de vie [3]. L'engagement pris par les entreprises signataires consiste notamment à ne pas déposer les déchets de menuiseries en décharge publique, à les confier à un professionnel ainsi qu'à trier les déchets sur chantiers et à respecter un conditionnement pour préserver l'intégrité des produits verriers.

- **La première approche consiste à collecter les menuiseries entières sur chantier et les diriger vers une plateforme de gestion des déchets où elles seront démantelées**

La collecte doit faire l'objet d'un tri sélectif et requérir à des dispositifs de stockage assurant la conservation de l'intégralité des vitrages pendant le transport jusqu'à leur installation de traitement.

Les menuiseries intégrant des parties vitrées doivent être entreposées sur des supports garantissant la conservation de l'intégrité des vitrages pour assurer leur transport et leur stockage sur les points de regroupement de déchets.

- **La seconde approche consiste à démanteler les menuiseries sur chantier avec une collecte séparée des profilés et du vitrage**

Lorsqu'une séparation des composants est possible, elle est à privilégier pour faciliter le recyclage de chaque matériau. Une séparation des vitrages non collés dans les cadres ouvrants des menuiseries permettra de rediriger d'une part les éléments verriers vers les points de collecte ou de traitement du verre, et d'autre part les éléments non verriers (cadres et profilés) vers les installations de recyclage pour ces matériaux (bois, métal ou pvc).

Le stockage des parties vitrées doit prévenir toute contamination accidentelle par d'autres déchets ou éléments verriers reconnus comme polluants. Les cadres et les profilés de menuiseries doivent être isolés des autres déchets.

Le plâtre est un matériau de construction obtenu à partir d'une roche sédimentaire, le gypse. Un passage dans des broyeurs-cuiseurs à 150 °C permet d'évaporer l'eau qui est contenue dans la roche. La poudre de gypse ainsi obtenue constitue la base de tous les produits commercialisés à base de plâtre et permet de réaliser des enduits en plâtre.

Les propriétés isolantes et ignifuges du plâtre en font un matériau prisé dans la construction des bâtiments, il est utilisé dans 90% des chantiers du bâtiment sur le territoire français. Au niveau national, près de 107 000 tonnes de déchets de plâtre ont été recyclées en 2019 [1].

D'après le plan régional de prévention et de gestion des déchets, environ 43 000 tonnes de déchets de plâtre ont été recensés en 2017 sur la région Auvergne-Rhône-Alpes [2].

La localisation du plâtre

Le plâtre est utilisé dans le second œuvre des bâtiments. Il se retrouve dans les cloisons, les plafonds, les gaines techniques et dans de nombreux éléments décoratifs (corniches, rosaces...)

Le plâtre est présent sous la forme d'enduit de finition ou bien sous forme de produits commercialisés comme les plaques, les carreaux, les dalles ou encore les produits moulés.

Le recyclage du plâtre

Les déchets de plâtre peuvent être évacués vers des installations de transit, regroupement et tri de déchets minéraux, ou bien directement vers des installations de recyclage.

Préalablement à toute livraison, le maître d'ouvrage doit s'assurer que ces installations sont autorisées à prendre en charge les déchets de plâtre.

- **L'engagement pour la croissance verte du plâtre**

Un Engagement pour la Croissance Verte (ECV) relatif aux déchets de plâtre a été signé par des fédérations et des syndicats de la profession afin de promouvoir et développer la filière de recyclage du plâtre¹³. Il vise à impulser une dynamique de recyclage et de nouvelles pratiques avec pour ambition de recycler 250 000 tonnes de déchets de plâtre à l'horizon 2020.

- **La collecte du plâtre sur chantier**

La loi AGECE a fait évoluer le code de l'environnement au sujet de la collecte des déchets de plâtre sur chantier. Le tri à la source des déchets de plâtre sur chantier, est désormais obligatoire. Le maître d'ouvrage, et par voie de conséquence les entreprises effectuant les travaux, sont tenus de trier et collecter séparément les déchets de plâtre sur chantier dans des bennes dédiées¹⁴.

Les bennes doivent être placées à l'abri des intempéries ou être recouvertes afin de minimiser la présence d'humidité dans les déchets de plâtre collectés.

- **Les déchets de plâtre admis en recyclage**

La nature des déchets de plâtre admis en recyclage dépend des techniques de traitement employées. Il est recommandé de se procurer le cahier des charges d'acceptation des déchets auprès du collecteur ou de l'industriel en charge du recyclage, afin de définir les procédures et les consignes de tri à transmettre aux opérateurs de la déconstruction [3].

13- ECV sur le plâtre signé le 27 avril 2016

14- Article L541-21-2 du code de l'environnement

Les produits à base de plâtre admis dans les filières de recyclage sont [4] :

- Les plaques standard
- Les plaques hydrofuges
- Les plaques phoniques
- Les plaques anti-feu
- Les dalles de plafond
- Les cloisons alvéolaires
- Les carreaux

Certaines installations de recyclage admettent également les plaques associées à un isolant :

- Les plaques avec polystyrène
- Les plaques avec polyuréthane
- Les plaques avec laine de verre
- Les plaques avec laine de roche

Points de vigilance :

Les plaques de plâtre contenant de l'amiante ou du plomb, ainsi que les plaques renforcées avec de la cellulose ne peuvent pas être recyclées. Elles sont actuellement orientées vers des filières d'élimination.

Traçabilité des déchets :

Le maître d'ouvrage peut établir un bordereau de suivi des déchets pour assurer leur traçabilité. Ce document devra être renseigné par le maître d'ouvrage, les détenteurs intermédiaires et l'exploitant de l'installation de traitement des déchets.

Document préalable :

Le maître d'ouvrage doit renseigner un document préalable et le remettre à l'exploitant de l'installation de traitement avant toute livraison de déchets, au moment de celle-ci ou lors de la première d'une série de livraison.

Les installations de transit, regroupement et tri

Les bennes de collecte sont acheminées vers une installation de traitement où les déchets de plâtre seront triés s'ils sont en mélange puis regroupés et stockés avant d'être envoyés dans une installation de recyclage.

Les déchets de plâtre sont encore souvent collectés en mélange avec d'autres déchets. Une fois massifiés, ils sont acheminés vers un atelier de tri manuel pour les séparer des autres déchets. Ils seront ensuite dirigés vers une filière de recyclage ou d'élimination.

Ce type d'installation relève de la rubrique 2517 de la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement.

Les installations de recyclage

Les installations de recyclage du plâtre transforment les déchets de plâtre en poudre de gypse qui sera commercialisée auprès des industries plâtrières.

La transformation des déchets de plâtre consiste en un broyage et une séparation des résidus et autres matières solidaires des plaques de plâtre. Les techniques utilisées permettent d'obtenir une nouvelle poudre de gypse et de récupérer d'autres fractions de déchets qui seront recyclés dans leurs filières respectives.

Ce type d'installation relève de la rubrique 2515 de la nomenclature des installations classées pour l'environnement.

L'élimination du plâtre

Certains déchets de plâtre issus des chantiers de déconstruction ne sont pas recyclables (enduits et éléments structurels associés, mélange isolant paille/plâtre, plaques contenant de la cellulose etc.). Ils sont alors dirigés vers une installation de stockage de déchets non dangereux (ISDND) autorisée à réceptionner les déchets de plâtre dans une alvéole dédiée¹⁵.

Ce type d'installation relève de la rubrique 2760-2 de la nomenclature des installations classées pour l'environnement.

Traçabilité des déchets :

Le maître d'ouvrage peut établir un bordereau de suivi des déchets pour assurer leur traçabilité. Ce document devra être renseigné par le maître d'ouvrage, les détenteurs intermédiaires et l'exploitant de l'installation de traitement des déchets.

Les coûts de traitement

Installations de traitement :

- Installation de collecte, regroupement et tri : 70 – 90 € / tonne
- Installation de stockage de déchets non dangereux : 180 – 220 € / tonne

15- Arrêté du 19 janvier 2006 relatif aux ISDND

Les conseils de gestion

- **Le diagnostic**

La réalisation d'un diagnostic PMD étendu à l'ensemble des bâtiments de la friche permet d'établir un inventaire complet du plâtre présent sur la friche et d'envisager les solutions de collecte adaptées.

- **La collecte séparée**

L'installation de conteneurs dédiés uniquement à la collecte du plâtre doit être prévue conformément au décret «tri sept flux»¹⁶. Pour permettre son recyclage, des conteneurs réservés uniquement au plâtre doivent être clairement indiqués sur le chantier, et le personnel doit être sensibilisé à ces nouvelles pratiques.

- **L'intérêt économique**

L'élimination des déchets de plâtre dans des installations de stockage de déchets non dangereux habilitées à recevoir du plâtre est onéreuse. Il est économiquement plus avantageux d'orienter les déchets de plâtre vers des filières de recyclage plutôt que vers leur enfouissement.

- **Les points de collecte**

Le Syndicat National des Industries du Plâtre (SNIP) a conçu une cartographie nationale des points de collecte des déchets de plâtre, qui identifie les collecteurs et recycleurs référencés par les signataires de l'engagement pour la croissance verte sur le plâtre.

Cartographie : <https://collecteurs.lesindustriesduplatre.org/>

¹⁶ Décret n° 2021-950 du 16 juillet 2021



La terre cuite : briques, tuiles et céramiques

La terre cuite est un matériau obtenu par la cuisson de l'argile, une matière première présente en abondance dans le sous-sol. Les procédés de fabrication des différents produits de construction en terre cuite sont sensiblement les mêmes : malaxage, façonnage, séchage et cuisson. Selon le produit à fabriquer, les argiles peuvent être mélangées avec du sable ou d'autres éléments minéraux. La résistance des produits en terre cuite dépend ainsi de leur composition et de la température de cuisson.

Cette fiche concernera les produits en terre cuite suivants :

- Les tuiles
- Les briques
- Les céramiques

Les installations de la région Auvergne-Rhône-Alpes ont accueilli près de 105 000 tonnes de déchets de tuiles, briques et céramiques sur l'année 2016, dont 84% ont été recyclées [1].

La localisation des produits en terre cuite

Les bâtiments présents sur une friche peuvent contenir de nombreux produits de construction à base de terre cuite, en particulier :

- Les tuiles, qui sont des éléments de couverture des toitures
- Les briques, qui peuvent être utilisées pour la construction de murs, de cloisons, de cheminées ou pour la réalisation de parements, de carrelages ou de pavages
- Les céramiques, qui se retrouvent dans les revêtements de sol (carrelage), de mur (faïence) ou encore dans la porcelaine sanitaire

D'autres produits comme les conduits de fumées, les dalles, les bordures de jardin, les corniches et autres éléments décoratifs peuvent être fabriqués en terre cuite. Leurs traitements en tant que ressource minérale recyclable pourra être assimilé à celui des briques dans le présent document.

Le réemploi des produits en terre cuite

Un diagnostic des Produits, Matériaux et Déchets (PMD) est à réaliser obligatoirement avant tout travaux de déconstruction sur certains bâtiments (cf. Encart 1). Afin d'identifier au mieux les possibilités de réemploi des produits en terre cuite, il est recommandé d'étendre ce diagnostic à tous les types de bâtiment.

Plusieurs types de réemploi peuvent être envisagés par le maître d'ouvrage, selon que le produit est destiné à une utilisation en l'état ou à une utilisation après transformation.

Le réemploi sans transformation du produit

Parmi les produits de construction en terre cuite, les tuiles et les briques peuvent être réemployées sous certaines conditions.

- **Les tuiles**

Les tuiles en terre cuite occupent une place importante en matière de couverture, puisque 75% des toitures françaises en sont recouvertes. La durée de vie d'une tuile en terre cuite dépend de l'entretien et de la conception de la toiture. Il est admis que la durée de vie d'une tuile bien entretenue est de l'ordre de 100 ans. Ainsi, les tuiles qui n'ont pas de défaut d'aspérité et d'imperméabilité peuvent être réemployées pour couvrir de nouvelles toitures [2].

Une étude doit être réalisée afin de déterminer les caractéristiques du gisement de tuiles, de déterminer leurs caractéristiques (type, modèle, année de fabrication, solidité, imperméabilité, etc.) et d'identifier les possibilités de réemploi.

Après leur dépose, les tuiles doivent être triées, nettoyées et conditionnées sur palettes dans l'attente d'être réemployées pour un usage de couverture ou autre. Par exemple, les tuiles peuvent également servir d'éléments de remplissage des murs en gabion.

- **Les briques**

Il est possible de réemployer les briques pleines qui proviennent de murs maçonnés avec un mortier doux (à base de chaux, d'argile...) permettant de les nettoyer facilement. Le mortier au ciment, dont l'utilisation s'est généralisée à partir des années 1950, a des propriétés de résistance compromettant le nettoyage des briques. Les briques récupérées ne doivent pas avoir été en contact avec des substances dangereuses (provenant de cheminées, fosses...), elles doivent être résistantes au gel et suffisamment solides pour être aptes au réemploi pour un usage identique.

La proportion totale de briques pouvant être récupérées dépend de l'état et de l'usage de la maçonnerie d'origine. Elle est souvent de l'ordre de la moitié. Les briques de réemploi sont principalement utilisées pour de la maçonnerie décorative non-portante, en intérieur ou en extérieur [3].

Une étude doit être réalisée afin de déterminer les caractéristiques du gisement de briques, et de déterminer leur état et les possibilités de récupération.

Après une déconstruction sélective, les briques doivent être triées, nettoyées et conditionnées sur palettes dans l'attente de leur réemploi.

Le stockage des briques sur chantier se fait sur palette, sur un sol plat et sec. Les briques doivent être abritées des intempéries et protégées contre l'humidité ascendante, de manière à être sèches à l'air au moment de leur mise en œuvre.

- **Les céramiques**

Les céramiques sont généralement détruites lors de leur dépose, ce qui ne permet pas d'envisager une forme de réemploi. Les produits sanitaires à base de céramique peuvent quant à eux être réutilisés. Il convient de s'assurer au préalable de leur bon état de fonctionnement, et ils doivent être démontés avec précaution.

Le réemploi après transformation du produit

Les produits en terre cuite de type tuiles, briques et céramiques peuvent être récupérés et transformés afin d'être réemployés sur le site de la friche sous forme de granulats.

L'élaboration des granulats en terre cuite

La déconstruction sélective :

Une déconstruction sélective des produits en terre cuite consiste à les déposer et les séparer des éléments indésirables tels que le bois, les ferrailles, le plastique, le plâtre, les laines minérales. Cette étape garantit la qualité de la ressource et conditionne son réemploi.

Le concassage et le criblage :

Les produits en terre cuite ainsi triés sont ensuite transformés en granulats de terre cuite par des unités mobiles de concassage et de criblage installées sur l'emprise de la friche.

Les démarches administratives :

Les unités de concassage et criblage doivent être enregistrées ou déclarées auprès du service des installations classées pour la protection de l'environnement, au titre de la rubrique 2515. Le régime de l'enregistrement ou de la déclaration dépend de la puissance des machines concourant simultanément au fonctionnement et de la période de fonctionnement de l'installation :

- Déclaration : demande à faire en ligne sur <https://www.service-public.fr> récépissé fourni sans délai d'instruction.
- Enregistrement : dépôt de dossier à faire en préfecture avec décision délivrée dans un délai de cinq mois. Cette démarche doit être anticipée pour tenir compte du délai d'instruction de la demande

L'utilisation des granulats de terre cuite

Les granulats de terre cuite obtenus par concassage peuvent servir de matériau de drainage, ou bien être utilisés pour la réalisation d'aménagements paysagers comme des murs en gabion ou des paillages décoratifs.

Broyés en granulats plus fins, ils peuvent également servir à la réalisation de cheminements piétonniers ou de terrains en terre battue.

En mélange avec d'autres granulats, ils peuvent être utilisés comme matériaux de remblai ou pour la réalisation de sous-couches. Dans ce cadre, leur taux d'incorporation et leurs usages sont encadrés par des guides reconnus par la profession [4].

Le recyclage de la terre cuite

Les déchets de terre cuite peuvent être évacués vers une plateforme de transit, regroupement et tri de déchets inertes, ou bien directement vers une plateforme de recyclage.

Ces déchets peuvent être identifiés sous les appellations « Briques », ou « Tuiles et céramiques ».

Préalablement à toute livraison, le maître d'ouvrage doit s'assurer que l'installation est autorisée à prendre en charge les déchets de type « Brique » ou « Tuiles et céramiques ».

Traçabilité des déchets :

Le maître d'ouvrage peut établir un bordereau de suivi des déchets pour assurer leur traçabilité. Ce document devra être renseigné par le maître d'ouvrage, les détenteurs intermédiaires et l'exploitant de l'installation de traitement des déchets.

Document préalable :

Le maître d'ouvrage doit renseigner un document préalable et le remettre à l'exploitant de l'installation de traitement avant toute livraison de déchets, au moment de celle-ci ou lors de la première d'une série de livraison.

Les installations de transit, regroupement et tri

Les déchets de terre cuite acheminés vers des installations de transit, regroupement et tri seront triés s'ils sont en mélange, puis regroupés et stockés avant d'être envoyés vers une installation de recyclage.

Ces installations relèvent de la rubrique 2517 de la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement.

Les installations de recyclage

Les plateformes de recyclage réalisent les traitements nécessaires à l'élaboration de différents matériaux à partir des déchets de terre cuite.

Ces installations relèvent de la rubrique 2515 de la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement.

Les coûts de traitement

Unité de concassage/criblage :

L'élaboration de granulats se fait au moyen d'une unité de concassage/criblage dont le coût dépend de la capacité de production du matériel et du prix de l'acheminement sur le chantier.

Hors transport, on peut estimer le coût de la mise à disposition du matériel :

- Concasseur : 1 200 – 2 000 € / jour
- Crible : 400 – 600 € / jour
- Pelle : 600 – 700 € / jour

Installations de traitement :

- Installation de recyclage : 2 – 3 € / tonne
- Installation de collecte, regroupement et tri : 20 – 35 € / tonne

Les conseils de gestion

- La réalisation d'un diagnostic PMD étendu à l'ensemble des bâtiments de la friche permet d'établir un inventaire complet et d'étudier de façon optimale les possibilités de réutilisation et de recyclage des produits et matériaux en terre cuite présents sur la friche
- Une réflexion doit être menée suite au diagnostic afin d'identifier les opportunités de réutilisation des tuiles ou des briques, soit en l'état, soit pour la réalisation d'aménagements paysagers à base de terre cuite transformée
- La qualité de la déconstruction et du tri des produits en terre cuite est essentielle pour permettre un réemploi identique à leur usage initial
- Les démarches administratives nécessaires à l'installation de certains matériels de chantier doivent être suffisamment anticipées pour répondre aux délais d'instruction
- Les opérations de déconstruction, les traitements et le stockage de matériaux nécessitent une gestion adaptée de l'espace disponible sur l'emprise de la friche

Encart 1 : Le diagnostic Produit-Matériaux-Déchets (PMD)

Décret n° 2021-821 du 25 juin 2021 relatif au diagnostic portant sur la gestion des produits, équipements, matériaux et déchets issus de la démolition ou de la rénovation significative de bâtiments.

Les dispositions s'appliquent aux opérations dont la surface cumulée de plancher est supérieure à 1 000 m² ou à celles concernant au moins un bâtiment « ayant accueilli une activité agricole, industrielle ou commerciale et ayant été le siège d'une utilisation, d'un stockage, d'une fabrication ou d'une distribution d'une ou plusieurs substances dangereuses ».

Le maître d'ouvrage a l'obligation de réaliser un diagnostic portant sur les produits de construction, les équipements constitutifs du bâtiment, les matériaux et les déchets issus des travaux de démolition ou de rénovation significative, préalablement au dépôt des demandes d'autorisation d'urbanisme et à la passation des marchés relatifs à ces travaux.

Le diagnostic doit être transmis par le maître d'ouvrage aux personnes physiques ou morales susceptibles de concevoir ou de réaliser les travaux en question.



ANNEXE - B

Références des fiches opérationnelles

Pour aller plus loin

Le béton

- [1] L'industrie française des granulats (données 2017) – UNICEM, UNPG – édition 2019
- [2] <http://www.dechets-chantier.ffbatiment.fr/faq.html>
- [3] Guide d'utilisation en travaux publics des graves de déconstruction – CEREMA – avril 2014
- [4] Spécificités des bétons de granulats recyclés – AFCG – juillet 2019

L'enrobé bitumineux

- [1] Bilan environnemental 2017 – Routes de France – juin 2018
- [2] Responsabilité des maîtres d'ouvrage et dispositions à prendre – note d'info n°27 – IDDRIM – décembre 2013
- [3] Guide d'acceptabilité environnementale de matériaux alternatifs en technique routière – CEREMA – janvier 2016
- [4] Guide d'utilisation en travaux publics des graves de déconstruction – CEREMA – avril 2014
- [5] Guide du recyclage des agrégats d'enrobés dans les mélanges bitumineux à chaud - CEREMA - juin 2021
- [6] Matériel pour le recyclage en installations de production d'enrobés – note d'info n°26 – IDDRIM – juin 2013

Les terres excavées

- [1] Plan régional de prévention et de gestion des déchets – Région Auvergne-Rhône-Alpes – décembre 2019
- [2] Guide d'utilisation en travaux publics des graves chaulées – CETE – mars 2013

Les laines minérales

- [1] Les fibres minérales artificielles siliceuses – AFSSET – octobre 2008
- [2] Les laines minérales d'isolation, bonnes pratiques d'utilisation – INRS – septembre 2013
- [3] ReQualif : Requalification & Réemploi de composants de construction – Emmaüs France, CSTB, CSFE – novembre 2017

Le verre plat

- [1] <https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/recyclage-du-verre-plat-engagement-croissance-verte>
- [2] <http://www.idverre.net/veille/dostec/recyclage-batiment/recyclage-batiment.php>
- [3] <https://www.ufme.fr/developpement-durable/la-charte-dengagement-pour-le-recyclage-des-menuiseries-en-fin-de-vie>

Pour aller plus loin

Le plâtre

[1] <https://www.lesindustriesduplatre.org/>

[2] Plan régional de prévention et de gestion des déchets – Région Auvergne-Rhône-Alpes – décembre 2019

[3] <https://www.democles.org/fiche/platre/>

[4] Guide de conception et de fonctionnement des installations de traitement des déchets du BTP – FFB, ADEME – mars 2014

La terre cuite

[1] Analyse des filières de gestion des déchets du BTP en Auvergne-Rhône-Alpes – CERC – mars 2018

[2] <https://www.latuileterrecuite.com/les-avantages-de-la-tuile/>

[3] <https://opalis.eu/fr/materiaux/briques>

[4] Guide d'utilisation en travaux publics des graves de déconstruction – CEREMA – avril 2014

Sites internet

- IDfriches : <https://www.idfriches-auvergnerrhonealpes.fr/>
- CEREMA : <https://www.cerema.fr/fr>
- INDURA : <http://www.indura.fr/>
- AXELERA : <https://www.axelera.org/fr>



IDfriches
Auvergne-Rhône-Alpes

Retrouvez-nous :

www.idfriches-auvergnerrhonealpes.fr



IDfriches Auvergne-Rhône-Alpes



@IDfriches