

Granulats reciclés : Conditions de Valorisation

Economie Circulaire
des déchets de C&D
Document rédigé par NOBATEK/INEF4

SOMMAIRE

Introduction
En Synthèse

04

08

Chap. I

Exigences et guides pour la valorisation des granulats dans les betons, en usages routiers et en remblaiement de carriere

1.1. EXIGENCES GÉNÉRALES

- 1.1.1. | Producteur de déchets (Maître d'ouvrage)
- 1.1.2. | Installations de tri et de valorisation des déchets inertes du BTP
- 1.1.3. | Guide général associé aux déchets du BTP

1.2. GRANULATS POUR BÉTON : EXIGENCES ET GUIDES ASSOCIÉS

- 1.2.1. | Normes béton et granulats
- 1.2.2. | Guides

1.3. GRANULATS POUR USAGE ROUTIER : EXIGENCES ET GUIDES ASSOCIÉS

- 1.3.1. | Généralités
- 1.3.2. | Couches de surface (roulement ou liaison)
- 1.3.3. | Structures de chaussée (couche de fondation et de base)
- 1.3.4. | Remblais et couches de forme
- 1.3.5. | Pistes cyclables (stabilisé)

1.4. GRANULATS POUR REMBLAIEMENT DE CARRIÈRES : EXIGENCES ET GUIDES ASSOCIÉS

- 1.4.1. | Normes
- 1.4.2. | Réglementation associée au remblaiement de carrières
- 1.4.3. | Guides

Chap. II

Contexte marché

37

OBJECTIFS PUBLICS ET ENGAGEMENTS PRIVÉS DES INDUSTRIES 2.1.

- Objectifs publics | 2.1.1.
- Engagements privés des industries | 2.1.2.

ECONOMIE 2.2.

ENTREPRISES ET SITES 2.3.

CONDITIONS DE DÉVELOPPEMENT DU RECYCLAGE 2.4.

INTÉGRATION DANS LES DOCUMENTS D'APPEL D'OFFRES 2.5.



48

Chap. III

Liens entre la France et l'Espagne

3.1 RÉGLEMENTATION SUR LES DÉCHETS

France / Navarre
Comparatif

3.2 CONDITIONS DE VALORISATION DES DÉCHETS INERTES DE C&D

3.2.1 | Valorisations en construction routière

3.2.2 | Valorisation dans les bétons

3.2.3 | Valorisation en pistes forestières et pistes cyclables

3.2.4 | Valorisation en remblaiement de carrières

Chap. IV

Annexes

68

ANNEXE 1

Listes de documents utiles

ANNEXE 2

Caractéristiques et exigences des matériaux mixtes utilisés en technique routière

ANNEXE 3

Valeurs limites à respecter pour les matériaux alternatifs utilisés en technique routière (par famille et application)

ANNEXE 4

Exemple de fiche d'information / de traçabilité

ANNEXE 5

Exemple de fiche technique produit

ANNEXE 6

Valeurs limites de substance dans des déchets envoyés en remblaiement de carrières



INTRODUCTION

Ce guide est issu des travaux menés dans le cadre du projet Interreg Poctefa **RCDiGreen** (<https://rcdigreen.eu/fr/accueil/>). Il vise à rappeler et vulgariser les conditions de valorisation des déchets inertes du BTP. Il s'appuie pour cela sur les principaux textes réglementaires et guides existants que le lecteur pourra ensuite consulter. Le guide propose également une analyse générale du contexte et une approche comparative entre le modèle réglementaire français et l'espagnol.

Le guide est principalement destiné aux Maîtres d'ouvrage et Maîtres d'œuvre se penchant sur la question de l'usage des granulats recyclés dans leurs projets (en construction ou démolition, et dans les filières du béton, des travaux publics ou de l'exploitation de carrière). Il est ensuite dirigé à l'ensemble de la chaîne de valeur.

Partenaires du projet :





EN SYNTHÈSE

➤ REGLEMENTATION GENERALE

- La Maîtrise d'ouvrage d'un chantier est considérée comme le détenteur original du déchet et est responsable jusqu'à sa valorisation ou élimination.
- Les dépôts sauvages et l'élimination de déchets non ultimes sont interdits. Les déchets valorisables doivent valorisés.
- Les installations de tri et de valorisation des déchets du BTP sont sous le régime des ICPE¹. L'acceptation des déchets en entrée est liée à la typologie générale du déchet (liste d'inertes reconnus) et à des contrôles de polluants éventuels (visuels et lixiviation).

➤ RECYCLAGE DANS LES BETONS

- Les bétons sont normalisés (NF EN 206/CN). La norme autorise l'usage de granulats recyclés dans les formulations de béton et conditionne les pourcentages d'introduction au type de granulats recyclés, à la classe d'exposition du béton et à la classe de résistance du béton visée. Ex : un béton, dans un environnement non agressif et sans risques de carbonatation (XC0), pourra intégrer jusqu'à 60 % de granulats de type 1 (haute qualité), 30% de type 2. Les granulats de type 1 sont globalement des granulats propres de béton recyclé. Les granulats recyclés de types 2 et 3 ne peuvent être utilisés que pour des bétons de classe C25/30.
- Les granulats pour béton, naturels ou recyclés, doivent respecter les spécifications de la norme NF EN 12620 plus des spécifications complémentaires liées à la classification du granulats, au retrait au séchage, à la présence d'impureté et de substances chimiques (Chlorures, sulfates, etc.)
- La norme française NF P18-5453 peut éventuellement être appliquée en sus pour les exigences nationales complémentaires à la NF EN 12620.
- Le projet national RECYBETON a abouti à un ensemble de recommandations permettant d'aller plus loin dans l'introduction de granulats recyclés et un guide de référence.

¹ Installations Classées pour la Protection de l'Environnement

² NF EN 12620 : « Granulats pour béton »

³ NF P 18-545 : Granulats - Éléments de définition, conformité et codification



➤ RECYCLAGE EN CONSTRUCTION ROUTIERE

- On distingue les utilisations en granulats pour enrobés (NF EN 13108-1⁴) et les autres utilisations en structure de chaussées (sous-couche, couche de forme...) et remblais.
- Dans le cas de la valorisation en enrobés,
 - ✓ l'utilisation d'agrégats recyclés d'enrobés est maintenant courante et les spécifications pour les agrégats d'enrobés sont spécifiquement définis dans la norme NF EN 13108-8⁵.
 - ✓ les granulats pour enrobés (mélanges hydrocarbonés), y compris recyclés mais autres que les agrégats d'enrobés, sont soumis au respect de la norme NF EN 13043⁶. Les exigences générales de la norme sont applicables à tous les granulats, naturels comme recyclés.
- En structures routières et remblais, la possibilité de valorisation est tout d'abord liée aux critères d'acceptabilité (liés à des seuils de lixiviation) selon des types d'usages et configurations. Ces seuils sont définis dans les *guides d'acceptabilité de matériaux alternatifs en techniques routières*⁷ du CEREMA, dont un est spécifique aux déchets inertes du BTP.
- D'un point de vue technique,
 - ✓ les granulats traités ou non traités pour les structures de chaussées sont soumis aux exigences de la norme NF EN 132428. Les exigences pour les granulats recyclés sont les mêmes que pour les granulats naturels.
 - ✓ les graves non traitées (GNT), qui représentent la majorité de l'utilisation des granulats recyclés de construction et de démolition, sont soumises aux exigences de la norme NF EN 132859. Là encore, aucune exigence particulière n'est définie pour les granulats recyclés, mis à part la nécessité de classification selon l'annexe A de la norme.
- Pour le recyclage dans la construction de pistes cyclables (en matériaux compactés ou en stabilisés), il n'existe aucune norme spécifique et il faudra se référer au guide d'acceptation de matériaux alternatifs du CEREMA ainsi que les normes NF EN 13242 et NF EN13285.
- La valorisation en remblaiement de carrière est liée à la réglementation des ISDI (Installation de stockage des déchets inertes). Aucune spécification technique n'est demandée pour le matériau. En revanche, des exigences de contrôle de la propreté sont définies. Selon, le déchet est accepté ou refusé. Certains déchets inertes (bétons, briques, etc.) sont automatiquement considérés comme acceptables s'ils ne sont pas souillés.

➤ CONTEXTE DE MARCHÉ

- La Commission Européenne (Directives Cadres sur les déchets, Circular Economy Action plan, etc.) et les états membres, ici la France (Programme national sur les déchets, FREC, Loi LTECV, Loi AGECE, RE2020, etc.) se sont définis des objectifs et instruments réglementaires en faveur de l'Economie Circulaire, amenant directement et indirectement à la promotion de la valorisation des déchets du BTP.

⁴ Mélanges bitumineux - Spécifications des matériaux - Partie 1 : enrobés bitumineux

⁵ Mélanges bitumineux - Spécifications pour le matériau - Partie 8 : agrégats d'enrobés

⁶ Granulats pour mélanges hydrocarbonés et pour enduits superficiels utilisés dans la construction des chaussées, aérodromes et d'autres zones de circulation
⁷http://www.bretagne.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/2016-01_guide_setra_materiaux_de_deconstruction_du_btp.pdf

⁸ Granulats pour matériaux traités aux liants hydrauliques et matériaux non traités utilisés pour les travaux de génie civil et pour la construction des chaussées

⁹ Graves non traitées - Spécifications



- De nombreux acteurs du secteur privé s'engagent également dans cette voie (ex. chartes d'engagement proposé par le CSF).
- D'un point de vue économique, les granulats recyclés ne sont pas intrinsèquement moins coûteux à produire que les granulats naturels (issus de sites d'extraction et de fabrication optimisés). La différence se fera généralement au niveau des coûts de transport. La proximité des sites de recyclage (notamment pour les zones urbaines) par rapport aux sites d'extraction de granulats naturels sera le plus souvent le levier majeur.
- Au-delà des questions économiques, d'importants efforts de sensibilisation de la chaîne de valeur et des donneurs d'ordres, sont nécessaires pour développer l'usage des granulats recyclés.
- Plusieurs guides (MATério, 3AR-NOBATEK, CD64, AUDAP) sont disponibles pour aider les Maîtres d'ouvrages et Maîtres d'œuvre à la rédaction des pièces de marchés intégrant une gestion vertueuse des déchets ou une demande en matériaux recyclés pour leurs constructions.

CHAP. I

EXIGENCES POUR LA
VALORISATION DES
GRANULATS RECYLÉS DANS
LES BÉTONS, EN
CONSTRUCTION ROUTIÈRE ET
EN REMBLAIEMENT
DE CARRIÈRE





1.1. EXIGENCES GENERALES

En France, le cadre législatif de base imposant des dispositions en vue de l'élimination des déchets (y compris déchets de construction et de démolition) est le suivant : Loi n°75-633 du 15/07/1975 et loi n°92-946 du 13/07/1992¹⁰. De façon générale, le cadre législatif s'applique à deux acteurs : le producteur (maitre d'ouvrage) et le recycleur.

La Loi n° 2020-105 du 10 février 2020 relative à la lutte contre le gaspillage et à l'économie circulaire (loi AGECE¹¹) introduit elle une notion de REP pour les produits de construction et de déconstruction. Sa mise en application est prévue pour 2022.

1.1.1. Producteur de déchets (Maître d'ouvrage)

À l'initiative des travaux, le Maître d'ouvrage est, au sens du code de l'environnement, le producteur des déchets générés sur ses chantiers. À ce titre, il est responsable de leur gestion jusqu'à leur élimination ou valorisation finale, même lorsqu'il décide de faire assurer tout ou partie de cette gestion par un tiers (article L.541-2).

Il a notamment pour obligations de :

- ✓ **Prévenir et de réduire** la production et la nocivité des déchets, notamment en agissant sur la conception, la fabrication et la distribution des substances et produits et en favorisant le réemploi, ainsi que de diminuer les incidences globales de l'utilisation des ressources et d'améliorer l'efficacité de leur utilisation (article L.541-1) ;
- ✓ **Mettre les moyens nécessaires** afin que leur gestion se fasse sans mettre en danger la santé humaine et sans nuire à l'environnement, y compris en organisant leur transport (article L.541-1). Ce transport doit être organisé selon un principe de proximité (article L.541-1 4°). Tout producteur ou détenteur de déchets s'assure que la personne à qui il les remet est autorisée à les prendre en charge ;
- ✓ **Caractériser** les matériaux de déconstruction du BTP générés (article L.541-7-1). En particulier, il doit détecter la présence de substances dangereuses (amiante, goudron, etc.) ;
- ✓ **Communiquer** les informations concernant l'origine, la nature, les caractéristiques et les quantités des matériaux de déconstruction du BTP qu'il décide de remettre à un tiers (article L.541-7)

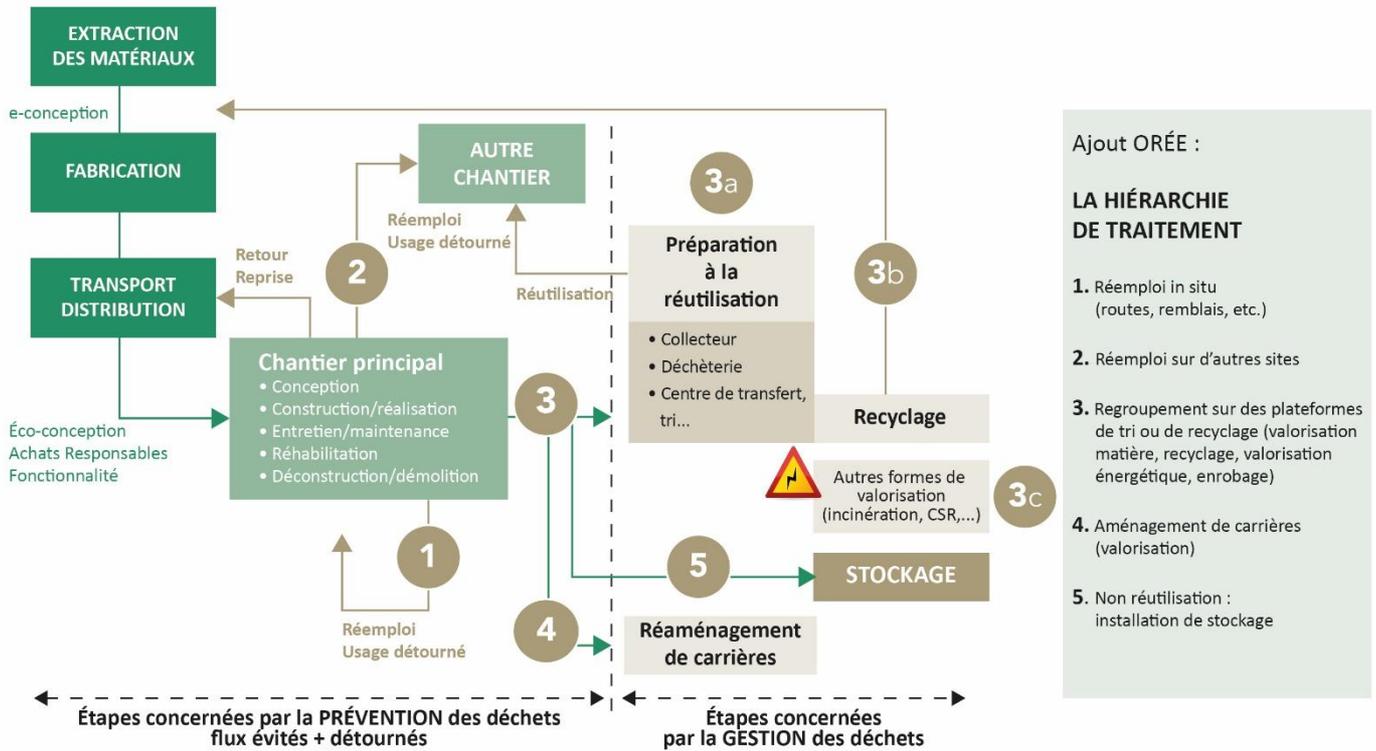
Les producteurs ou les détenteurs de déchets ne peuvent éliminer ou faire éliminer dans des installations de stockage de déchets que des **déchets ultimes** (Article L541-2-1). Est ultime un déchet qui n'est plus susceptible d'être réutilisé ou valorisé dans les conditions techniques et économiques du moment, notamment par extraction de la part valorisable ou par réduction de son caractère polluant ou dangereux.

Les producteurs de déchets et les détenteurs de déchets en organisent la gestion en respectant la hiérarchie des modes de traitement définie au 2 « du II » de l'article L. 541 1 (préparation en vue de la réutilisation, recyclage, tout autre valorisation, notamment énergétique puis élimination en dernier recours¹²). Cette hiérarchisation réglementaire est enrichie et déclinée sous format illustratif par Orée dans le guide « *Comment mieux déconstruire & valoriser les déchets du BTP ?* » (voir ci-dessous).

¹⁰ https://www.biltagarbi.com/wp-content/uploads/2019-02-05_CEREMA_LESBATS.pdf

¹¹ <https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000041553759/>

¹² La définition des différents termes (réutilisation, valorisation...) est donnée dans l'article L541-1-1



Ajout ORÉE :

LA HIÉRARCHIE DE TRAITEMENT

1. Réemploi in situ (routes, remblais, etc.)
2. Réemploi sur d'autres sites
3. Regroupement sur des plateformes de tri ou de recyclage (valorisation matière, recyclage, valorisation énergétique, enrobage)
4. Aménagement de carrières (valorisation)
5. Non réutilisation : installation de stockage

La prévention et la gestion des déchets Source : ADEME¹⁶

Ajout ORÉE : LA HIÉRARCHIE DE TRAITEMENT

1. Réemploi in situ (routes, remblais, etc.)

2. Réemploi sur d'autres sites

3. Regroupement sur des plateformes de tri ou de recyclage (valorisation matière, recyclage, valorisation énergétique, enrobage)

4. Aménagement de carrières (valorisation)

5. Non réutilisation : installations de stockage

Figure -1 : La hiérarchie de traitement des déchets du BTP

L'ordre de priorité du mode de traitement peut être modifié pour certains types de déchets si cela est prévu par un plan institué en application des articles L. 541 11 1, L. 541 13, L. 541 14 ou L. 541 14 1 couvrant le territoire où le déchet est produit. Cet ordre de priorité peut également être modifié si cela se justifie compte tenu des effets sur l'environnement et la santé humaine, et des conditions techniques et économiques. La personne qui produit ou détient les déchets tient alors à la disposition de l'autorité compétente les justifications nécessaires¹³. L'article L541-1 précise de plus qu'un maître d'ouvrage devra « **valoriser sous forme de matière 70 % des déchets du secteur du bâtiment et des travaux publics en 2020** » (L.541-1-I-6°).

A l'autre bout de la chaîne, concernant la demande en matériaux, la loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte du 17 Août 2015 exige :

« A partir de 2020, l'État et les collectivités territoriales justifient chaque année, et pour l'État à une échelle régionale :

- a) Qu'au moins 60 % en masse de l'ensemble des matériaux utilisés pendant l'année dans leurs chantiers de construction routiers sont issus du réemploi, de la réutilisation ou du recyclage de déchets ;
- b) Et que, pour les matériaux utilisés pendant l'année dans les chantiers de construction et d'entretien routiers parmi ces matériaux, au moins 20 % en masse des matériaux utilisés dans les couches de surface et au moins 30 % en masse des matériaux utilisés dans les couches d'assise sont issus du réemploi, de la réutilisation ou du recyclage de déchets. »¹⁴

¹³ Informations issues de la présentation « Les marchés de travaux au service de l'économie circulaire » (DREAL PACA / Service Prévention des Risques, 2017)

¹⁴ <https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000031044385/2020-11-09/>

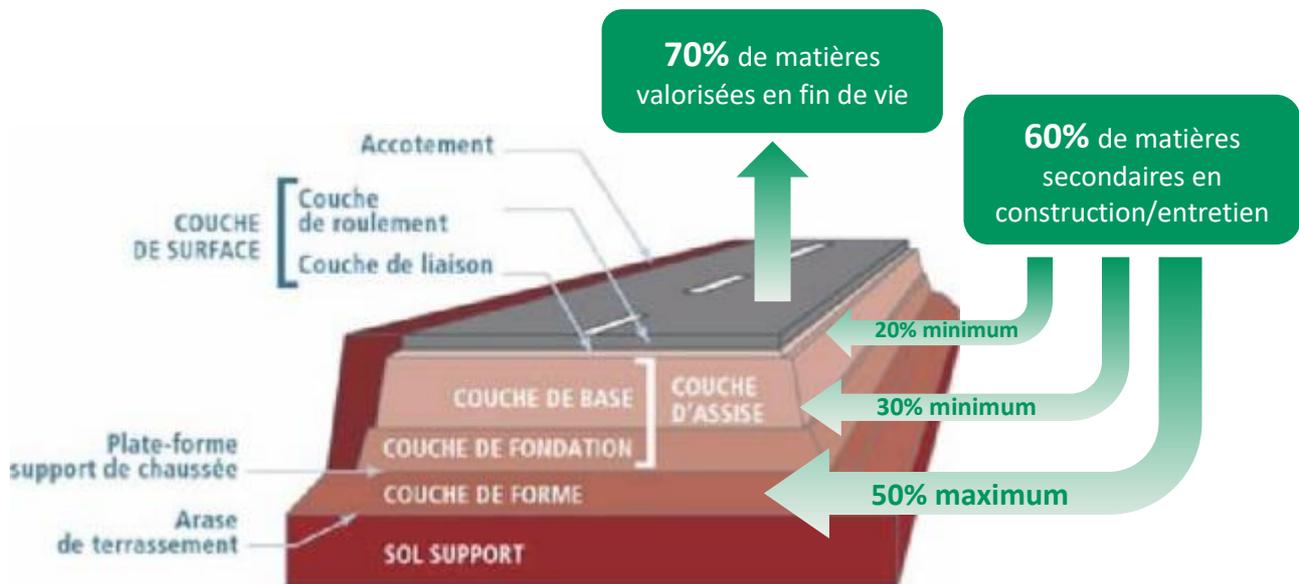


Figure Erreur ! Il n'y a pas de texte répondant à ce style dans ce document.-2 : Obligation législative associée à l'utilisation de matières secondaires dans la construction routière publique, son entretien et sa fin de vie, en France.

A noter que si le contexte réglementaire se durcit, des moyens sont aussi mis en place pour que les installations soient en mesure de prendre en charge ces nouveaux intrants. Le décret n° 2012-1304 réforme la rubrique 2515 des ICPE, pour les installations de broyage et de concassage. Cette simplification administrative vise à conforter le recyclage des matériaux du BTP, tout en maintenant un niveau de protection de l'environnement satisfaisant.

Enfin, précisons qu'en France les dépôts illégaux de déchets du bâtiment sont susceptibles de coûter 75 000€ d'amende et 2 ans d'emprisonnement (L. 541-46 9°). Cette peine est aussi valable pour toute personne recevant sur un terrain lui appartenant des déchets à des fins de réalisation de travaux d'aménagement, de réhabilitation ou de construction et recevant une contrepartie financière pour l'utilisation de ces déchets (exception des utilisations des déchets dans des ouvrages supportant un trafic routier, et des carrières en activité).

1.1.2. Installations de tri et de valorisation des déchets inertes du BTP

Les sites de tri et de valorisation des déchets sont soumis au régime des ICPE, elles-mêmes régies par le Code de l'environnement. Le « *Guide de conception et de fonctionnement des installations de traitement des déchets du BTP*¹⁵ » de la FFB/ADEME/SRBTP fournit toutes les informations essentielles à l'ouverture et au fonctionnement de ces installations.

L'exploitant d'un centre de valorisation des déchets du BTP a pour obligation de tenir trois registres :

- ✓ Le registre d'**admission** des matériaux de déconstruction du BTP entrants, conformément à l'article 1 de l'arrêté du 29 février 2012, avec les originaux des documents d'accompagnement remis par leurs producteurs
- ✓ Le registre des matériaux de déconstruction du BTP **refusés** en entrée de site ;

¹⁵ <https://www.sedre.fr/media/guide-de-conception-et-de-fonctionnement-des-installations-de-traitement-des-dechets-du-btp.pdf>



- ✓ Le registre des matériaux routiers **vendus**, conformément à l'article 2 de l'arrêté du 29 février 2012

Conseils à l'exploitant concernant le contrôle des entrants (issus du guide CEREMA) :

Type de matériaux	Procédure à suivre pour contrôler les entrants
Enrobés	<p>Avant la livraison ou au moment de celle-ci, ou lors de la première série de livraisons d'un même type de matériau bitumineux, son producteur fournit à l'exploitant :</p> <ul style="list-style-type: none">• Les résultats de la mesure de la teneur en HAP (16 US-EPA) ;• Une attestation motivée prouvant l'absence de fibres d'amiante ou le résultat du test de détection d'amiante mené suivant la réglementation en vigueur ;• La description des modalités d'échantillonnage ayant conduit aux résultats. <p>L'exploitant de l'installation procède à la vérification de l'ensemble de documents d'accompagnement prévus par la réglementation et réalise un contrôle visuel du chargement à l'entrée de l'installation ainsi que lors du déchargement du camion. S'il le juge nécessaire, l'exploitant de l'installation effectue, à son initiative, toutes analyses – complémentaires ou contradictoires – lui permettant d'apprécier la possibilité d'admettre le chargement sur son site.</p> <p>Au vu des éléments fournis et des contrôles effectués, l'exploitant accepte ou refuse le chargement.</p>
Autres matériaux	<p>Il est conseillé à l'exploitant d'exiger systématiquement de la part du producteur du matériau de déconstruction :</p> <ul style="list-style-type: none">• Les résultats des essais de lixiviation menés conformément à la norme NF, EN 12457-2, les éluats étant dosés pour les paramètres suivants : As, Ba, Cd, Cr total, Cr VI, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb, Sb, Se, Zn, chlorures, fluorures, sulfates, COT et fraction soluble ;• Les résultats des analyses en contenu total pour les paramètres suivants : COT, BTEX, PCB, HCT (C10 à C21 et C10 à C40) et HAP (16 US-EPA) ;• La description des modalités d'échantillonnage ayant conduit aux résultats. <p>L'exploitant de l'installation procède à la vérification des documents d'accompagnement prévus par la réglementation et réalise un contrôle visuel du chargement à l'entrée de l'installation ainsi que lors du déchargement du camion. L'acceptation de matériaux de déconstruction pour lesquels les documents d'accompagnement remis par le producteur sont dépourvus des résultats des analyses physico-chimiques mentionnées ci-avant est laissée à la discrétion de l'exploitant.</p> <p>Au vu des éléments fournis et des contrôles effectués, l'exploitant accepte ou refuse le chargement.</p>

Tableau -1 Conseils associés au contrôle des déchets du BTP proposé à un centre de valorisation des déchets

La réception d'un déchet dans une plateforme de recyclage doit suivre le procédé décrit ci-dessous (extrait du guide « *Utilisation en technique routière des graves recyclées issues de la déconstruction* » de Novabuild¹⁶)

¹⁶ https://ensemble77.fr/images/Materiaux/Betons/manuel_novabuild_graves_recyclees_2019.pdf

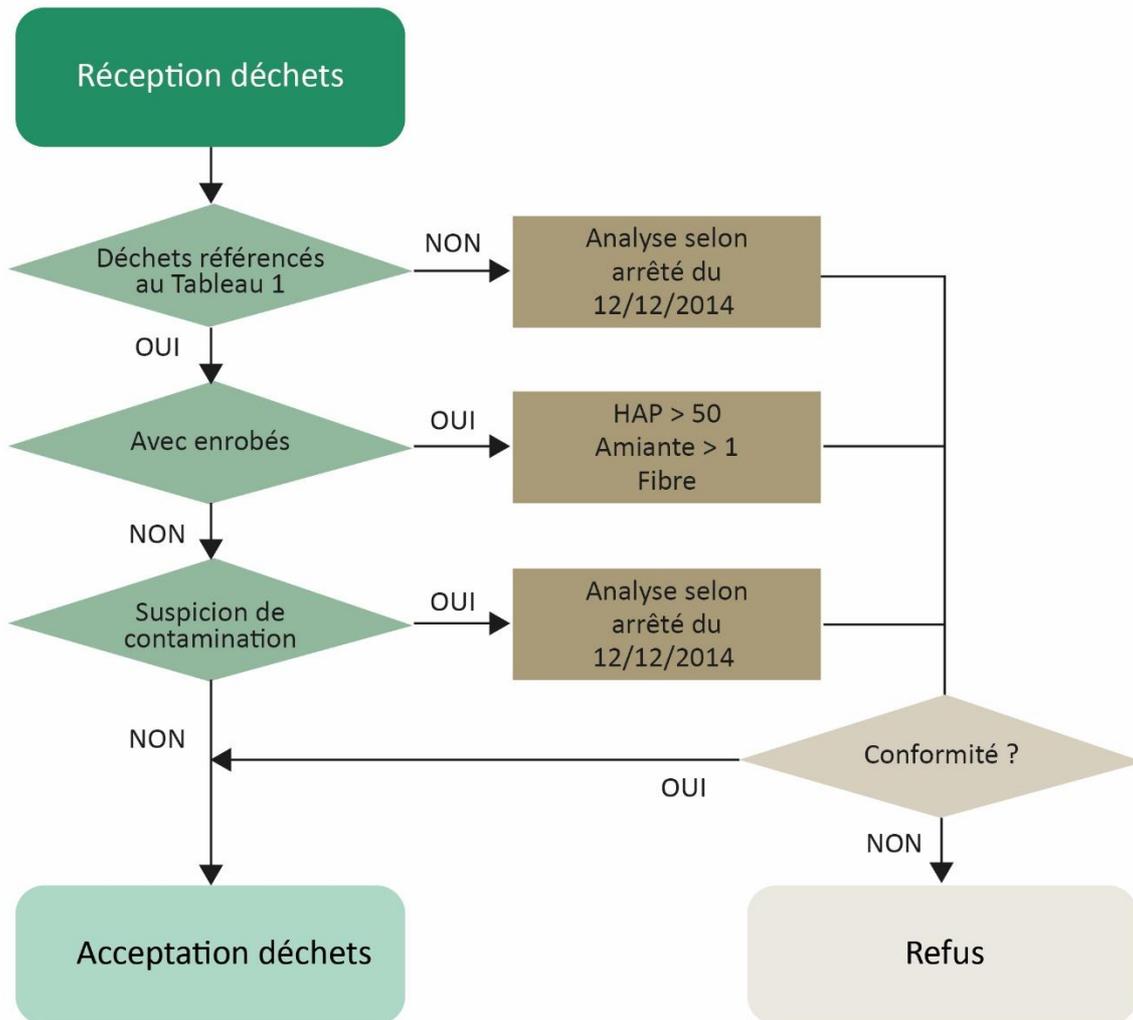


Figure **Erreur ! Il n'y a pas de texte répondant à ce style dans ce document.**-3: Logigramme associée à l'acceptation de déchets dans une plateforme de recyclage

Les matériaux de déconstruction recyclés directement sur le même chantier après élaboration (concassage/crible) ne sont pas considérés comme des déchets et n'ont donc pas obligation à se conformer aux exigences réglementaires relatives au déchet. Le tableau 1 mentionné dans le logigramme est le suivant :



Nature des constituants	Codes déchets	Restrictions
<ul style="list-style-type: none"> Béton de déconstruction ou d'ouvrage de génie civil y compris les retours de bétons prêts à l'emploi non appliqués durcis Poteaux, bordures et pavé de béton Sables et graves traitées aux liants hydrauliques à usage routier 	17 01 01 Béton	Uniquement les déchets de production et de commercialisation ainsi que les déchets de construction et de démolition ne provenant pas de sites contaminés, tirés
<ul style="list-style-type: none"> Briques non réfractaires 	17 01 02 Briques	
<ul style="list-style-type: none"> Tuiles et céramiques 	17 01 03 Tuiles et céramiques	
<ul style="list-style-type: none"> Mélanges de béton, tuiles et céramiques ne contenant pas de substances dangereuses 	17 01 07	
<ul style="list-style-type: none"> Verre et matériaux à base de fibre de verre 	07 02 02 Verre 10 11 03 15 01 07 19 12 05	Sans cadre ou montant de fenêtre
<ul style="list-style-type: none"> Graves et granulats non traités, pavés 	17 05 04 Terres et cailloux ne contenant pas de substance dangereuse 20 02 02 Terres et pierres	A l'exclusion de la terre végétale, de la tourbe et des terres et cailloux provenant de sites contaminés
<ul style="list-style-type: none"> Mélanges bitumeux (enrobés...) 	17 03 02 Enrobés	Matériaux ne contenant pas de goudron ni d'amiante

Figure **Erreur ! Il n'y a pas de texte répondant à ce style dans ce document.-4** : Catégories de matériaux acceptés sur les plates-formes de recyclage sans analyses préalable (caractérisation des polluants).

1.1.3. Guide général associé aux déchets du BTP

Le guide « *Comment mieux déconstruire & valoriser les déchets du BTP ?* » (Orée, novembre 2018)¹⁷ permet de suivre les étapes et actions nécessaires à la bonne gestion et valorisation des déchets du BTP (de tout type, dont les déchets inertes). Le guide livre des bonnes pratiques à adopter et des cas d'étude dans lesquels ces bonnes pratiques ont été mises en œuvre.

1.2.GRANULATS POUR BETON : EXIGENCES ET GUIDES ASSOCIES

1.2.1. Normes béton et granulats

Les exigences normatives associées à la valorisation des granulats (y compris recyclés) dans des bétons sont définies :

- ✓ De façon générale dans la NF EN 206 *Béton - Spécification, performances, production et conformité* (norme générale associée au béton et à ses constituants) et la norme NF EN 13369 : *produits béton préfabriqués* (qui renvoie à la NF EN 206)

¹⁷ https://www.union-habitat.org/sites/default/files/articles/pdf/2018-11/guide_comment_mieux_deconstruire_et_valoriser_les_dechets_du_ptp.pdf



- ✓ Et de façon spécifique dans les normes **NF EN 12620 Granulats pour béton** et NF P 18 545 *Granulats - Éléments de définition, conformité et codification* (normes associées aux granulats non légers¹⁸).

En plus des normes listées ci-dessus, le béton pour un usage en chaussée est encadré par :

- ✓ La norme NF EN 13877-1 : *Chaussées en béton - Partie 1 : Matériaux* - Octobre 2013.
- ✓ La norme NF P98-335 : *Chaussées urbaines - Mise en œuvre des pavés et dalles en béton, des pavés en terre cuite et des pavés et dalles en pierre naturelle* - Mai 2007

Pour les granulats issus de béton, notons le guide RECYBETON « Comment recycler le béton dans le béton¹⁹ » présentant toutes les exigences réglementaires pour les granulats recyclés et les formulations de bétons.

1.2.2. Norme « Béton » (NF EN 206/CN)

La norme NF EN 206/CN définit les exigences associées au béton et à ses constituants (ciment, granulats et eaux). Elle traite les exigences associées aux granulats de la façon suivante :

- ✓ Les exigences **fondamentales** associées aux granulats sont présentes en partie 5.1.3 et 5.2.3 de la norme.
- ✓ Des exigences **complémentaires** sont présentes en Annexe D et E de la norme (l'annexe E3 décrivant « les recommandations pour l'utilisation de gravillons **recyclés** »)

Il est intéressant de noter que parmi les évolutions introduites dans la norme NF EN 206/CN vis-à-vis des versions précédentes, une évolution concerne les granulats recyclés : « Possibilités d'utilisation des Granulats recyclés : Taux de substitution en fonction des classes d'exposition ». Le tableau suivant donne les types de granulats et % d'introduction en fonction des classes d'exposition du béton.

Type de granulat recyclé	Classe d'exposition			
	X0	XC1, XC2	XC3, XC4, XF1, XD1, XS1	Autres classes d'exposition
Gravillon de Type 1	60	30	20	0 ^a
Gravillon de Type 2	40	15 ^a	0 ^a	0 ^a
Gravillon de Type 3	30	5	0	0
Sable	30	0	0	0

^a : Pour les bétons de chaussées, un taux de substitution de 20 % est autorisé pour les gravillons provenant de la déconstruction des couches de base et de roulement des chaussées routières ou aéroportuaires et dont la traçabilité est assurée. Ces taux sont vérifiés en arrondissant le taux de substitution au % le plus proche.

Tableau 2 Taux maximum (%) de substitution par type de granulat recyclé.

Type 1 : toutes les caractéristiques sont CRb (granulats recyclés de **qualité haute**).

Type 2 : toutes les caractéristiques sont CRb ou CRc (granulats recyclés de **qualité intermédiaire**).

Type 3 : toutes les caractéristiques sont CRb ou CRc ou CRd (granulats recyclés de **qualité basse**).

¹⁸ Le granulat léger est un granulat d'origine minérale, après séchage à l'étuve, dont la masse volumique est inférieure ou égale à 2 000 kg/m³ telle que déterminée dans l'EN 1097-6, ou dont la masse volumique en vrac est inférieure ou égale à 1 200 kg/m³ telle que déterminée dans l'EN 1097-3. Les granulats recyclés ne sont pas des granulats légers.

¹⁹ <https://www.pnrecybeton.fr/recostrybeton/>



Les travaux menés au sein du projet RECYBETON conduisent à proposer des taux d'incorporation plus élevés pour les gravillons recyclés de type 1 et 2²⁰.

La codification CRb, CRc et CRd est définie dans le tableau ci-dessous :

Code	Constituants Principaux Rcu (%)	Constituants secondaires			
		Rb (%)	Ra (%)	XRg (%)	FL (cm ³ /kg)
CR _A	Vsi 95	Vss 10	Vss 1	Vss 0.5	Vss 0.2
CR _C	Vsi 90	Vss 10	Vss 10	Vss 1	Vss 2
CR _D	Vsi 70	Vss 30	Vss 10	Vss 2	Vss 2

Tableau **Erreur ! Il n'y a pas de texte répondant à ce style dans ce document.**-3 Classification CRb, CRc et CRd de granulats recyclés en fonction des valeurs spécifiées inférieures (Vsi) et des valeurs spécifiées supérieures (Vss) de différents constituants

Rc : béton, produits en béton, mortier, éléments de maçonnerie en béton contenus dans un granulats recyclé

Ru : granulats non liés, pierre naturelle, granulats traités aux liants hydrauliques contenus dans un granulats recyclé

Rcu : correspond à Rc+Ru

Rb : éléments en argile cuite (briques et tuiles), éléments en silicate de calcium, béton cellulaire non flottant contenus dans un granulats recyclé

Ra : matériau bitumineux contenu dans un granulats recyclé

X : argiles, sols, métaux ferreux et non ferreux, bois, plastiques, caoutchouc non flottants, plâtres contenus dans un granulats recyclé

Rg : verres contenus dans un granulats recyclé

FL matériau flottant (exprimé en volume) contenu dans un granulats recyclé

Vss & Vsi : Notions de fuseaux de régularité avec Valeurs Spécifiées Supérieures et Inférieures, associées à des valeurs d'incertitudes d'essais dépendant de sa répétabilité et de sa reproductibilité

La NF EN 206-1 CN complète l'exigence associée au taux de substitution des granulats naturels par des granulats recyclés à l'aide de la mention suivante : « **Les gravillons recyclés de Type 2 et 3 ainsi que les sables recyclés ne peuvent être utilisés que pour des bétons de résistances inférieures ou égales à C25/30** », ce qui regroupe des bétons courants mais non techniques.

Les paragraphes ci-dessous détaillent quelques éléments issus de la NF EN 206/CN.

Les granulats issus de l'économie circulaire sont définis selon trois catégories :

- ✓ Granulat récupéré par lavage : granulats obtenu par lavage du béton frais²¹
- ✓ Granulat récupéré par concassage : granulats obtenu par concassage du béton durci, qui n'a pas été précédemment utilisé en construction
- ✓ Gravillon recyclé : granulats obtenu par traitement de matériaux minéraux auparavant utilisés en construction

a) **Granulats récupérés (par lavage ou concassage)**

Ces granulats sont couverts par les recommandations suivantes (« 5.2.3.3 Granulats récupérés ») :

- Les granulats récupérés peuvent être utilisés comme granulats pour béton, à condition qu'ils soient uniquement **utilisés en interne** par le producteur ou par un groupe de producteurs.
- Si les granulats récupérés ne sont **pas criblés**, la quantité de granulats récupérés ajoutée ne doit **pas représenter plus de 5 %** (en masse) de la quantité totale de granulats.

²⁰ Pour les détails complets, voir la partie 3 du document suivant « Comment recycler le béton dans le béton » https://www.pnrecybeton.fr/wp-content/uploads/2018/11/RECYBETON_Recommandations_2018-11-26.pdf

²¹ Le lavage du béton frais est une technique consistant à mettre en valeur les granulats de surface du béton. Cette technique entraîne le « décapage » de la surface, expulsant des granulats liés au mortier en surface. Le béton lavé est principalement esthétique.



- Lorsque la quantité de granulats récupérés par lavage ajoutée représente plus de 5 % (en masse) de la quantité totale de granulats, les granulats récupérés doivent être criblés en séparant les gravillons et les sables, et être conformes à l'EN 12620.
- Lorsque la quantité de **granulats récupérés par concassage ajoutée représente plus de 5 %** (en masse) de la quantité totale de granulats, les granulats récupérés doivent être traités **comme des granulats recyclés**.

Conseil de valorisation simple de granulats récupérés pour un fabricant de produit béton :

A l'inverse des granulats recyclés, les granulats récupérés (provenant de perte lors de la mise en œuvre) sont des granulats simples à revaloriser dans des produits béton. Le fabricant a ainsi intérêt à récupérer ses propres pertes, ne pas les mélanger directement avec des déchets à trier mais les stocker pour les utiliser dans tout type de béton à hauteur de 5% ou dans des béton C16/20 (béton de propreté par exemple).

b) Granulats recyclés

Ces granulats sont couverts par les recommandations en « 5.2.3.4 Granulats recyclés » de la NF EN 206/CN, renvoyant à l'annexe E (qui renvoie à la norme NF P 18-545) et à la note « NA.5.1.3 Granulats ». Extraits de la note « NA.5.1.3 Granulats » :

- ✓ Les granulats recyclés doivent être conformes aux spécifications des normes **NF EN 12620 + A1 et NF P 18-545** ;
- ✓ Ils ne peuvent être utilisés pour la réalisation de **bétons précontraints**.
- ✓ Ils doivent être conformes aux valeurs et catégories définies par essais listés dans les tableaux NA.3 à NA.5.

Le rapport « Comment recycler le béton dans le béton, recommandations du projet national RECYBETON »²² résume les normes d'essais applicables aux granulats recyclés :

²² https://www.pnrecybeton.fr/wp-content/uploads/2018/11/RECYBETON_Recommandations_2018-11-26.pdf



Norme d'essai	Applicable aux GR	Applicable aux GR mais norme à réviser/adapter	Non applicable aux GR
NF EN 1097-1 : Résistance à l'attrition (micro-Deval)	X		
NF EN 1097-2 : Résistance à la fragmentation (Los Angeles)	X		
NF EN 1367-1 : Résistance au gel	X		
NF EN 1097-6 : Détermination à la masse volumique et de l'absorption d'eau	X		
NF EN 1744-1 : Analyse chimique (Chlorures et sulfates solubles dans l'eau)	X		
NF EN 1744-5 : Détermination des sels chlorures solubles dans l'acide	X		X Norme inadaptée, bien que rédigée spécifiquement pour les granulats recyclés. Privilégier la mesure des chlorures dans l'eau (NF EN 1744-1)
NF EN 1744-6 : Détermination de l'influence d'un extrait de granulats recyclés	X		
NF EN 933-1 : Analyse granulométrique par tamisage	X		
NF EN 933-11 : Essai de classification des gravillons recyclés selon leur composition	X		
NF EN 933-3 : Coefficient d'aplatissement	X		
NF EN 933-9 : Essai de valeur au bleu	X		
XP P 18-543 : Analyse pétrographique	X		
XP P 18-544 : Dosage des alcalins solubles	X		
NF P 18-594 : alcali-réaction ¹⁰ Essais cribles (microbar, autoclave) Essai long terme	X	X Application difficile liée à la forte absorption d'eau	

Tableau 4 Normes d'essais granulats appliquées aux granulats recyclés

1.2.2.1. Normes « Granulats » (NF EN 1260 et NF P18-545)

La norme sur les bétons (NF EN 206/CN) renvoie, pour les granulats, aux exigences spécifiées dans les normes « granulats » : NF EN 12620 + A1 et NF P 18-545. La norme NF EN 12620 est d'application obligatoire (si mise sur le marché du granulats) et peut le cas échéant être complétée par la NF P18-545.



NF EN 12620 : Granulats pour béton

Les granulats recyclés doivent premièrement respecter les exigences générales applicables aux granulats naturels fournies dans la norme en termes d'essais à réaliser et de marquage. Des exigences complémentaires sont ensuite définies pour les granulats recyclés.

- **Classification des gravillons recyclés (NF EN 12620. 5.8 Classification des gravillons recyclés)**

Les gravillons recyclés doivent respecter une classification (type 1, 2 ou 3, voir Tableau 2 du présent rapport). Les proportions des différents constituants des granulats recyclés, mesurés selon la NF EN 933-11, et amenant aux catégories de granulats recyclés sont exprimés au chapitre 4.8 Tableau 20 de la norme.

La NF EN 12620 définit des exigences à l'entrée d'un centre de production de granulats : « Il convient que les procédures de contrôle à l'entrée en vue du recyclage permettent d'identifier : la nature du matériau d'origine, la source et le lieu d'origine ainsi que le fournisseur et le transporteur ». Ce matériau doit donc être caractérisé en amont et classé suivant la classification 1, 2 ou 3 avant d'être stocké et vendu.

- **Retrait au séchage des bétons (NF EN 12620. 5.7.2 Stabilité volumique — Retrait au séchage)**

Le retrait au séchage des granulats utilisés dans un béton structural ne doit pas dépasser 0,075% mais la norme ne fournit pas de conditions associées au cas des granulats recyclés contenant des matières expansibles (chaux éteinte...) ²³.

- **Impact des impuretés sur le processus de cimentation (NF EN 12620)**

La présence d'impuretés organiques légères doit être recherchée conformément à l'EN 1744-1 et l'EN 1744-6 ²⁴. Les granulats recyclés doivent alors sur demande faire l'objet d'une évaluation visant à déterminer l'influence des matériaux solubles dans l'eau des granulats sur le temps de prise initial de la pâte de ciment conformément à l'EN 1744-6. La modification du temps de prise initial doit être conforme aux exigences du tableau suivant :

Modification du temps de prise initial, t_e (min)	Catégorie (A)
≤ 10	A ₁₀
≤ 40	A ₁₀
≤ 40	A _{Déclarée}
Non requis	A _{NR}

Tableau-5 Catégories d'influence des matériaux solubles dans l'eau sur le temps de prise initial de la pâte de ciment

Si les granulats recyclés contiennent des matériaux à base de ciment, alors l'essai de résistance au gel-dégel peut être évalué suivant l'EN 1367-1 et non pas l'essai au sulfate de magnésium qui n'est alors plus approprié.

La NF EN 12620 mentionne les commentaires suivants associés aux substances potentiellement présentes dans les granulats recyclés :

- ✓ **Chlorures** : « Dans la plupart des granulats recyclés, la teneur en ions chlorure est susceptible d'être faible. La teneur en chlorures solubles à l'acide, déterminée conformément à l'EN 1744-5, surestimera probablement la disponibilité des chlorures, et il convient d'utiliser cette valeur dans le calcul de la teneur en ions chlorure du béton. Cela peut en effet fournir une marge de sécurité supplémentaire. »

²³ Partie 5.7.2 de la NF EN 12620

²⁴ Partie 6.4.1 de la NF EN 12620 + A1 (l'EN 1744-6 est appelé par le complément national A1)



- ✓ **Sulfates** : « Les sulfates solubles dans l'eau présents dans les granulats recyclés, déterminés conformément à l'EN 1744-1, sont pour l'essentiel des sulfates potentiellement réactifs (par exemple le plâtre) et peuvent également engendrer une rupture du béton par gonflement. »
- ✓ **Réaction alcali-silice** : « L'utilisation de granulats recyclés peut influencer sur l'utilité des précautions ci-dessus. Dans le cas de granulats de béton recyclés, il sera nécessaire de s'assurer que le béton d'origine ne contient pas de granulats réactifs (ou présentant une réactivité) et si la teneur en alcalins du nouveau béton (ou du ciment qu'il contient) est limitée, de déterminer et de prendre en compte la teneur en alcalins du granulats de béton recyclé. Dans le cas général de granulats recyclés, il conviendra de considérer le matériau comme potentiellement réactif, à moins que la preuve de sa non-réactivité n'ait été faite. Dans les deux cas, il convient de prendre en compte la possibilité d'une variabilité imprévue de la composition »
- ✓ **Constituants préjudiciables à la prise et au durcissement du béton** : « Les constituants des granulats recyclés qui peuvent avoir un effet préjudiciable sur le temps de prise et le durcissement du béton peuvent être inorganiques et, en conséquence, non détectés par les modes opératoires donnés en 15.3 de l'EN 1744-1:1998. Il convient donc d'utiliser les modes opératoires donnés dans l'EN 1744-6 pour les granulats recyclés ».

- **Test exigé pour des granulats recyclés (NF P 18-545)**

La NF P 18-545 mentionne en partie 5.8 que « tout granulats naturel dans lequel est incorporé du granulats recyclé, quel qu'en soit le pourcentage doit faire l'objet de tests prévus pour les granulats naturels auxquels s'ajoutent les tests complémentaires prévus pour les granulats recyclés. ». Pour plus d'information sur ces tests complémentaires : voir le Tableau 4 du présent rapport.

1.2.3. Guides

Le guide RECYBETON, issu du programme national de recherche éponyme, est reconnu par le secteur :

https://www.pnrecybeton.fr/wp-content/uploads/2018/11/RECYBETON_Recommandations_2018-11-26.pdf

Ce guide permet de :

- Comprendre les enjeux environnementaux des granulats recyclés dans le béton
- Connaître les spécifications associées production, caractérisation, utilisation des granulats recyclés
- Connaître les spécifications associées à la production des bétons contenant des granulats recyclés
- Avoir quelques précautions pour la mise en œuvre, en plus d'exemple de réalisation.





Le guide livre des recommandations associées à chaque étape de la chaîne de valeur du granulat recyclé.

➤ Production de granulats recyclés

Concernant la caractérisation et le contrôle des granulats recyclés, le projet national RECYBETON recommande de respecter les exigences propres aux granulats recyclés pour béton des normes NF 12620 et NF P 18-545, avec les ajustements suivants :

- Lorsque le béton est soumis à un environnement XF3 ou XF4, chaque lot de gravillons recyclés utilisé doit faire l'objet d'un essai de gélivité ;
- Pour la prévention de l'alcali-réaction, l'utilisation des essais crible (essai microbar et essai à l'autoclave) est à éviter ; il faut privilégier le bilan des alcalins et/ou l'essai à long terme ;
- Les chlorures solubles doivent être déterminées dans l'eau et non dans l'acide.

Dans le cas de prémélanges de sable ou de gravillon, le taux de mélange doit être indiqué sur la fiche technique du produit.

Figure-5: recommandations associées à la production de granulats recyclés (extrait du projet RECYBETON)

➤ Taux de substitution des granulats recyclés et durabilité du béton

Le projet national RECYBETON recommande, au vu des études réalisées et dans le respect des exigences de durabilité du béton :

- De prendre en compte un nouveau taux de sulfates plafond pour le granulat recyclé, en limitant plus sévèrement le taux de sulfates pour l'ensemble des granulats de la formule ;
- D'utiliser le bilan des alcalins ou l'essai à long terme pour évaluer le risque de développement de l'alcali-réaction d'une formule de béton recyclé ;
- D'utiliser des valeurs limites de taux d'incorporation des granulats recyclés supérieures aux valeurs indiquées dans la norme NF EN 206/CN :2014, pour les gravillons recyclés de type 1 ou 2, et pour les sables recyclés présentant une absorption d'eau limitée. Ces valeurs dépendent, pour chaque type de granulat recyclé considéré, de la classe d'exposition du béton et du rapport Eeff/Lequi. Ces valeurs limites sont valables quelle que soit la résistance à la compression du béton.

Figure 6: recommandations associées à la composition des granulats recyclés et au taux de substitution dans des bétons (extrait du projet RECYBETON)

➤ Dimensionnement des ouvrages

L'usage des granulats recyclés peut s'envisager non seulement pour le béton armé, mais aussi pour le béton précontraint dans les conditions cependant plus restrictives. Pour le dimensionnement des ouvrages en béton contenant des granulats recyclés, le projet national RECYBETON recommande :

- D'utiliser les règles actuelles de calcul définies dans l'Eurocode 2 lorsque le taux d'incorporation des granulats recyclés est faible, hors usage dans le béton précontraint ;
- De modifier forfaitairement certains modèles de calcul de l'Eurocode 2 pour des taux intermédiaires. Sont concernés par ces modifications : la densité, la résistance en traction, le module d'élasticité, le fluage et le retrait, la relation ($\sigma - \varepsilon$) en compression pour l'analyse non-linéaire, l'analyse des effets du second ordre et certains paramètres d'état limite de service (ELS) et d'état limite ultime (ELU) ;
- Pour les dosages les plus élevés, en complément des modifications forfaitaires précédentes, de mettre en place des procédures afin de limiter la variabilité des propriétés du béton recyclé, et de contrôler expérimentalement les propriétés mécaniques critiques du matériau.

Figure7: recommandations associées au dimensionnement des ouvrages contenant des granulats recyclés (extrait du projet RECYBETON)

➤ Mise au point des formulations des bétons



Pour la formulation des bétons contenant des granulats recyclés, le projet national RECYBETON recommande d'appliquer la démarche générale de formulation des bétons (à base de granulats naturels), sous réserve de prendre en compte certaines spécificités, en veillant notamment à :

- Prendre une marge de sécurité plus importante sur la résistance à la compression moyenne visée ;
- Vérifier certaines propriétés secondaires (par exemple le module élastique, la résistance en traction, le retrait ou le fluage) lorsqu'elles sont critiques pour le projet de construction ;
- Evaluer le rapport Eeff/Lequi en prenant en compte la proportion volumique des granulats recyclés ;
- Ajuster l'eau efficace en fonction de la proportion des granulats recyclés et de la nature des granulats naturels ;
- Prendre en compte l'absorption d'eau importante des granulats recyclés dans le calcul de l'eau totale du mélange.

Figure-8: recommandations associées à la formulation des bétons contenant des granulats recyclés (extrait du projet RECYBETON)

➤ Production du béton contenant des granulats recyclés

L'utilisation de granulats recyclés dans le béton nécessite quelques adaptations dans son procédé de fabrication. Les recommandations RECYBETON portent sur :

- Le stockage de coupures supplémentaires ou l'utilisation de prémélanges ;
- L'impact des moindres performances du granulats recyclés : absorption plus forte, humidité potentiellement plus forte, résistance à l'attrition et à la fragmentation plus faible.

Figure-9: recommandations associées à la production des bétons contenant des granulats recyclés (extrait du projet RECYBETON)

➤ Contrôle du béton contenant des granulats recyclés

Lorsque la présence de granulats recyclés dans le béton est prise en compte dans la conception de l'ouvrage, la densité du béton devra être contrôlée en même temps que la résistance en compression.

De plus, pour les forts taux de recyclage, les propriétés mécaniques critiques pour le projet devront être également surveillées par un programme de contrôle approprié.

Par ailleurs, le bon de livraison du béton prêt à l'emploi doit être adapté selon les taux de substitution adoptés.

Figure-10: recommandations associées au contrôle du béton contenant des granulats recyclés (extrait du projet RECYBETON)

Le rapport RECORD « *Intégration de déchets en construction. Comparaison des approches européennes et recommandations pour la définition d'une procédure d'évaluation* ²⁵ » résume les limites de l'utilisation de granulats recyclés dans les bétons de construction : « ces granulats présentent en général des caractéristiques physico-chimiques (teneurs en sulfates et sulfure provenant du plâtre, teneur en matières organiques) ainsi qu'une porosité et une absorption d'eau plus élevées que celles des granulats naturels. Ces caractéristiques limitent donc leur emploi à une **substitution partielle** des granulats naturels. »

²⁵ https://www.record-net.org/storage/etudes/18-0165-1A/rapport/Rapport_record18-0165_1A.pdf



1.3.GRANULATS POUR USAGE ROUTIER : EXIGENCES ET GUIDES ASSOCIES

Le guide « *Acceptabilité environnementale de matériaux alternatifs en technique routière* » du CEREMA s'applique de façon générique, indépendamment de la source du déchet et de son application future. Ce guide a ensuite été décliné pour des gisements spécifiques de déchets, dont ceux du BTP²⁶.

1.3.1. Généralités

Les granulats recyclés sont classés en **trois familles**²⁷ (voir tableau suivant) via des tests de caractérisation de la matière :

Nom de la famille	Définition
Béton	Famille constituée des matériaux alternatifs élaborés à partir de matériaux de déconstruction du BTP composés de plus de 90 % en masse de béton , de granulats (liés ou non), de terre cuite et de verre (Rcug+ Rb ≥ 90 au sens de la norme NF EN 933-11)
Enrobé	Famille constituée des matériaux alternatifs élaborés à partir de matériaux de déconstruction du BTP et composés de plus de 80 % en masse d'enrobé (Ra ≥ 80 au sens de la norme NF EN 933-11) ou disposant d'une fiche technique selon la norme NF EN 13108-8
Mixte	Famille constituée des matériaux alternatifs ne répondant pas aux définitions des familles « BÉTON » ou « ENROBÉ », ou ne respectant pas les valeurs limites environnementales associées

Tableau 6 Famille de matériaux recyclés en usage routier - définition (source : CEREMA)

Nom de la famille	Nature des matériaux constituant cette famille	Rubrique*
Béton	Bétons de déconstruction de bâtiments ou d'ouvrages de génie civil, y compris les retours de bétons prêts à l'emploi non appliqués durcis. Poteaux, bordures et pavés en béton. Sables et graves traités aux liants hydrauliques à usage routier.	17 01 01
	Briques non réfractaires.	17 01 02
	Tuiles et céramiques.	17 01 03
	Verre.	17 02 02
	Graves et granulats non traités, pavés.	17 05 04
	Mélanges de béton, tuiles et céramiques ne contenant pas de substances dangereuses.	17 01 07
Enrobé Ra ≥ 80 – NF EN 933-11 ou Fiche technique – NF EN 13108-8	Agrégats d'enrobés bitumeux ne contenant ni goudron ni amiante, y compris les retours d'enrobés bitumeux non appliqués.	17 03 02
Mixte	Matériaux en mélange issus de tranchées ou de déconstructions d'assises de chaussée ou de couches de forme, traitées ou non aux liants hydrauliques ou hydrocarbonés, même si ces matériaux contiennent des matériaux alternatifs élaborés à partir de déchets minéraux d'origine industrielle (laitiers sidérurgiques, mâchefers d'incinération de déchets non dangereux, cendres volantes de charbon, sables de fonderie, etc.)	17 01 01
		17 01 02
		17 01 03
		17 02 02
		17 03 02
		17 05 04
		17 01 07
(en mélange)		

Tableau-7 Famille de matériaux recyclés en usage routier – constituants (source : CEREMA)

²⁶ http://www.bretagne.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/2016-01_guide_setra_materiaux_de_deconstruction_du_btp.pdf

²⁷ Issu du guide « Acceptabilité environnementale de matériaux alternatifs en technique routière. Les matériaux de déconstruction issus du BTP » (CEREMA)



Les performances et caractéristiques exigées pour les granulats recyclés diffèrent ensuite selon les applications en techniques routières (hors enrobés et bétons routiers). Celles-ci sont classées en trois types (à ne pas confondre avec les types (1,2,3) des granulats), selon leur exposition à la pluie :

- ✓ Les usages routiers de **type 1** sont les usages d'au plus trois mètres de hauteur en sous-couche de chaussée ou d'accotement d'ouvrages routiers revêtus²⁸ : remblai sous ouvrage, couche de forme, couche de fondation, couche de base et couche de liaison.

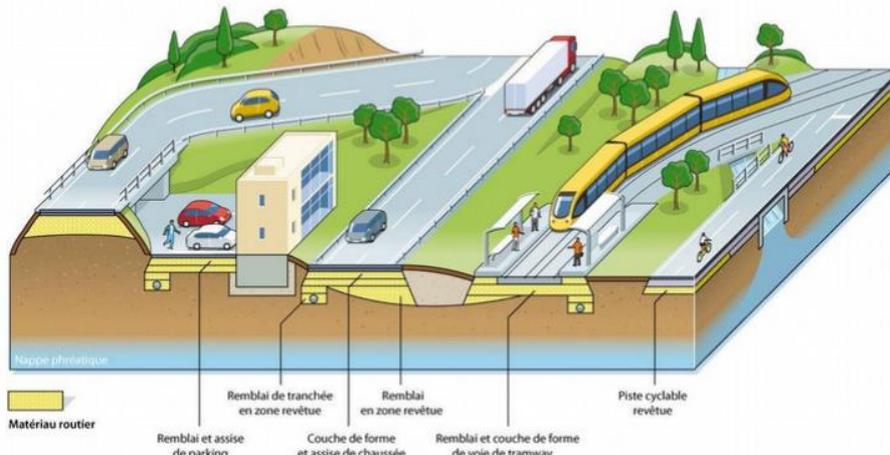


Figure -11: Usage routier de type 1 (source : CEREMA)

- ✓ Les usages routiers de **type 2** sont les usages d'au plus six mètres de hauteur en remblai technique connexe à l'infrastructure routière (ex : merlon de protection phonique ou paysager) ou en accotement, dès lors qu'il s'agit d'usages au sein d'ouvrages routiers recouverts²⁹. Relèvent également des usages routiers de type 2 les usages de plus de trois mètres et d'au plus six mètres de hauteur en sous-couche de chaussée ou d'accotement d'ouvrages routiers revêtus.

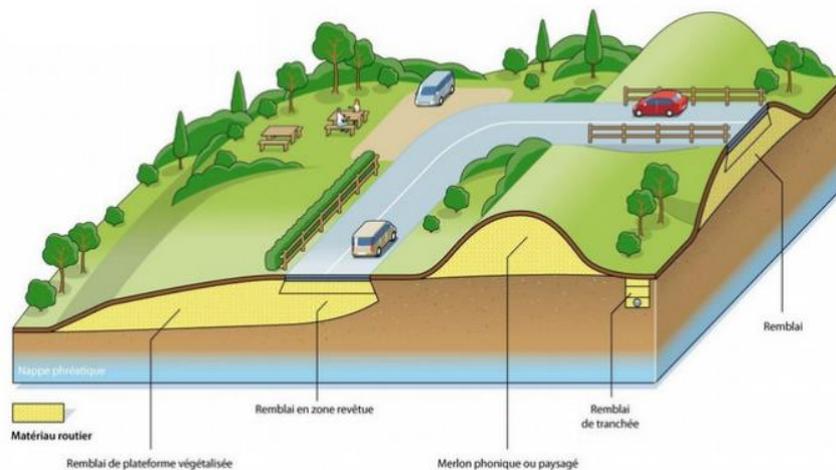


Figure - 12: Usage routier de type 2 (source : CEREMA)

²⁸ Un ouvrage routier est réputé « revêtu » si sa couche de surface est réalisée à l'aide d'asphalte, d'enrobés bitumeux, d'enduits superficiels d'usure, de béton, de ciment ou de pavés jointoyés par un matériau lié, et si elle présente en tout point une pente minimale de 1 %.

²⁹ Un ouvrage routier est réputé « recouvert » si les matériaux routiers qui y sont présents sont recouverts par au moins 30 centimètres de matériaux naturels ou équivalents et s'il présente en tout point de son enveloppe extérieure une pente minimale de 5 %.



✓ Les usages routiers de **type 3** sont les usages :

- En sous-couche de chaussée ou d'accotement, au sein d'ouvrages routiers revêtus ou non revêtus ;
- En remblai technique connexe à l'infrastructure routière (ex : merlon de protection phonique ou paysager) ou en accotement, au sein d'ouvrages routiers recouverts ou non recouverts ;
- En couche de roulement ;
- En remblai de pré-chargement nécessaire à la construction d'une infrastructure routière ;
- En système drainant (ex : tranchée ou éperon drainant, chaussée réservoir).

Rentre également dans cette catégorie des usages de type 3, l'utilisation de matériaux routiers pour la construction de :

- Pistes de chantier ;
- Routes forestières ;
- Chemins d'exploitation agricole ;
- Chemins de halage.

Les usages routiers de type 3 ne font l'objet d'aucune restriction d'épaisseur de mise en œuvre.

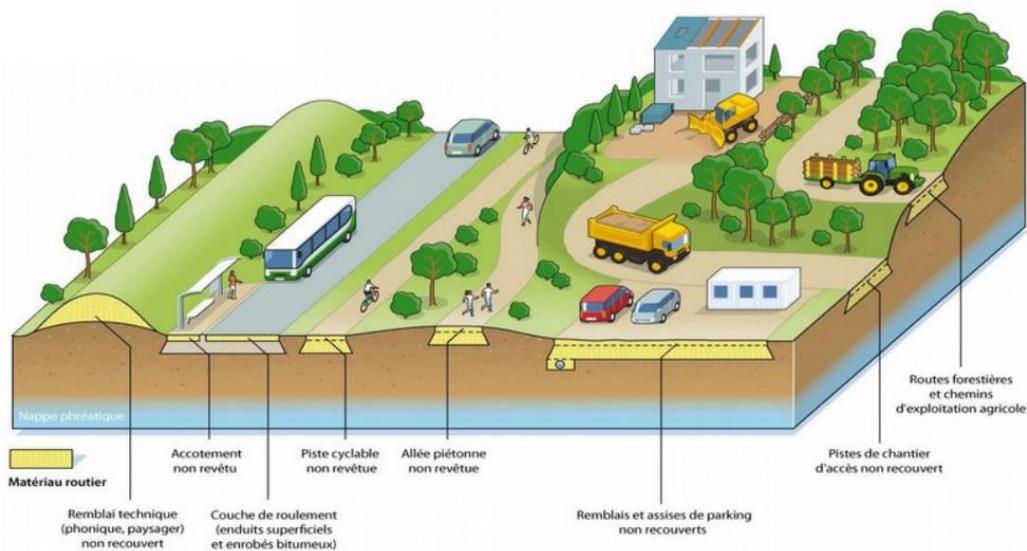


Figure **Erreur ! Il n'y a pas de texte répondant à ce style dans ce document.**-13: Usage routier de type 3 (source : CEREMA)

Suivant la famille d'appartenance (béton, enrobé ou mixte) et le type d'application visée (1, 2 ou 3), les granulats recyclés devront satisfaire à des exigences différentes, en termes de **composition** et de **lixiviation**. L'annexe 3 détaille les valeurs limites à respecter par tout matériau alternatif, en fonction de sa famille et de l'application visée. Les normes d'essais à suivre sont aussi notées pour la lixiviation (NF EN 12457-2 et NF EN 12457-4³⁰) et la classification des produits (NF EN 933-11 ; NF EN 13108-8 pour le cas des agrégats d'enrobé).

On remarquera que :

³⁰ Les éluats sont analysés selon différentes normes d'essai, complétées de normes d'essai alternatives. L'annexe 4 du guide « Acceptabilité environnementale de matériaux alternatifs en technique routière » détaille les prescriptions associées aux essais, variables en fonction des substances caractérisées (arsenic, plomb...)



- Un usage de type 3 impose exactement les mêmes contraintes à un matériau de nature mixte qu'à un matériau de nature béton, sauf pour les hydrocarbures (exigences plus élevées pour le cas du matériau béton : 500 mg/kg maximum contre 300 mg/kg maximum pour un cas mixte).
- Le seul matériau valorisable dans les 3 types d'application est le matériau de nature mixte. L'annexe 2 détaille les éléments techniques à respecter pour ce type de matériau.
- Un usage de type 1 ou 3 impose des contraintes plus élevées pour un matériau de nature mixte comparé à un matériau de nature enrobé.

Enfin, si les exigences du matériau sont bien atteintes, des contraintes supplémentaires sont à respecter (voir tableau ci-dessous).

Famille et type d'usage	Limitations liées à l'environnement immédiat	Limitations liées à la mise en œuvre
<p>MIXTE – Type 1 & 2 ENROBÉ -Type 1</p>	<p>Sauf avis contraire d'un hydrogéologue-expert, l'utilisation des matériaux alternatifs est interdite :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dans les zones inondables et à moins de 50 cm des plus hautes eaux cinquantennales ou, à défaut, des plus hautes eaux connues ; • A moins de 30 cm de tout cours d'eau, y compris lacs et étangs. Cette distance est portée à 60 m si l'altitude du lit du cours d'eau est inférieure de plus de 20 m à celle de la base de l'ouvrage et dans les zones désignées comme zone de protection des habitats, des espèces, de la faune et de la flore sauvages en application de l'article L.414-1 du code de l'environnement ; • Dans les périmètres de protection rapprochée (PPR) des captages d'alimentation en eau potable (AEP) ; • Dans les zones couvertes par une servitude d'utilité publique instituée, en application de l'article L.211-12 du code de l'environnement, au titre de la protection de la ressource en eau ; • Dans les karsts affleurants pouvant modifier les écoulements d'eau présente en continue ou de façon temporaire dans l'ouvrage ou son environnement immédiat. 	<p>Capacité de stockage temporaire sur chantier limitée à 1 000 m³</p> <p>Au-delà de 1 000 m³ sur chantier, avis d'un hydrogéologue-expert</p>
<p>Béton – Type 3 ENROBÉ – Type 3 MIXTE – Type 3</p>	<p>Pas de limitation</p>	<p>Pas de limitation</p>

Tablea-8 : Limitations liées à l'environnement immédiat et à la mise en œuvre par famille et type d'usage (source : CEREMA)

On remarquera que ces limitations sont de deux natures :

- Soit liées à l'environnement immédiat et au risque de contamination des eaux de la zone quand le produit sera en place (en sous couche)
- Soit liées à sa mise en œuvre, moment pendant lequel les granulats recyclés seront plus exposés à la pluie que lorsqu'ils seront intégrés en sous couche routière (granulats revêtus ou recouverts).

Il n'y a aucune exigence supplémentaire lors de la mise en œuvre pour des applications de type 3 car les granulats utilisés pour cette application se conforment déjà à des exigences élevées, en termes de composition chimique et de lixiviation, ce qui limite les risques de contamination des sols lors de la mise en œuvre.



Le guide NOVABUILD 2019³¹ donne de nombreuses indications techniques concernant les Graves recyclées issues de la déconstruction. Le tableau 3 du guide donne les types de Graves et leurs caractéristiques recherchées selon les applications.

Usage le plus courant	Remblais		Couches de forme		Couches de chaussées		Fréquences d'essais au cours de la production
Normes de classification	NFP11-300				NF EN 13242 NF EN 13285 NF P 18-545		
Dénomination	GR 0	DR d/D	GR 1	GR 2	GR 3		
Granularité (mm)	0/D (D≤150) 1/10 000 t	d≥20 D≤120 1/10 000 t	0/D (D≤120) 1/10 000 t	0/31.5 1/5 000 t	0/20 1/5 000 t	1/10 000 t GR d/D, GR0, GR1 1/5 000 t Pour GR2 et GR3	
Classe GTR	Selon identif. GTR		D21 / D31				
Classe NF EN 13285	-	-	-	GNT 2	GNT 3		
%^{age} fines 0,063 mm	-	-	2 – 12	2 – 12		1/10 000 t pour GR1 1/5 000 t Pour GR2 et GR3	
Argilosité granulats MB (NF EN 933-6)	-	-	-	2,5	2,5	1/5 000 t	
MB 0/D	-	-	-	0,8	0,8		
Argilosité sol – VBS (NF P 94 068)			≤ 0,1			1/10 000 t	
Los Angeles – LA (NF EN 1097-2)		≤ 45	≤ 45	≤ 45	≤ 40	1/15 000 t* et au mini 1/an	
Micro Deval – MDE (NF EN 1097-1)		≤ 45	≤ 45	≤ 45	≤ 35		
LA + MDE		≤ 80	≤ 80	≤ 80	≤ 80	≤ 65	
Sulfates solubles dans l'eau NF EN 1744-1 art. 10.2		SS<0,7 1/10 000 t		SS<0,7 1/5 000 t		1/10 000 t pour GR d/D, GR0, GR1 1/5 000 t pour GR2 et GR3	
Origine des matériaux (NF EN 933-11)		Si type « Béton » : Rcug+Rb ≥ 90 ; Ra ≤ 5 et X ≤ 1 Si type « Mixte » : Rcug+Rb ≥ 70 ; Ra ≤ 30 et X ≤ 1				Visuel en continu 1/5 000 t	

Tableau 9 : Classification et caractéristiques géotechniques des graves recyclées (IDRRIM 2011)

Le tableau suivant (tableau 4 du guide) indique les usages et recommandations d'emploi des graves recyclées selon leur type.

³¹ https://www.idrrim.com/ressources/publications/1/7347-NOVABUILD_Manuel_graves_recyclees-2.pdf



Usage	Produits	Précautions d'emploi
Remblais sous voirie	GR0 DR d/D	Appliquer les conditions d'emploi définies dans le GTR : assimilation à la classe de sol naturel de mêmes caractéristiques géotechniques (NF P 11 300).
Remblais de réseaux	GR0 D<40 GR1	Utilisation au contact des conduites sous réserve de la vérification de la non-agressivité des matériaux recyclés (surtout si canalisations métalliques).
Remblais techniques merlons	DR d/D GR1 GR2 GR3	Au contact d'ouvrages béton, d'ouvrages métalliques (canalisations fontes ou acier, buses métalliques, palplanches), ou de terre armée, vérifier l'agressivité des produits selon exigences spécifiques des ouvrages ou protéger par un géotextile. Interdiction sous dallage bâtiment
Couche de forme	GR1 GR2	Conditions d'emploi du GTR pour la classe de sol correspondante (NF P 11 300) Interdiction sous dallage bâtiment
Couche de fondation et de base	GR2 GR3	Chaussées à faible trafic T3-T4-T5 Maîtrise de la granulométrie (ségrégation) et de la teneur en eau au compactage. Matériau assimilé aux classes DC2/DC3 du guide de remblayage des tranchées (LCPC-SETRA, 1994).
Couche de réglage, structure de trottoirs, accotements, voirie douce, chemins forestiers	GR2 GR3	Peut être utilisé, non recouvert et non revêtu. Les fines peuvent sous l'action de l'eau météorique faire prise et augmenter à terme les performances mécaniques de la structure. Maîtrise de la granulométrie (ségrégation) et de la teneur en eau au compactage.
AUTRES USAGES : Systèmes drainants, chaussées réservoirs Pistes de chantiers, chemin d'exploitation agricole Remblais de pré chargement	DR d/d DR d/D ; GR0 ; GR1 GR0 ; GR1	

Tableau 10 : Usages et recommandations des types de graves recyclées. Source Guide Novabuild

Les chapitres ci-après détaillent les normes applicables et guides existants en fonction des applications visées.

1.3.2. Couches de surface (roulement ou liaison)

L'utilisation de granulats recyclés d'enrobés ou agrégats d'enrobés dans les formulations d'enrobés est devenue une technique courante, maîtrisée par les acteurs du secteur. Les exigences propres à ces granulats sont définies dans une norme spécifique (NF EN 13108-8). Les mélanges hydrocarbonés peuvent utiliser d'autres granulats recyclés du BTP (solution moins courante). Ces granulats doivent alors respecter les exigences des normes NF EN 13108-1 et NF EN 13043.



➤ NORMES APPLICABLES

Les exigences normatives associées à la valorisation des granulats recyclés dans des couches de roulement sont définies :

- ✓ De façon générale dans la série **NF EN 13108** :
 - **NF EN 13108-1** : Mélanges bitumineux - Spécifications des matériaux - Partie 1 : Enrobés bitumineux - Février 2007.
 - **NF EN 13108-8** - Mélanges bitumineux - Spécifications des matériaux - Partie 8 : Agrégats d'enrobés - Mars 2006
 - **NF EN 13108-20** : Mélanges bitumineux - Spécifications des matériaux - Partie 20 : Épreuve de formulation - Juin 2006
- ✓ et de façon spécifique dans la norme **NF EN 13043** *Granulats pour mélanges hydrocarbonés et pour enduits superficiels utilisés dans la construction des chaussées, aérodromes et d'autres zones de circulation*, et la norme **NF P 18 545** *Granulats - Éléments de définition, conformité et codification*.

Notons que la norme NF EN 13043 ne traite pas des granulats ou agrégats d'enrobés, réglementés spécifiquement par la NF EN 13108-1. Elle ne définit pas d'exigences particulières pour **les granulats recyclés (autres que d'enrobé), qui doivent ainsi respecter toutes les spécifications générales de la norme NF EN 13043**. Cette norme harmonisée européenne impose le marquage CE des granulats naturels ou recyclés mis sur le marché.

➤ GUIDES EXISTANTS

Le guide « Acceptabilité environnementale de matériaux alternatifs en technique routière » du CEREMA permet de connaître l'environnement normatif et les guides associés à la réalisation de couche de surface et de structure. Ce guide peut aussi être complété par :

- Le guide technique « Utilisation des normes enrobés à chaud », Sétra - Janvier 2008 ;
- La note d'information n° 24 « Aide au choix des granulats pour chaussées basée sur les normes européennes », Idrrim - Avril 2013 ;
- Le guide « Acceptabilité de matériaux alternatifs en technique routière - Evaluation environnementale » (SETRA).
- Les liens d'accès à ces guides sont présents dans l'annexe 1.

1.3.3. Structures de chaussée (couche de fondation et de base)

➤ NORMES APPLICABLES

Les granulats pour structures de chaussées sont encadrés par les normes suivantes :

- Norme NF P18-545 : Granulats - Éléments de définition, conformité et codification - Septembre 2011 (norme « granulats » générique) ;
- Norme NF EN 13285 : Graves non traitées - Spécifications - Décembre 2010 ;
- Norme NF EN 13043 (Granulats pour mélanges hydrocarbonés et pour enduits superficiels utilisés dans la construction des chaussées, aérodromes et d'autres zones de circulation), hors couches de roulement ;
- Norme NF EN 13242+A1 : Granulats pour matériaux traités aux liants hydrauliques et matériaux non traités utilisés pour les travaux de génie civil et pour la construction des chaussées - Mars 2008 ;
- Norme NF EN 14227-1 : Mélanges traités aux liants hydrauliques - Spécifications - Partie 1 : Mélanges granulaires traités au ciment - Août 2013 ;



- Norme NF EN 14227-5 : Mélanges traités aux liants hydrauliques - Spécifications - Partie 5 : Mélanges granulaires traités aux liants hydrauliques routiers - Août 2013 ;

La norme NF P 18-545 se rapporte aux normes NF EN 13043 (hors couches de roulement) et NF EN 13242. D'après la NF P 18-545, les granulats reprennent les **caractéristiques classiques de granulats naturels** auxquelles s'ajoutent des caractéristiques complémentaires (voir partie 7.8 de la norme). Ces caractéristiques complémentaires concernent les valeurs limites supérieures et inférieures associées à des constituants (comme le verre, la pierre naturelle et le béton contenu dans le granulat recyclé, ou encore les **valeurs limites supérieures de sulfate soluble dans l'eau**)

La norme NF EN 13242 n'indique pas de spécifications particulières pour les granulats recyclés. Ceux-ci doivent respecter les spécifications requises pour les granulats naturels. Cette norme harmonisée européenne impose le marquage CE des granulats naturels ou recyclés mis sur le marché.

A ce jour, les granulats recyclés sont le plus souvent utilisés en graves non traitées (GNT) et donc encadrés par la NF EN 13285 et son annexe A relative aux mélanges contenant des granulats recyclés. Des familles de granulats recyclés sont définis dans les tableaux A.1 à A.5 de l'annexe. Les granulats sont classés selon le % massique des différents constituants.

➤ GUIDES EXISTANTS

Le guide « Acceptabilité environnementale de matériaux alternatifs en technique routière » du CEREMA permet de connaître l'environnement normatif et les guides associés à la réalisation de couches de surface et de structure.

Le guide « Utilisation en technique routière des graves recyclées issues de la déconstruction³² » de NovaBuild fournit lui des informations plus techniques au-delà des paramètres environnementaux proposées par le guide du CEREMA.

Ce guide peut aussi être complété par :

- ✓ Note d'information n° 22 « Classification et aide au choix des matériaux granulaires recyclés pour leurs usages routiers hors agrégats d'enrobés », Idrrim - Février 2011
- ✓ Note d'information n° 24 « Aide au choix des granulats pour chaussées basée sur les normes européennes », Idrrim - Avril 2013.

Les liens vers ces guides sont fournis en annexe 1.

1.3.4. Remblais et couches de forme

➤ NORMES APPLICABLES

Le remblayage et les couches de formes sont encadrés par les normes suivantes :

- Norme NF P11-300 : Classification des matériaux utilisables dans la construction des remblais et des couches de forme d'infrastructures routières - Septembre 1992 ;
- Norme NF P98-331 : Chaussées et dépendances - Tranchées : ouverture, remblayage, réfection - Février 2005 (spécifique au remblayage de tranchée) ;
- Norme XP P98-333 : Chaussées et dépendances - Tranchées de faibles dimensions - Juin 2009 (spécifique au remblayage de tranchée) ;

³² https://www.novabuild.fr/sites/default/files/fichiers/boite/2020/03/guide_graves_recycles_2019_v5.pdf



- Norme NF EN 14475 : Exécution des travaux géotechniques spéciaux - Remblais renforcés - Janvier 2007 (spécifique aux remblais et couches de forme) ;

➤ GUIDES EXISTANTS

Une guide « Acceptabilité environnementale de matériaux alternatifs en technique routière » du CEREMA permet de connaître l'environnement normatif et les guides associés à la réalisation de remblais et couches de forme. Ce guide peut aussi être complété par :

- Le guide technique « Terrassements routiers, réalisation de remblais et des couches de formes » ou « GTR », fascicules I et II, Sétra-LCPC, 2ème édition - Juillet 2000 ;
- Le guide technique « Remblayage et réfections des tranchées », Sétra / LCPC - Mai 1994 (mise à jour janvier 1998) (spécifique au remblayage de tranchée) ;
- La note d'information sur le remblayage des tranchées et réfection des chaussées - Complément au guide technique Sétra/LCPC de mai 1994, Sétra - Juin 2007 (spécifique au remblayage de tranchée) ;
- Le guide technique « Études et réalisations de tranchées », Sétra- Novembre 2001 (spécifique au remblayage de tranchée) ;
- La note d'information n° 22 « Classification et aide au choix des matériaux granulaires recyclés pour leurs usages routiers hors agrégats d'enrobés », Idrrim - Février 2011.
- Le guide technique « Traitement des sols à la chaux et/ou aux liants hydrauliques - Application à la réalisation des remblais et des couches de forme » ou « GTS », Sétra/LCPC - Janvier 2000 (spécifique aux remblais et couches de forme) ;
- Le guide technique « Conception et réalisation des terrassements - Fascicule 1 : études et exécution des travaux », Sétra - Mars 2007 (spécifique aux remblais et couches de forme) ;
- Le guide technique « Drainage routier », Sétra - Mars 2006.

Les liens d'accès à ces guides sont présents dans l'annexe 1.

1.3.5. Pistes cyclables (stabilisé)

Dans la construction de pistes cyclables, les sables et granulats peuvent être utilisés en sous-couche ou couche de forme d'un revêtement (béton, enrobé, pavés...), et/ou en stabilisé (produits granulaires liés) ou en sable compacté.

➤ NORMES APPLICABLES

Il n'existe aucune norme officielle spécifique à la construction de pistes cyclables (constitutions, épaisseur des couches de roulement, de base etc.). En stabilisé, ce type d'usage est couvert par les types 1 (couche de forme de la piste cyclable) et 3 (couche de surface de la piste cyclable) du guide CEREMA « Acceptabilité environnementale de matériaux alternatifs en technique routière. Les matériaux de déconstruction issus du BTP » (voir la partie **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** du présent rapport). En matériaux recyclés ou naturels, une logique de respect des performances exigées par le marché sera alors la plus courante.

➤ GUIDES EXISTANTS

Une guide « Acceptabilité environnementale de matériaux alternatifs en technique routière » du CEREMA permet de connaître l'environnement normatif et les guides associés à la réalisation de couche de surface et de structure associée à des pistes cyclables. Ce guide peut aussi être complété par :

- Le guide « Revêtements des aménagements cyclables. Recommandations pour la conception, la mise en œuvre et l'entretien », CRR – 2009.
- Le guide « Recommandations pour les aménagements cyclables », Certu - Septembre 2008

Les liens d'accès à ces guides sont présents dans l'annexe 1.



1.4. GRANULATS POUR REMBLAIEMENT DE CARRIERES : EXIGENCES ET GUIDES ASSOCIES

1.4.1. Normes

Il n'existe pas de norme « produit » associé au remblaiement de carrière. Les matériaux entrants doivent cependant être conformes à un cahier des charges basé sur des textes réglementaires et des normes de caractérisation.

La teneur en matière organique (COT) doit être inférieure à 3% (mesurée selon la norme NF EN 13137) et le pH compris entre 6,5 et 10,5 (mesuré selon la norme NF EN 16192 après lixiviation du matériau par la mise en œuvre de la norme ENV 12457-2 ou équivalent)³³.

Les valeurs limites de substances sont données en annexe 6 (elles concernent surtout les polluants organiques, les métaux, les chlorures et les sulfates), suivant une méthode d'analyse détaillée dans le « Guide méthodologique de comblement de cavités à l'aide de matériaux alternatifs » (BRGM, 2016).

1.4.2. Réglementation associée au remblaiement de carrières

Les matériaux utilisés pour remblayer les carrières doivent respecter des spécifications associées à la typologie de déchet. Des déchets trop pollués ne pourront pas être mis en carrière car ils risqueront la pollution du sol et des nappes phréatiques. La première obligation est donc de **caractériser le déchet** (article L.541-7-1 du code de l'environnement) et de ne considérer que des **déchets inertes comme source potentielle de remblaiement de carrière**³⁴. Pour cela les l'arrêté ministériel du 12 décembre 2014 définissant les critères d'admissibilité en ISDI est applicable. L'Arrêté Ministériel du 12.12.2014 prévoit une liste (annexe 1 de l'Arrêté) de types de déchets pour lesquels une acceptation sans analyses en ISDI est possible : **aucun test de caractérisation et lixiviation ne serait donc nécessaire pour des déchets inertes du bâtiment ne provenant pas de sites contaminés (béton, brique, tuiles...)**. Pour les autres déchets, des essais lixiviation seront nécessaires et les déchets devront être en deçà des seuils fixés (cf figure 14 ci-dessous) Des matériaux supplémentaires peuvent cependant être inclus si les substances qu'ils contiennent ne dépassent pas d'un facteur 3 des seuils définis dans l'annexe 2 de l'arrêté du 12 décembre 2014 (matériaux dits « 3+ »), et d'un facteur 2 la valeur limite relative au carbone organique. Des déblais contenant une surconcentration de polluants d'origine naturelle (donc non anthropique) semblent aussi pouvoir être possibles à envoyer en remblaiement de carrière, au cas par cas (voir figure ci-dessous, issu du guide « Acceptation des déblais et terres excavées » de la région Île de France³⁵).

³³ Guide méthodologique de comblement de cavités à l'aide de matériaux alternatifs - BRGM - 2016

³⁴ Un déchet inerte ne subit aucune modification physique, chimique ou biologique importante. Il ne se décompose pas, ne brûle pas et ne produit aucune réaction physique ou chimique, n'est pas biodégradable et ne détériore pas d'autres matières avec lesquelles il entre en contact, d'une manière susceptible d'entraîner des atteintes à l'environnement ou à la santé humaine » (Art. R541-8 du Code de l'environnement)

³⁵ <https://www.actu-environnement.com/media/pdf/news-32398-guide.pdf>



Code déchet (1)	Description	Restrictions
17 01 01	Béton	Uniquement les déchets de production et de commercialisation ainsi que les déchets de construction et de démolition ne provenant pas de sites contaminés, triés.
17 01 02	Briques	Uniquement les déchets de production et de commercialisation ainsi que les déchets de construction et de démolition ne provenant pas de sites contaminés, triés.
17 01 03	Tuiles et céramiques	Uniquement les déchets de production et de commercialisation ainsi que les déchets de construction et de démolition ne provenant pas de sites contaminés, triés.
17 01 07	Mélanges de béton, tuiles et céramiques ne contenant pas de substances dangereuses	Uniquement les déchets de construction et de démolition ne provenant pas de sites contaminés, triés
17 02 02	Verre	Sans cadre ou montant de fenêtres.
17 03 02	Mélanges bitumineux ne contenant pas de goudron	Uniquement les déchets de production et de commercialisation ainsi que les déchets de construction et de démolition ne provenant pas de sites contaminés, triés.
17 05 04	Terres et cailloux ne contenant pas de substance dangereuse	A l'exclusion de la terre végétale, de la tourbe et des terres et cailloux provenant de sites contaminés
20 02 02	Terres et pierres	Provenant uniquement de jardins et de parcs à l'exclusion de la terre végétale et de la tourbe
10 11 03	Déchets et matériaux à base de fibre de verre	Seulement en l'absence de liant organique.
15 01 07	Emballage en verre	Triés
19 12 05	Verre	Triés

(1) Annexe II à l'article R.541-8 du code de l'environnement.

Figure 14 : Déchets classés comme inertes et directement acceptés en ISDI ou remblaiement de carrières sans essais de lixiviation



Paramètre	Valeur à respecter Exprimée en mg/kg de matière sèche
As	0,5
Ba	20
Cd	0,04
Cr total	0,5
Cu	2
Hg	0,01
Mo	0,5
Ni	0,4
Pb	0,5
Sb	0,06
Se	0,1
Zn	4
Chlorure (1)	800
Fluorure	10
Sulfate (1)	1 000 (2)
Indice phénols	1
COT (carbone organique total) sur éluat (3)	500
FS (fraction soluble) (1)	4 000

(1) Si le déchet ne respecte pas au moins une des valeurs fixées pour le chlorure, le sulfate ou la fraction soluble, le déchet peut être encore jugé conforme aux critères d'admission s'il respecte soit les valeurs associées au chlorure et au sulfate, soit celle associée à la fraction soluble. (2) Si le déchet ne respecte pas cette valeur pour le sulfate, il peut être encore jugé conforme aux critères d'admission si la lixiviation ne dépasse pas les valeurs suivantes : 1500 mg/l à un ratio L/S = 0,1l/kg et 6 000 mg/kg de matière sèche à un ratio L/S=10l/kg. Il est nécessaire d'utiliser l'essai de percolation NF CEN/TS 14405 pour déterminer la valeur lorsque L/S=0,1l/kg dans les conditions d'équilibre initial ; la valeur correspondant à L/S=10l/kg peut être déterminée par un essai de lixiviation NF EN 12457-2 ou par un essai de percolation NF CEN/TS 14405 dans les conditions approchant l'équilibre local. (3) Si le déchet ne satisfait pas à la valeur limite indiquée pour le carbone organique total sur éluat à sa propre valeur de pH, il peut aussi faire l'objet d'un essai de lixiviation NF EN 12457-2 avec un pH compris entre 7,5 et 8,0. Le déchet peut être jugé conforme aux critères d'admission pour le carbone organique total sur éluat si le résultat de cette détermination ne dépasse pas 500 mg/kg de matière sèche.

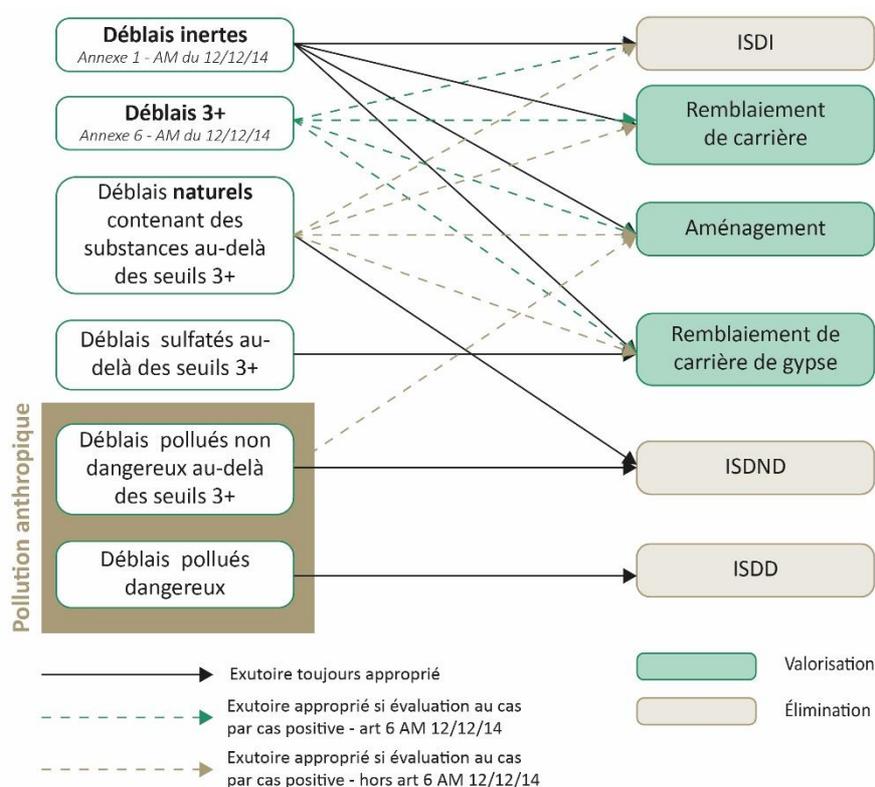
Le test de lixiviation à appliquer est le test normalisé NF EN 12457-2.



Paramètre	Valeur limite à respecter Exprimée en mg/kg de déchet sec
COT (carbone organique total)	30 000 (1)
BTEX (benzène, toluène, éthylbenzène et xylènes)	6
PCB (polychlorobiphényles 7 congénères)	1
Hydrocarbures (C10 à C40)	500
HAP (hydrocarbures aromatiques polycycliques)	50

(1) Pour les sols, une valeur limite plus élevée peut être admise, à condition que la valeur limite de 500 mg/kg de matière sèche soit respectée pour le carbone organique total sur éluat, soit au pH du sol, soit pour un pH situé entre 7,5 et 8,0.

Figure 15 : Seuils de lixiviation pour classement en déchets inertes et acceptation en remblaiement de carrières



Crédit : Conseil régional d'Ile-de-France

Figure Erreur ! Il n'y a pas de texte répondant à ce style dans ce document.-16: Exutoires acceptables par type de déblais

L'article L.541-7-1 stipule aussi que les déblais envoyés en remblaiement en carrière doivent avoir prouvés qu'ils ne peuvent pas être réemployés sur site. Il est en revanche prioritaire d'envoyer ces déblais en remblaiement de carrière plutôt qu'en élimination. En plus des terres excavées et des déchets inertes du bâtiment, les déchets suivants sont aussi acceptés en remblaiement de carrière : cendres volantes, scories et mâchefers.

Enfin, en plus de l'arrêté du 12/12/14, il est important de noter que le remblaiement de carrière peut être couvert par deux régimes réglementaires différents suivant l'application visée :

- Le code de l'environnement si le remblai est vu comme un déchet à stocker (articles L 511-2 et R 511-9)
- Le code minier si le remblai est vu comme un produit assurant un réaménagement d'une ancienne carrière³⁶

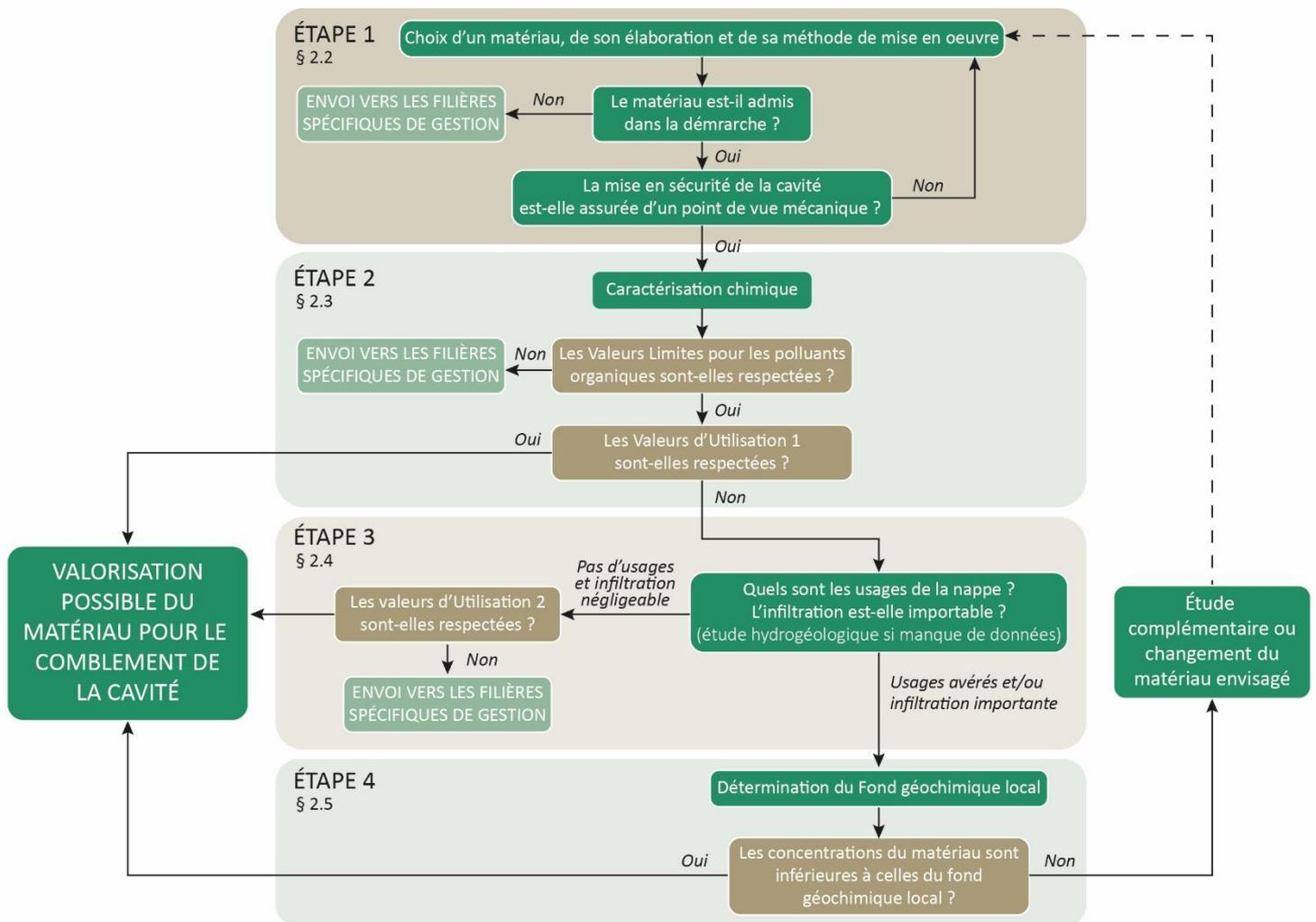
³⁶ Source : « Acceptation des déblais et terres excavées » (Île de France, 2018) et « Le stockage des déchets inertes, fiche technique » (Haute Savoie, 2011)



1.4.3. Guides

Le « Guide méthodologique de comblement de cavités à l'aide de matériaux alternatifs » (BRGM, 2016) permet de suivre une méthode pour valoriser des matériaux alternatifs en comblement de carrière. Les étapes proposées dans ce guide sont illustrées dans la figure ci-dessous :

Figure-17: Organigramme méthodologique de la démarche de valorisation des matériaux alternatifs en comblement de cavités (source : BRGM)



CHAP. II

CONTEXTE MARCHÉ





La figure suivante illustre la part croissante des granulats recyclés dans la production globale de granulats.



Figure 18: part des granulats de recyclage dans la production totale de granulats
(Source : Carrières & Granulats à l'horizon 2030, Bilan et perspectives, Octobre 2016, UNPG)

L'amélioration des techniques de recyclage est une des raisons de cette augmentation mais elle provient aussi des évolutions réglementaires et objectifs gouvernementaux sur l'environnement. Alors que ces objectifs peuvent amener à des pics de croissance de l'utilisation de recyclés, il subsiste encore de nombreux freins culturels/conjoncturels/contextuels responsables de baisses ou limitation d'utilisation de recyclés.

2.1.OBJECTIFS PUBLICS ET ENGAGEMENTS PRIVES DES INDUSTRIES

2.1.1. Objectifs publics

➤ Echelle européenne

Le rapport RECORD « Intégration de déchets en construction. Comparaison des approches européennes et recommandations pour la définition d'une procédure d'évaluation »³⁷ est une source intéressante d'information sur les contextes européens et nationaux autour des déchets.

Le cadre législatif des déchets et de leur valorisation au niveau de l'Union Européenne, régi par la **Directive 2008/98/CE relative aux déchets** (modifiée le 30 mai 2018 (2018/851)), intègre des orientations générales sur les déchets avec l'obligation de hiérarchiser leur gestion avec, par ordre de priorité, le réemploi, la réutilisation, le recyclage, la valorisation et enfin l'élimination.

³⁷ https://www.record-net.org/storage/etudes/18-0165-1A/rapport/Rapport_record18-0165_1A.pdf



La Commission Européenne a établi des critères de « Sortie de Statut de Déchet » (SSD³⁸) pour certains produits :

- ✓ Règlement de la Commission pour les déchets de ferraille (222/2011) : fer, acier et aluminium.
- ✓ Règlement de la Commission pour le calcin de verre (1179/2012).
- ✓ Règlement de la Commission pour les déchets de cuivre (715/2013)

Il n'existe pas encore de Règlement de la Commission pour les granulats dérivés de déchets à l'échelle européenne mais certain pays ont déjà pris les devants pour définir leurs propres critères de SSD (Autriche, Pays-Bas et Royaume-Unis). La France est en cours de définition de tels critères. Le tableau ci-dessous, issu du rapport RECORD, présente un aperçu général de la réglementation SSD dans quelques États membres :

États membres	Déchets	Type de document	Référence EU
Autriche	Construction et démolition	Réglementation sur les matériaux de construction recyclés Guide pour les matériaux de construction recyclés à partir de déchets de démolition de bâtiments ¹	2014/564/A 2007/653/A
	Cendres/mâchefers	Décret du ministre fédéral de l'agriculture, des Forêts, de l'Environnement et de la Gestion de l'Eau et du ministre fédéral de l'Économie, de la Famille et de la Jeunesse, modifiant l'Ordonnance sur l'incinération des déchets (AVV Amendement 2009)	2009/633/A
	Matériaux de remplissage et comblement de tranchées	Guide pour les matériaux recyclés et concassés utilisés en tranchée ¹	2007/654/a
France	Construction et démolition	Projet d'arrêté fixant des critères de SSD pour les granulats produits à partir de déchets de construction et travaux publics, destinés à la construction routière	2015/77/F (projet)
Royaume-Uni	Granulats inertes	Critères SSD pour la production d'agrégats à partir de déchets inertes	2013/107/UK
	Laitier d'acier	Critères SSD pour la production et l'utilisation d'agrégats de laitier d'acier dans les applications de construction	2014/481/UK
	Gypse	Critères de SSD pour la production et l'utilisation de gypse recyclé à partir de déchets de placoplâtre	2013/207/UK
	Cendres	Critères SSD pour la production cendres volantes et les mâchefers destinées à la construction	2010/161/UK
Pays-Bas	Construction and démolition	Règlement sur le recyclage des granulats (SSD)	2014/384/NL

¹Pour obtenir un label de qualité pour les matériaux de construction recyclés, et non le statu « SSD ».

Tableau -11 Aperçu général de la réglementation SSD des déchets acceptés pour la production de matériaux de construction recyclés dans quelques États membres. [Velzeboer, I & van Zomeren, 2017 ; Hjelmar et al., 2016 ; H. Saveyn et al.,2014]

La **réglementation européenne REACH** est importante à signaler car elle s'applique à tout produit, qu'il provienne d'une source primaire ou secondaire (issu du recyclage par exemple). Cette réglementation vise à limiter la production et l'utilisation de substances dangereuses en Europe (cancérogènes, mutagènes...). Elle s'applique aux produits de construction, recyclés ou non, et pourrait donc impacter les modalités d'utilisation de granulats recyclés (car ces derniers peuvent contenir des substances dangereuses, du fait de leur première vie). Le Règlement REACH établit une distinction entre les substances, les mélanges et les objets. Les granulats du bâtiment étant définis comme des objets³⁹ et non pas comme des substances ou mélanges, les exigences sont

³⁸ La sortie du statut de déchet a pour objectif de clarifier le contexte réglementaire du matériau concerné, notamment pour déterminer la responsabilité, assurer la pérennité des marchés de recyclage, réemploi et réutilisation, en permettant une plus grande confiance des clients. De plus, la réglementation « déchets » est souvent bien plus contraignante que la réglementation « produits », car plus exigeante concernant les caractérisations des matériaux. Par exemple, le granulats neuf, une fois abandonné et devenu déchet, n'est plus qualifié d'inerte (Orée)

³⁹ Un granulats de construction est un objet car il se voit attribuer une forme, une surface ou un dessin particulier, qui en détermine davantage le fonctionnement que la composition chimique. Les granulats plastiques, par exemple, ne sont pas des objets mais des substances (ou des mélanges), car leur forme et leur fonction sont secondaires.



plus souples. Un granulat peut potentiellement contenir des substances dangereuses mais son utilisation ne sera pas interdite s'il passe avec succès des tests normés prouvant que les substances présenteront un risque limité de diffusion en dehors de l'objet (test de lixiviation, percolation...).

En 2015, la Commission Européenne a lancé le new **Circular Economy Action Plan**⁴⁰, définissant des priorités et mesures européennes en faveur de l'Economie circulaire. Le secteur de la construction et déconstruction y est classé parmi les 8 axes prioritaires pour l'implémentation d'actions (circularité sur la ressource, sur les déchets). 3 premières actions ont été menées par la CE avec la définition des guides : *Guidelines for the waste audits before demolition and renovation works of buildings*⁴¹, *EU Construction and Demolition Waste Protocol and Guidelines*⁴², et du *European framework for sustainable buildings*⁴³. Le Circular Economy Action Plan et son implémentation par le **Final Circular Economy Package**⁴⁴, visent le développement à long terme de la circularité du secteur de la construction (entre autres) et encouragent donc le recyclage des déchets de Construction et Déconstruction.

➤ En France

En application des directives cadres sur les déchets, la France s'est fixé des objectifs en termes de réduction des déchets (y compris du BTP) et de valorisation de déchets pour certains secteurs (70% de valorisation à 2020).

La loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte⁴⁵ a prévu plusieurs dispositions fortes en faveur du recyclage des déchets du BTP afin de créer un environnement favorable au développement de la valorisation de ces déchets :

- 50 % des matériaux utilisés par l'État et les collectivités pour les chantiers de construction routiers devront être issus de la réutilisation ou du recyclage de déchets du BTP en 2017, 60 % en 2020 ;
- La mise en place d'un réseau de déchèteries professionnelles du BTP via une obligation, pour les distributeurs de matériaux, produits et équipements de construction, d'organiser auprès des professionnels la reprise des déchets issus des mêmes types de matériaux qu'ils vendent. La densification du maillage en installations de traitement est un enjeu prioritaire pour éviter les dépôts sauvages et permettre aux déchets d'être compétitifs dans leur réutilisation en tant que substitués à des matériaux de construction ;
- L'encadrement des aménagements réalisés à l'aide de déchets. Les aménageurs devront justifier aux autorités la nature des déchets utilisés et prouver que leurs travaux constituent une valorisation de déchets et non une élimination. Les aménageurs ne pourront plus recevoir de contrepartie financière pour accepter d'utiliser des déchets dans leurs aménagements ou constructions.

Ces dispositions ont été renforcées par la Feuille de route pour l'Economie Circulaire (FREC⁴⁶) et la récente loi relative à la lutte contre le gaspillage et à l'économie circulaire (loi AGECE⁴⁷). En plus des mesures généralistes sur l'écoconception, l'usage de matières recyclées et la commande publique responsable, la lutte contre les dépôts sauvages, qui pousseront à la valorisation des déchets du BTP, la loi AGECE va introduire deux nouveautés dans le secteur :

- ✓ Une Responsabilité Élargie du Producteur (REP) pour les déchets du bâtiment entrera en vigueur à partir du 1er janvier 2022.
- ✓ Le Diagnostic « Produits-Matériaux-Déchets » remplacera le diagnostic « Déchets », ce qui laisse à penser qu'une meilleure valorisation des déchets de constructions et déconstruction sera faite.

⁴⁰ https://ec.europa.eu/environment/circular-economy/index_en.htm

⁴¹ <https://ec.europa.eu/docsroom/documents/29203/attachments/1/translations/en/renditions/native>

⁴² https://ec.europa.eu/growth/content/eu-construction-and-demolition-waste-protocol-0_en

⁴³ https://ec.europa.eu/environment/topics/circular-economy/levels_en

⁴⁴ https://ec.europa.eu/environment/circular-economy/first_circular_economy_action_plan.html

⁴⁵ <https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000031044385/2020-12-26/>

⁴⁶ <https://www.ecologie.gouv.fr/feuille-route-economie-circulaire-frec>

⁴⁷ <https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000041553759/>



Elle envisage également un travail sur la sortie du statut de déchet de certains déchets de construction et de démolition.

L'introduction d'une REP spécifique aux déchets du bâtiment permettra de financer la structuration de la filière de recyclage, via un éco-organisme. Le déploiement de la REP se base sur 3 axes :

- ✓ Le ramassage et le nettoyage des dépôts sauvages des déchets du BTP
- ✓ La mise en place de points de reprise gratuite des déchets issus des produits ou matériaux de construction, sous réserves qu'ils soient correctement triés selon les 6 flux identifiés (Bois, fractions minérales, métal, verre, plastique et plâtre)
- ✓ La création d'un Fonds de Réemploi Solidaire (FRS).

Le secteur du bâtiment en France est aussi directement concerné par la nouvelle réglementation environnementale qui s'appliquera à partir de 2022 : la **RE2020**. Cette réglementation va fixer des seuils d'émissions de gaz à effet de serre pour chaque construction de bâtiment neuf, le recyclage et le réemploi de matériaux étant des leviers pour respecter les nouvelles exigences associées à cette réglementation.

La RE2020 se basera sur des Analyses de Cycle de Vie qui devront utiliser des données environnementales pour chaque composant du bâtiment (mur, isolant, hérisson en granulats...). Il existe déjà des données environnementales pour les graves recyclées (FDES)⁴⁸. Les données environnementales associées aux graves recyclées ne concernent en revanche que les graves brutes et non pas intégrées à des produits spécifiques (béton par exemple), ce qui peut limiter leur promotion. La base de données INIES s'enrichit néanmoins constamment pour prendre en compte ce type de manques.

2.1.2. Engagements privés des industries

En France, une convention d'engagement volontaire (CEV)⁴⁹ a été signée en 2009 par différents grands organismes privés du secteur des Travaux Publics. Cette convention définit des engagements à respecter en termes de matière première secondaire, de valorisation des déchets routiers, de préservation de la biodiversité et de limitation des émissions de gaz à effet de serre et des consommations d'énergie du secteur des TP. Ces engagements sont notamment déclinés en deux axes⁵⁰ :

- 1- Augmenter la production de granulats et matériaux recyclés ;
- 2- Développer la valorisation de la fraction non recyclable des déchets inertes en réaménagement de carrières, afin de répondre aux obligations de remise en état prévues par les arrêtés préfectoraux d'autorisation.

En lien avec l'axe 1, des projets de R&D sont menés pour valoriser les granulats recyclés :

Projet ECOREB

2012 – L'objectif est de développer l'opportunité de réutiliser l'intégralité des bétons déconstruits comme constituants pour la fabrication de bétons recyclés.

Projet IMPROVMURE

2014 – L'objectif est de qualifier la remobilisation du liant issu des matériaux recyclés à l'aide du liant d'apport, et d'évaluer son impact sur la durabilité des enrobés.

⁴⁸ Les Fiches de Données Environnementales et Sanitaires laissent « sans objet » les informations associées aux « Informations additionnelles sur le relargage de substances dangereuses dans l'air intérieur, le sol et l'eau pendant l'étape d'utilisation » pour les graves recyclés, car ces informations sont à renseigner à l'échelle de FDES produit (exemple : béton) et non pas FDES constituant.

⁴⁹ <https://www.routesdefrance.com/wp-content/uploads/convention-du-25-mars-N-et-B-signee-Meeddat-partenaires.pdf>

⁵⁰ Livre blanc 2016 de l'UNPG : Carrières & Granulats à l'horizon 2030, Bilan et perspectives



Projet RECYBETON

2012 – L'objectif du projet vise principalement à changer la tendance au niveau national en accroissant la réutilisation de tous les produits issus des bétons déconstruits.

Projet MURE

2014 – L'objectif est de fournir des éléments de réponse pour faire du multi-recyclage à tiède des enrobés un procédé industriel et sûr, maîtrisé et pratiqué, prescrit et encouragé.

Figure-19: projets de R&D en France visant à développer l'utilisation de granulats recyclés
(extrait du livre blanc 2016 de l'UNPG : Carrières & Granulats à l'horizon 2030, Bilan et perspectives)

Les grandes entreprises françaises de la construction se sont aussi engagées à mettre en œuvre des projets innovants via la signature du contrat de la filière industrie pour la construction. L'axe deux du contrat permettra de renforcer la dynamique associée à l'emploi de granulats recyclés dans le BTP⁵¹.

2.2. ECONOMIE

➤ GRANULATS ISSUS DE BETON RECYCLE :

D'après le rapport RECORD « *Intégration de déchets en construction* », on estime que 80% des granulats de béton recyclé sont actuellement réutilisés en remblais et en sous-couche de chaussées. Le rapport précise cependant qu'« il y a en Europe de moins en moins de nouvelles routes à construire, mais plutôt des travaux d'entretien qui concernent les couches supérieures de la chaussée qui ne nécessitent qu'une faible quantité de granulats. Par ailleurs, d'autres déchets peuvent être utilisés en sous-couche routière (MIDND par exemple). La ressource en granulats recyclés s'accroît donc alors que son usage routier se rétrécit »

La demande générale en granulats est cependant telle que l'ensemble de la production de granulats recyclés pourra trouver destination sans difficultés en travaux publics et ouvrages béton.

La pratique qui consiste à trier et valoriser des déchets de chantier sur site ou hors site (par l'intermédiaire d'une plateforme) est économiquement rentable pour les chantiers avec des volumes importants de déblais de manière à compenser les coûts d'investissement par une réduction des coûts d'achats des matériaux à utiliser sur les chantiers⁵². Cette réduction provient notamment de la part importante du coût du transport dans le coût global des granulats, légitimant d'autant plus la démarche dans une région où peu de ressources sont disponibles localement.

Le **granulat recyclé n'est pas intrinsèquement moins cher que du granulat naturel** (en raison des coûts de gestion, de traitement... mais également du coût d'achat du gisement brut qui est devenu sur certains territoires un bien de valeur et non plus un déchet dont le détenteur doit payer pour l'éliminer). La différence économique se fait alors sur le prix du transport. Lorsque les sites d'extraction de granulats naturels sont éloignés du chantier d'utilisation (ex. Bordeaux), le prix du transport devient prépondérant. Avec moins de transport dans son cas, le granulat recyclé devient concurrentiel, ce qui est une condition importante pour qu'il soit utilisé.

L'équilibre économique est ainsi très variable en fonction des secteurs géographiques. Si dans les grandes villes comme Bordeaux le déchet est acheté par le recycleur ce n'est pas le cas pour les petites villes en campagne, d'autant plus si ces petites villes sont proches de sites d'extraction de granulats naturels. Dans ce cas, les déchets de construction et démolition sont vendus au recycleur. Le recycleur a alors un double intérêt :

- ✓ Bénéficier d'une ressource minérale (en plus d'une petite entrée d'argent, à environ 2,5€/t récupérée de déchets) ;

⁵¹ Plus de détails au lien suivant : <https://www.conseil-national-industrie.gouv.fr/industries-pour-la-construction>

⁵²

<http://materrio.construction/mediatheque/media/10> Recyclage de déchets inertes en vue de la réutilisation sur un autre chantier .pdf



- ✓ Préserver le gisement naturel exploité (un recycleur pouvant aussi être un exploitant de carrière).

Bien que ce bénéfice semble double, l'investissement initial en matériel de recyclage et le coût de fonctionnement d'une chaîne de recyclage ne permet en revanche pas toujours d'assurer l'équilibre économique du recyclage. La préservation du gisement et la logique de double fret serait alors la motivation première dans le cas d'un petit exploitant de ressources naturelles.

Des données d'analyse économique ont été remises au Ministère de la Transition écologique et solidaire en Janvier 2020 dans le rapport « *Les filières de recyclage de déchets en France métropolitaine* »⁵³. Ci-dessous un extrait associé aux granulats recyclés :

« Les 1 500 plateformes dans lesquelles les entreprises ont investi depuis 25 ans représentent 8 000 emplois non délocalisables. Un site emploie 10 personnes au maximum.

Le modèle économique des plateformes de recyclage des entreprises des travaux publics est fondé sur un tarif d'accueil des déchets en moyenne de 10 € la tonne et sur un prix de vente des granulats recyclés qui oscille entre 4 € et 15 € la tonne selon la qualité des produits.

La collecte et le transport de déchets s'organise différemment selon l'abondance du gisement (très forte dans les métropoles et faible dans les zones rurales), selon l'existence ou non d'un réseau de déchetteries accessibles aux artisans et selon la proximité d'une plate-forme de tri ou de regroupement intermédiaire. Le coût de transport (location d'un camion à 600 € la journée) est évalué à 5 €/t en zone rurale (5 rotations/jour) et 7,5 €/t à Paris et proche banlieue (3,5 rotations/jour).

Le coût de stockage des déchets en béton et produits peut atteindre 110 €/m² en région Parisienne et varie entre 1 et 1,5 €/t sur une surface de 4000 m² pour un flux traité de 400 000t. Le déferraillage des bétons armés, qui représentent 60 % des déchets de béton, nécessite l'intervention d'une pelle avec broyeur et un brise-roche hydraulique (location 1000 €/jour) et aura un coût évalué à 4 €/t en tenant compte de la revente du métal (5 à 50 € la tonne). Le coût moyen de traitement (criblage/concassage) est de 8€/t et le chargement client s'élève à 2 €/t.

Les frais d'analyse de laboratoire représentent un coût d'environ 1 €/t.

Globalement, le coût de traitement d'un déchet du bâtiment en béton, hors foncier et hors transport, est donc d'environ 15 €/t.

Le chiffre d'affaires des plateformes provient d'une part de la facturation à l'entrée pour le traitement des déchets (variant de 2 €/t pour des blocs béton ou retour toupie à 15 €/t pour un béton armé) et, d'autre part, de la vente à la sortie des granulats recyclés. Ces prix et ces coûts sont à comparer aux coûts :

- Du remblaiement (3 à 5 €/tonne)
- De la mise en décharge (6 à 10 €/tonne).

Le chiffre d'affaires estimé par Federec pour la filière de recyclage des déchets de granulats du BTP, s'élevait à 1,7 Mds € en 2017 et 1,8 Mds € en 2018. Ce chiffre, qui repose sur les prestations de collecte et de traitement facturées aux détenteurs de déchets, est tiré par l'activité construction neuve et le réseau de transport public du grand Paris porté par la Société du Grand Paris (SGP). »

⁵³ https://www.economie.gouv.fr/files/files/directions_services/cge/filieres-dechets-recyclage.pdf



2.3. ENTREPRISES ET SITES

➤ REFERENCEMENT ET LABEL :

Les plateformes numériques suivantes permettent de cartographier les installations en lien avec la valorisation de déchets de construction : <http://materrio.construction/cartographie.html> et <http://www.dechets-chantier.ffbatiment.fr/>.

Le premier site web classe les installations suivant différents types : plateformes de regroupement de déchets du BTP, plateformes de tri des déchets du BTP, plateformes de recyclage, remblayage en carrière, ISDI et centrales d'enrobé utilisant des matériaux recyclés. Les typologies de déchets sont les suivants : terres, cailloux, mélanges terres et cailloux, bétons, mélanges bitumineux et autres déchets de construction et de démolition.

Le marché étant concurrentiel, un bon référencement est important.

Pour augmenter sa compétitivité, une plateforme de recyclage peut aussi se démarquer par une démarche de labellisation. Le label **QualiRecycle**⁵⁴ est un label récent en France permettant de valoriser les entreprises traitant des déchets du BTP.

➤ LOCALISATION DES SITES DE RECYCLAGE :

La pratique qui consiste à trier et valoriser des déchets de chantier sur site peut avoir tendance à se répliquer facilement grâce à la compacité croissante des engins permettant de transformer sur place les matériaux inertes de toutes compositions granulaires. En revanche, un savoir-faire des opérateurs est indispensable pour réaliser la préparation des machines et l'ensemble des réglages sur site selon les attentes de l'exploitation : montage des machines, réglage des concasseurs.

S'il n'est pas possible de recycler in situ, les déchets doivent être envoyés vers une plateforme de recyclage. L'enjeu pour cette plateforme est d'être située proche de sources de déchets du BTP (les agglomérations), d'autant plus si ces zones sont éloignées des sources naturelles de granulats (carrières, lit de rivières...).

➤ MARCHE ET CONCURRENCE :

Les entreprises fournissent des granulats recyclés sur les deux marchés : ouvrages routiers et bétons de construction. Les **granulats routiers représentent la grande majorité du marché**. Ce marché est relativement demandeur, conduisant au fait que le goulot d'étranglement ne se situe pas à la vente des granulats recyclés mais plutôt à l'approvisionnement de déchets (qui intéressent de nombreux acteurs concurrents).

Ce problème d'approvisionnement est amplifié dans les zones où les gisements en déchets sont faibles et les chantiers éloignés de zones d'extraction de granulats naturels (car les granulats recyclés sont d'autant plus intéressant économiquement). De plus, les gisements de déchets de bâtiment ne sont pas 100% valorisables : une partie significative n'est pas recyclée car en mélange. Des efforts de R&D, de tri sur site et sur plateforme doivent être consentis pour récupérer ces gisements à ce jour non valorisés.

Des recycleurs implantés dans des agglomérations comme Bordeaux ont un rayon de **captage de déchets de l'ordre de 15 km**. Ce rayon est faiblement agrandi pour les recycleurs implantés loin de grandes villes (environ **20 km** dans la région d'Oloron), la distance faisant varier sensiblement la rentabilité économique.

Les acteurs captant ces déchets sont les entreprises de Travaux Public (qui internalisent la gestion des matières et les recyclent pour leurs propres chantiers), les démolisseurs (qui commencent à monter leurs propres plateformes permettant de valoriser eux-mêmes la matière) et les carrières (qui sont déjà outillés pour concasser, cribler et laver les granulats).

Certaines entreprises ont plusieurs activités : une entreprise de Travaux Publics ayant aussi une carrière et une centrale à béton pourra alors récupérer les déchets de ses chantiers, les recycler et les utiliser pour d'autres

⁵⁴ <https://www.seddre.fr/qualirecycle.pdf>



chantiers de travaux publics (granulats routiers 0/60 par exemple), ce qui permettra de préserver son exploitation d'extraction de granulats naturels, sachant que sa centrale à béton acceptera plus facilement ses granulats naturels que ses granulats recyclés. Les déchets non valorisables sont alors envoyés vers son ISDI (Installation de Stockage de Déchets Inertes). En plus de ses propres chantiers, l'entreprise peut aussi accepter des déchets externes (issus de démolisseurs ou constructeurs). Selon ce modèle économique, une entreprise des Pyrénées Atlantiques produit ainsi environ 10 000 t/an de granulats recyclés (provenant à 80% de ses propres chantiers de Travaux Publics), pour son usage personnel exclusivement.

Le cas des terres cuites est particulier car si le déchet inerte est bien trié et présente une part très importante de terre cuite, alors ce déchet sera capté par des négociants en matériaux de décoration.

2.4. CONDITIONS DE DEVELOPPEMENT DU RECYCLAGE

Certaines conditions permettent de créer les conditions favorables au développement des granulats recyclés⁵⁵.

➤ LOCALISATION EN ZONE URBAINE

La condition indispensable au bon fonctionnement du circuit déconstruction-recyclage tient dans la proximité entre les plateformes de traitement et les lieux de consommation. Outre l'avantage environnemental, la proximité est également une condition indispensable de la compétitivité des granulats recyclés (car le transport a un impact économique important).

➤ ACCEPTABILITE URBAINE

Comme il faut pouvoir installer de nouveaux centres de recyclage dans les zones urbaines (pour qu'ils soient compétitifs), ces projets se heurtent fréquemment à l'opposition des riverains. Le problème de l'acceptabilité est un obstacle au recyclage qu'il faut réussir à régler.

➤ MONTEE EN COMPETENCES DES ENTREPRISES

Pour récupérer un maximum de déchets valorisables en granulats recyclés, il faudrait définir des règles métiers précises pour la déconstruction des ouvrages, et ainsi éviter les démolitions sans cadre méthodologique qui augmente les pertes⁵⁶. Une chaîne de valorisation optimisée favorisera une offre économique compétitive (par rapport à des granulats naturels). Il serait aussi intéressant que les petites centrales de production de granulats puissent être équipées en lignes de production adaptées à des déchets inertes, que le personnel soit formé et que ces centrales soient équipées de laboratoire d'analyse. Cette montée en compétences permettra d'effacer l'image d'un granulat dégradé que peut renvoyer, souvent à tort, un granulat recyclé.

➤ VALORISATION DES GRANULATS RECYCLES DANS LES BETONS

Un béton constitué de granulats recyclés coûte en général plus cher à produire qu'un béton constitué de granulats naturels, en partie à cause des méthodes qui restent nouvelles (leur normalisation étant récente), des espaces de stockage dédiés (pour ne pas mélanger les différents types de granulats) et des quantités parfois accrues de ciments et additifs. Etant donné qu'il n'y a pas encore de contrainte réglementaire obligeant à intégrer des granulats recyclés dans les bétons, les maîtres d'œuvre et entreprises de mise en œuvre ne font généralement pas l'effort de pousser cette solution plus coûteuse. Pour développer le béton

⁵⁵ Certaines conditions ont été définies par l'Union Nationale des Producteurs de Granulats, dans son livre blanc ou depuis sa page web <https://www.unpg.fr/accueil/dossiers/economie/les-granulats-recycles/>

⁵⁶ Certaines entreprises de recyclage constatent que 50% des déchets que leur sont amenés ne sont pas valorisables. Ce taux pourrait être diminué si le chantier de construction ou démolition mettait en place un système de tri optimisé.



d'origine recyclée, il faudra donc diminuer ses coûts et éventuellement pousser son utilisation via la réglementation.

➤ **PRENDRE EN COMPTE LES BESOINS EN GRANULATS DANS LES PLANS ET PROGRAMMES PUBLICS**

Les schémas de carrières, créés par la loi du 4 janvier 1993 devaient permettre d'assurer un bon approvisionnement des territoires en matériaux dans une logique de gestion équilibrée de l'espace. Il serait important d'actualiser ces schémas à l'échelle régionale pour assurer un meilleur maillage du réseau de production de granulats naturels et recyclés.

➤ **SENSIBILISATION DES MAITRES D'OUVRAGE**

Il est nécessaire de convaincre les maitres d'ouvrage d'accorder la préférence aux granulats recyclés s'ils répondent techniquement au besoin et s'ils sont locaux. La partie suivante développe quelques conseils pour que les documents de marché intègrent cette problématique.

2.5. INTEGRATION DANS LES DOCUMENTS D'APPEL D'OFFRES

Guide MATERRIO

Le centre de ressources Materrio a publié un guide pratique comprenant des clauses types à intégrer dans les différentes pièces de marchés pour la gestion des déchets ainsi que des recommandations à mettre en œuvre pour y parvenir. Les différentes fiches qui composent le guide sont à considérer en fonction des enjeux poursuivis en matière de **gestion des déchets** (tri, recyclage, valorisation...). Issue d'une capitalisation de clauses utilisées par des maîtres d'ouvrage d'horizons variés (conseils départementaux, régionaux, collectivités...), ce guide a pour objectif d'accompagner la maîtrise d'ouvrage dans la traduction de ses actions et de ses obligations en matière de gestion des déchets à travers leurs marchés et tout au long d'un chantier.

Le guide est accessible sur le site suivant : <http://materrio.construction/mediatheque/fiche/99>.

Guide Réseau 3AR - NOBATEK/INEF4 – BIL TA GARBI

Dans le cadre du projet OPREVAL BTP porté par le syndicat mixte des déchets BIL TA GARBI, 3AR et NOBATEK/INEF4 ont développé un outil pratique **tourné sur la demande**. C'est outil, de type **clausier**, propose un ensemble de clauses pour les principaux lots du **bâtiment** à intégrer directement dans les pièces de marchés pour favoriser l'**intégration de matériaux recyclés**.

Le clausier est accompagné d'un fascicule reprenant les éléments essentiels à retenir pour promouvoir l'usage de matériaux recyclés dans le bâtiment.

Les deux outils sont disponibles en téléchargement et gratuitement sur :

<http://www.achatsresponsables-aquitaine.fr/actualites/actualites-3ar/454-2-outils-inedits-et-gratuits-pour-faciliter-l-integration-de-materiaux-recycles-et-le-reemploi-dans-les-batiments>

Guide du Conseil Départemental des Pyrénées-Atlantiques

Le CD64 a édité en 2018 un guide d'«Aide à la rédaction des Marchés du Département des Pyrénées-Atlantiques ».



Le guide a été rédigé pour aider à la rédaction :

- ✓ des CCTP (Cahiers des Clauses Techniques Particulières), sur le sujet des remblais et des couches de forme) ;
- ✓ de bordereaux des prix (mâchefers, graves recyclées et graves chaulées) ;
- ✓ du détail estimatifs
- ✓ du CCAP (Cahier des Clauses Administratives Particulières)
- ✓ du règlement de consultation (nature des offres, contenu de l'offre, jugement de l'offre en fonction du prix et de la valeur technique et environnementale).

Le document est disponible sur demande auprès des services du CD64.

Guide AUDAP

L'Agence d'Urbanisme Atlantique et Pyrénées a édité en 2019 le guide « Déchets – Prendre en compte les Déchets Inertes dans les marchés publics du BTP ».

Ce guide traite des missions de gestion des déchets mais également de la demande.

Il est disponible sur le site de l'AUDAP :

http://www.audap.org/userfiles/downloads/etudes/env_cahiers2_marchespublics_20190131_web.pdf

CHAP. III

LIENS ENTRE
LA FRANCE ET L'ESPAGNE





3.1. REGLEMENTATION SUR LES DECHETS

➤ FRANCE

En France, le sujet des déchets est globalement réglementé au niveau national, y compris l'application des directives européennes. Les plans Régionaux sur les déchets, appliquant à minima les obligations européennes et nationales ont également une portée réglementaire locale.

Les principaux textes sont :

- Loi n° 75-633 du 15 juillet 1975⁵⁷ relative à l'élimination des déchets et à la récupération des matériaux.
- Loi n° 92-646 du 13 juillet 1992⁵⁸ relative à l'élimination des déchets ainsi qu'aux installations classées pour la protection de l'environnement
- Code l'environnement⁵⁹
- Directive 2008/98/CE du Parlement européen et du Conseil du 19 novembre 2008 relative aux déchets et abrogeant certaines directives + Ordonnance n° 2010-1579 du 17 décembre 2010 portant diverses dispositions d'adaptation au droit de l'Union européenne dans le domaine des déchets + DIRECTIVE (UE) 2018/851 DU PARLEMENT EUROPÉEN ET DU CONSEIL du 30 mai 2018 modifiant la directive 2008/98/CE relative aux déchets
- Loi n° 2015-992 du 17 août 2015⁶⁰ relative à la transition énergétique pour la croissance verte (Loi LTECV)
- Loi du 7 août 2015⁶¹ portant sur la Nouvelle organisation territoriale de la République (Loi NOTRe)
- Loi n° 2020-105 du 10 février 2020⁶² relative à la lutte contre le gaspillage et à l'économie circulaire (Loi AGECE)
- Code général des collectivités territoriales.
- Plan national de gestion des déchets⁶³ 2014/2020
- Plans régionaux de prévention et de gestion des déchets.

La réglementation s'applique à plusieurs niveaux, définissant les objectifs et obligations/responsabilités des acteurs publics (Etat, Régions, Collectivités), les responsabilités et obligations des détenteurs de déchets, les règles régissant la gestion des déchets et les sites d'élimination et de gestion des déchets, la classification des déchets. La réglementation nationale n'entre pas dans les exigences techniques des valorisations, celles-ci étant traitées dans les normes de produits et de mise en œuvre et à défaut dans les guides professionnels.

Le tableau suivant présente les exigences significatives du corpus réglementaire / législatif. Certaines sont spécifiques aux déchets du BTP et d'autres générales mais applicables également aux déchets du BTP.

⁵⁷ <https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000000888298/1992-07-13/>

⁵⁸ <https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000000345400>

⁵⁹ https://www.legifrance.gouv.fr/codes/texte_lc/LEGITEXT000006074220

⁶⁰ <https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000031044385/>

⁶¹ <https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000030985460/>

⁶² <https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000041553759/>

⁶³ https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/Plan%20national%20des%20dechets_octobre%202019.pdf



Concerné	Quoi	Type	Texte
Producteur / détenteur d'un déchet	Le Producteur / détenteur d'un déchet en est moralement responsable jusqu'à son élimination dans des conditions n'impactant ni la santé, ni l'environnement.	Obligations	Loi n° 75-633 du 15 juillet 1975 Code de l'Environnement
Maîtrises d'ouvrage	Les maîtrises d'ouvrage sont productrices des déchets générés sur leurs chantiers. Ils ont l'obligation de prévenir / réduire la production et nocivité de leurs déchets, mettre les moyens nécessaires, caractériser les matériaux de déconstruction. Ne peuvent être éliminés que les déchets ultimes. La gestion des déchets doit être organisée en respect de la hiérarchie des modes de traitement définie au 2 de l'article L5.4.1-1.	Obligations	Code de l'Environnement
	Valoriser sous forme de matière 70 % des déchets du secteur du bâtiment et des travaux publics en 2020	Obligations	
Entreprises	Obligation de recycler leurs déchets (non ultimes)	Obligations	Loi n° 92-646 du 13 juillet 1992
Professionnels du bâtiment	Valoriser au moins 70 % des déchets de chantier d'ici 2020.	Objectifs	Loi LTECV + décrets d'application
Conseil régionaux	Les Régions deviennent compétentes en matière de prévention et de gestion des déchets par la définition de plans régionaux uniques respectifs	Obligations	
Acteurs économiques	Organiser la collecte séparée des déchets papier, métal, plastique, verre et bois produits, si leur volume est supérieur à 1.100 litres / semaine.	Obligations	
Collectivités territoriales	Au moins 60 % en masse de l'ensemble des matériaux utilisés pendant l'année dans leurs chantiers de construction routiers sont issus du réemploi, de la réutilisation ou du recyclage de déchets ;	Obligations	
	Les matériaux utilisés pendant l'année dans les chantiers de construction et d'entretien routiers parmi ces matériaux, au moins 20 % en masse des matériaux utilisés dans les couches de surface et au moins 30 % en masse des matériaux utilisés dans les couches d'assise sont issus du réemploi, de la réutilisation ou du recyclage de déchets.	Obligations	
Site de gestion et de valorisation des déchets	Responsabilité des communes pour l'élimination des déchets des ménages.	Obligations	Code général des collectivités territoriales
Site de gestion et de valorisation des déchets	Les sites de tri et de valorisation des déchets sont soumis au régime des ICPE		Loi no 92-646 du 13 juillet 1992 + Code de l'environnement
Général	Réduction de 15% des déchets ménagers et assimilés produits par habitant d'ici 2030 par rapport à 2010 (Article 3)	Objectifs	Loi AGECE
	Réduction des déchets d'activités économiques de 5% en 2030 par unité de valeur produite en 2020 par rapport à 2010. (Article 4)	Objectifs	
Entreprises de gestion et d'élimination des déchets	L'élimination des déchets, de la part de producteurs ou de détenteurs de déchets, dans les installations de stockage ou d'incinération est autorisée uniquement si les obligations de tri sont respectées en amont (Article 6).	Obligations	
Acteurs du BTP	Evolution du diagnostic ressources et obligations de réalisation	Obligations	
	Lors d'un chantier de réhabilitation ou de démolition de bâtiment, si un opérateur compétent effectue un tri et un contrôle des matériaux, équipements ou produits de construction pouvant être réemployés, alors ces derniers ne prennent pas le statut de déchets (Article 54)		
Maîtrises d'ouvrages publiques	À partir du 1er janvier 2021, les biens acquis annuellement par l'État, les collectivités territoriales et leurs groupements seront issus du réemploi, de la réutilisation ou intégreront des matières recyclées dans des proportions de 20 % à 100 % selon le type de produit (sauf en cas de contrainte opérationnelle liée à la défense nationale ou de contrainte technique significative liée à la nature de la commande publique). (Article 58)	Obligations	
Général	Sanctions renforcées pour les dépôts sauvages de déchets	Obligations	



Fabricants et distributeurs de matériaux de construction	Création de nouvelles REP pour les produits et matériaux de construction destinés aux ménages ou aux professionnels afin que les déchets de construction ou de démolition qui en sont issus soient repris sans frais lorsqu'ils font l'objet d'une collecte séparée et afin qu'une traçabilité de ces déchets soit assurée		
--	--	--	--

Tableau 12 : Exigences principales du corpus réglementaire français sur les déchets

➤ ESPAGNE / NAVARRE

En Espagne, la réglementation relative aux déchets applique également des textes européens (application nationale) et nationaux. Elle est en revanche complétée par des textes réglementaires/législatifs au niveau des régions autonomes.

Liste des principaux textes de références applicables en Navarre pour la gestion des déchets :

Europe
Directiva Marco de Residuos 2018/815/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 30 de mayo de 2018, que sustituye a la Directiva 2008/98/CE de 19 de noviembre de 2008.
Espagne
Ley 22/2011 , de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados. <i>Modification en cours;</i> Real Decreto 105/2008 , de 1 de febrero > Réglemente la production et la gestion des déchets de de C&D (En cours de revisión) Real Decreto 646/2020 , de 7 de julio, Real Decreto 1304/2009 , de 31 de julio, R.D. 1481/2001 de 27 de diciembre, Orden AAA/661/2013 de 18 de abril, anexos I, II y III del Real Decreto 1481/2001 de 27 de diciembre > Réglemente l'élimination des déchets en sites d'enfouissement. Orden MAM/304/2002 , de 8 de febrero > Par lequel sont publiées les opérations de valorisation et d'élimination des déchets ainsi que la liste européenne des déchets. (Modifié le 12.03.2002). Orden APM/1007/2017 , de 10 de octubre > sur les normes générales de valorisation des matériaux naturels excavés pour leur utilisation dans des opérations de remblaiement et sur des chantiers d'où ils proviennent. Plan Estatal Marco de Residuos (PEMAR) 2016-2022 > non obligatoire mais donnant des orientations à suivre
Navarre
Ley Foral 14/2018 > sur les déchets et leur fiscalité Decreto Foral 23/2011 , de 28 marzo > Réglemente la production et la gestion des déchets de C&D sur le territoire de la Navarre. Decreto Foral 49/2020 , de 15 de julio > Réglemente le fond sur les déchets. Plan de Residuos de Navarra 2017-2027 > non obligatoire mais donnant des orientations à suivre

Tableau 13 : Principaux textes réglementaires et législatifs applicables en Espagne et Navarre sur les déchets

Le tableau suivant présente quelques exigences significatives du corpus réglementaire / législatif applicable en Navarre. Certaines sont spécifiques aux déchets du BTP et d'autres générales mais applicables également aux déchets du BTP.

Concerné	Quoi	Type	Texte
Administration, acteurs économiques publics et privés	Engage l'Administration de la Communauté Forale de Navarre à élaborer et approuver le Plan navarrais des déchets qui contiendra le Programme de prévention des déchets et le Plan de gestion des déchets dans la zone territoriale de Navarre.	Obligatoire	Ley Foral 14/2018, de residuos y su fiscalidad
Bureau de prévention des déchets et de relance de	Agit comme dynamiseur, conseiller et gestionnaire des actions prévues dans le Plan navarrais de prévention des déchets et de l'économie circulaire.	Obligatoire	



l'économie circulaire			
Administration – Maîtrises d'ouvrage publiques	Les administrations publiques doivent stimuler et hiérarchiser les matières réutilisables et les produits recyclables dans leurs achats	Obligatoire	
	Les administrations publiques doivent veiller à ce que les matériaux recyclés tels que les granulats recyclés soient utilisés dans la mise en œuvre des contrats de travaux publics. Les spécifications générales et particulières pour l'exécution des contrats de travaux indiquent les pourcentages de matériaux recyclés à utiliser pour chacun d'eux, selon le type de travaux à effectuer. Les projets soumis doivent fixer une justification documentaire pour l'utilisation des matériaux recyclés.	Obligatoire	
Sites d'enfouissement, carriers et acteurs économiques	Taxe d'élimination des sites d'enfouissement et incinération des déchets : - 3 euros par tonne de déchets de construction et de démolition non dangereux livrés aux décharges pour élimination. - 1 euro par tonne de matériaux naturels excavés (terres et pierres) et de déchets industriels inertes qui sont livrés aux décharges pour élimination.	Obligatoire	
	Les recettes issues de cette taxe seront affectées en partie l'année suivante à des budgets spécifiques de Navarre, appelé Fonds pour les déchets.	Obligatoire	
Administration	Fonds pour les déchets Utilisé pour financer des mesures visant à réduire les effets néfastes sur la santé humaine et l'environnement associés à la production et à la gestion des déchets. Il sera distribué chaque année par le département ayant des compétences environnementales, après assistance à l'Organisation publique des déchets de Navarre, conformément au critère de hiérarchisation des modes de gestion des déchets, à la réalisation des objectifs, à l'urgence environnementale, proportionnelle à la contribution économique de chaque flux de déchets.	Obligatoire	
Administration - Acteurs publics et privés	Réduction de la production de déchets établie d'ici 2020 : 10% en poids	Obligatoire	Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados.
Administration - Acteurs publics et privés	Objectifs de valorisation des déchets de C&D. A l'exclusion des matériaux de catégorie 17 05 04, objectif de valorisation des déchets de C&D de 70 % en poids en 2020	Obligatoire	
Administration – Acteurs publics et privés	Élimination des déchets de C&D non dangereux dans les sites d'enfouissement (maximum) : 30 %	Obligatoire	Plan Estatal Marco de Residuos 2016-2022 (PEMAR)
Administration – entreprises de TP, acteurs publics et privés	Objectifs de valorisation des matériaux naturels d'excavation (MNE) MNE utilisés sur les chantiers de terrassement, remblaiement de carrières, remblai : 90% minimum	Obligatoire	
Administration – entreprises de	Élimination des MNE dans les sites d'enfouissement par rapport au volume total de MNE (maximum) : 10 %	Obligatoire	



TP, acteurs publics et privés				
Administrations locales	Les entités locales doivent fournir en tant que service obligatoire, la collecte, le transport et le traitement des déchets produits dans des travaux mineurs de construction ou de rénovation de maisons car ils sont considérés comme des déchets domestiques.	Obligatoire		
Producteur	Inclure dans le projet du chantier une étude de gestion des déchets de C&D (pour chantiers non mineurs)	Obligatoire	Decreto Foral 23/2011, de 28 marzo, regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición en el ámbito territorial de la Comunidad Foral de Navarra.	
Producteur	Contractualiser un gestionnaire inscrit au Registre des gestionnaires de RCD pour des travaux non mineurs de petite entité (avec des prévisions de moins de 50 m3 de déchets)	Obligatoire		
Producteur	Pour les chantiers qui nécessitent un permis et qui ne sont pas d'une petite entité (>50 m3), une garantie bancaire sera déposée en parallèle du permis ou un gestionnaire de RCD inscrit au Registre du gouvernement de Navarre sera contractualisé avec une caution de 50.000 euros.	Obligatoire		
Détenteur	Élaborer le plan de gestion des déchets sur les travaux non mineurs	Obligatoire		
Détenteur	Séparation des fractions lorsque la quantité prévue pour chacune sur l'ensemble du chantier dépasse les quantités suivantes : a) Béton : 80 t. b) Briques, bardeaux, céramique : 40 t. c) Métal : 2 t. d) Bois : 1 t. e) Verre: 1 t. f) Plastique: 0.5 t g) Papier et carton : 0,5 t.	Obligatoire		
Gestionnaire	Obtenir l'autorisation du gestionnaire des déchets non dangereux pour le stockage et le transfert, le prétraitement, la valorisation ou l'élimination de la RCD	Obligatoire		
Détenteur (MOA) – gestionnaire de déchets - en	Valorisation in-situ. Le producteur de RCD est exempté d'autorisation de gestion, mais elle doit être reflétée dans le projet et/ou communiquée au conseil municipal.	Obligatoire		
Détenteurs de déchets, entreprises	Elimination en site d'enfouissement Seuls peuvent être enfouis (élimination) les déchets qui ont fait l'objet d'un traitement préalable afin pour réduire la quantité de déchets à éliminer. Pour les déchets de construction et de démolition, le traitement préalable doit inclure au moins la classification et la séparation des fractions de valorisation (bois, fractions de minéraux -béton, briques, tuiles, céramiques et pierres-, métaux, verre, plastique et gypse), ainsi que le concassage et le criblage de ces fractions. Par arrêté ministériel, après consultation de la Commission de coordination des déchets, une liste des déchets qui ne seront pas acceptés à la	Obligatoire		Real Decreto 646/2020, de 7 de julio, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero



décharge, comme déchets adaptés à la préparation à la réutilisation, au recyclage ou à toute autre évaluation, en particulier pour les déchets municipaux, sera approuvée avant le 1er janvier 2023.

**Travaux mineurs : travaux de construction ou de démolition d'un logement privé, commerce, bureau ou propriété du secteur des services, de technique constructive simple et économique qui : - N'implique pas de modification du volume, de l'utilisation, des installations communes ou du nombre de maisons et de locaux. - Aucun projet requis signé par des professionnels qualifiés.*

Tableau 14 : Exigences principales du corpus réglementaire espagnol et navarrais sur les déchets

Trois entités principales sont définies avec des obligations communes et spécifiques :

<p>Producteurs de déchets</p>	<p>Les trois conditions définissant un agent en tant que producteur sont précisées à l'article 3 du décret Foral 23/2011 réglementant la production, la possession et la gestion des déchets de construction et de démolition en Navarre :</p> <ul style="list-style-type: none"> « La personne physique ou morale détenant le permis d'un chantier de construction ou de démolition ; des chantiers qui ne nécessitent pas de permis, la personne physique ou morale détenant le bien immobilier soumis à des travaux de construction ou de démolition sera considérée comme producteur du déchet » « La personne physique ou morale effectuant des opérations de traitement, de mélange ou d'autres opérations, qui provoquent un changement dans la nature ou la composition des déchets. » « L'importateur ou l'acquéreur dans un État membre de l'Union européenne des déchets de construction et de démolition. » <p>En termes familiers du secteur de la construction, il est généralement le promoteur. Ses obligations sont énoncées à l'article 4 du décret Foral 23/2011 qui comprend :</p> <ul style="list-style-type: none"> Inclure dans le projet des travaux une étude de gestion des déchets de construction avec le contenu minimum requis dans le décret précité. Dans les travaux de démolition, de réhabilitation, de rénovation, ils effectuent un inventaire des déchets dangereux à générer, un enlèvement sélectif de ces déchets et assurent une expédition aux gestionnaires autorisés des déchets dangereux. Disposer de la documentation nécessaire pour prouver que les déchets de construction des travaux ont été gérés et la conserver durant 5 ans minimum. À l'exception des travaux mineurs de construction ou de rénovation de maisons à réglementer en vertu des ordonnances municipales, ils doivent constituer une caution ou une garantie financière équivalente à assurer le bon respect de leurs obligations conformément à l'article 6 du décret Foral 23/2011.
<p>Détenteur des déchets</p>	<p>Le statut de détenteur est également défini à l'article 3 du décret Foral 23/2011 comme : « la personne physique ou morale qui détient les déchets de construction et de démolition et qui n'a pas le statut de gestionnaire des déchets. Quoi qu'il en soit, la personne physique ou morale effectuant les travaux de construction ou de démolition, comme le constructeur, les sous-traitants ou les travailleurs indépendants, est considérée comme le détenteur.</p> <p>Les obligations du détenteur sont stipulées à l'article 5 du décret Foral 23/2011 :</p> <ul style="list-style-type: none"> Soumettre à la maîtrise d'ouvrage un plan qui reflète la façon dont elle s'acquittera de ses obligations en ce qui concerne les déchets de construction et de démolition qui seront produits sur le site. Le plan, une fois approuvé par la direction facultative et accepté par la MOA, fera partie des documents contractuels des travaux. Le détenteur des déchets de construction et de démolition, lorsqu'il ne les gère pas seul, et sans préjudice des exigences du projet approuvé ou de ce que les ordonnances municipales établissent, est tenu le cas échéant de les livrer à un gestionnaire de déchets autorisé ou de participer à une entente volontaire ou à une entente de collaboration pour sa gestion. Les déchets de construction et de démolition doivent de préférence être utilisés, et dans cet ordre, pour la réutilisation, le recyclage ou d'autres formes de valorisation. Ils seront destinés à l'élimination seulement dans les conditions énoncées à l'article 10 du décret.



	<ul style="list-style-type: none">• Le détenteur des déchets est tenu, tant qu'ils sont en sa possession, de les maintenir dans des conditions adéquates d'hygiène et de sécurité, ainsi que d'éviter de mélanger des fractions déjà séparées qui empêchent ou entravent leur valorisation ou leur élimination ultérieure.• Lorsque les valeurs stipulées de chaque matériau sont dépassées sur le total des déchets, la séparation en fractions doit être effectuée de préférence par le détenteur et dans le cadre des travaux dans lesquels ils sont produits. S'il n'y avait pas d'espace physique, la séparation des fractions peut être confiée à un gestionnaire des déchets d'une installation de traitement des déchets de C&D à l'extérieur du site. Cette action doit avoir des documents justificatifs.• Couvrir les coûts de gestion correspondants et, le cas échéant, fournir au producteur des certificats/factures pour la livraison des déchets de construction et la démolition accréditant la gestion correcte des déchets produits conformément au plan établi, ainsi que conserver la documentation correspondant les cinq années suivantes.
Gestionnaire de déchets	<p>Le gestionnaire est défini à l'article 3 du décret Foral 23/2011 du 28 mars comme « la personne physique ou morale qui collecte, transporte, valorise et/ou élimine les déchets de construction et de démolition, y compris le suivi de ces opérations, ainsi que l'entretien après la fermeture des sites d'enfouissement, y compris les actions menées en tant que commerçant ou agent ».</p> <p>Ses obligations sont déterminées à l'article 7 de ce décret :</p> <ul style="list-style-type: none">• Obtenir l'autorisation du gestionnaire des déchets non dangereux pour mener à bien l'une ou l'autre des activités suivantes : stockage et transfert, valorisation et élimination des déchets de construction et de démolition.• Lorsque des opérations de traitement des déchets de construction et de démolition sont réalisées avec des installations mobiles dans des centres de valorisation ou d'élimination, elles doivent obtenir l'autorisation du gestionnaire du site et se conformer aux exigences qui y sont fixées. Lorsque des opérations de transformation sont effectuées avec des installations mobiles sur des chantiers autres que ceux où les déchets ont été produits et ne sont pas des centres fixes de valorisation ou d'élimination, elles doivent avoir une autorisation de gestionnaire des déchets.• Les activités de gestion des déchets de C&D doivent être menées dans des installations répondant aux exigences techniques énoncées à l'annexe 1 de ce décret. Ces exigences doivent également être remplies dans le cas des sites de transfert et de traitement.• Tenir un registre indiquant les entrées et les sorties des déchets de construction et de démolition de l'installation, codés conformément aux dispositions des annexes 2 A et 2 C du décret foral 23/2011. Ces renseignements doivent être mis à la disposition du ministère du Développement rural et de l'Environnement et des organismes d'inspection.• Avec une périodicité semestrielle minimale, le gestionnaire intermédiaire ou le gestionnaire final qui reçoit les déchets des travaux de construction et de démolition doit envoyer au ministère du Développement rural et de l'Environnement, sous forme électronique, une copie de l'enregistrement des entrées et des sorties. Dans les autorisations accordées aux gestionnaires, différentes récurrences peuvent être indiquées en fonction de l'activité à faire.• Pour étendre au propriétaire ou au gestionnaire qui livre les déchets de construction et de démolition les certificats/factures de livraison des déchets de construction et de démolition, l'accréditation de la bonne gestion des déchets reçus, conformément aux dispositions de l'annexe 2 D du décret précité et qui garantissent le transfert de la propriété de ces déchets au gestionnaire, conformément aux dispositions de la réglementation actuelle sur les déchets. Lorsque le gestionnaire qui reçoit les déchets de construction et de démolition effectue des opérations de non-évaluation sur des installations telles que celles définies à l'annexe 1 ou à l'élimination, il transmet également au détenteur ou au gestionnaire qui lui a livré les certificats de l'opération de valorisation ou d'élimination après laquelle les déchets étaient destinés.• Les déchets reçus dans les installations de stockage, de transfert ou de traitement, livrés à un gestionnaire de valorisation ou d'élimination, le cas échéant, pour traitement final, et ne peuvent pas être utilisés dans des travaux de construction et/ou de restauration sans traitement supplémentaire conformément à l'annexe 1 du décret.• Dans le cas où une entité n'a pas l'autorisation de gérer les déchets dangereux, elle doit avoir une procédure d'admission des déchets à l'installation qui garantit qu'avant le processus de traitement, ils sont détectés et séparés. Les déchets dangereux ainsi obtenus doivent être correctement stockés et envoyés vers les gestionnaires autorisés des déchets dangereux.



Cette obligation doit être sans préjudice des responsabilités du producteur, du détenteur ou, le cas échéant, de l'ancien gestionnaire qui a envoyé ces déchets à l'installation.

- Mener à bien ses opérations visant à tirer le meilleur parti des fractions de inertes des déchets de construction et de démolition et à éliminer sélectivement de leur flux tous les déchets dangereux et non dangereux qui ne répondent pas à la définition de déchets inertes.
- Assurer une formation adéquate et une qualification professionnelle des techniciens en gestion et du personnel responsable de l'exploitation de l'installation de traitement des déchets de construction et de démolition.
- Constituer une obligation financière équivalente ou une garantie qui assure le respect de la bonne gestion des déchets. Le montant de la caution doit être établi par le Département du développement rural et de l'environnement en fonction de la capacité maximale de stockage des déchets de construction et de démolition de l'installation et doit être une condition préalable à l'obtention de l'autorisation d'un gestionnaire des déchets.
- Veiller à ce que les agrégats et les matériaux recyclés obtenus comme produit d'une opération de valorisation des déchets de construction et de démolition soient caractérisés selon les règlements techniques applicables en fonction de leur utilisation finale par un laboratoire agréé et se conformément aux exigences techniques et légales pour l'utilisation à laquelle ils sont destinés

➤ COMPARATIF.

Le contexte législatif et réglementaire, et les obligations en résultant, est globalement similaire des deux côtés de la frontière. Il existe néanmoins quelques différences exposées ci-après.

➤ SIMILARITES

- Les dispositions européennes sont logiquement appliquées dans les deux territoires.
- Les conseils régionaux français et les gouvernements de régions autonomes doivent définir leurs plans de prévention et de gestion des déchets.
- Obligations d'achats verts/responsables par l'administration publique. En France, la loi AGEC définit en revanche des taux minimaux d'utilisation de matériaux issus du réemploi ou du recyclage pour les MOA publiques.
- Les administrations publiques doivent stimuler et promouvoir l'Economie circulaire.
- Définition de statuts de producteur, détenteur et gestionnaire de déchets.
- Existence d'une taxe (TGAP en France et taxe sur l'élimination en centres d'enfouissement en Navarre) dont une partie est reversée à un fonds sur les déchets utilisé pour soutenir des actions et opérateurs (R&D, expérimentation, investissements...) en faveur de l'économie circulaire.
- Objectifs de réduction des quantités générales de déchets d'activités (à 2020), valorisation de 70 % en poids des déchets du BTP (à 2020).
- Les collectivités publiques sont responsables de la gestion des déchets de chantiers des particuliers/administrés.
- Les fractions de déchets, si elles dépassent une certaine quantité, doivent obligatoirement être séparées.
- En Navarre, la gestion des déchets doit être faite par une entreprise inscrite au registre des gestionnaires de déchets. Cette obligation existe en France également du fait que les déchets doivent être gérés et tracés jusqu'à leur élimination, et que toutes les installations de tri, de traitement ou d'élimination des déchets sont sous le régime (déclaratif ou autorisé) des ICPE.
- Obligation de séparation des principaux flux (bois, métal, inertes, etc.) et ne peuvent être éliminés par enfouissement que les déchets non valorisables (ultimes) ayant subis préalablement des opérations de traitement permettant la séparation des fractions valorisables.
- Les gestionnaires de déchets doivent déclarer à l'administration les flux entrants et sortants de leurs installations. La fréquence de déclaration est trimestrielle.



- L'ensemble de la chaîne d'acteurs, du détenteur au gestionnaire doit maintenir et gérer les déchets dans des conditions adéquates d'hygiène et de sécurité, et ne pas mélanger des flux séparés entravant leur possibilité de valorisation.
- Existence de sanctions pour les dépôts sauvages. En France, la loi AGEC vient alourdir ces sanctions.
- Pour des travaux de déconstruction / démolition au-delà d'un certain seuil, une évaluation des déchets est demandée à la MOA (en France via le diagnostic déchets réglementaire, en cours d'évolution en application de la loi AGEC). Il est également demandé les bordereaux de suivi des déchets dangereux (+ conservation pendant 5 ans).

➤ DIFFERENCES

Les différences les plus significatives sont mises en avant ci-après (en gras).

- La première différence de contexte réside dans le fait que la réglementation sur les déchets est nationale en France (+ application des dispositions européennes) et qu'en Espagne la législation nationale est complétée par des textes spécifiques aux régions autonomes (qui peuvent définir des lois, obligations spécifiques pour leurs administrés)
- En France,
 - o la loi AGEC définit des taux minimaux d'utilisation de matériaux issus du réemploi ou du recyclage pour les MOA publiques.
 - o la loi AGEC fait évoluer le diagnostic déchets en **diagnostic Produits Matériaux Déchets (PMD)**, intégrant une réflexion sur le devenir des produits existants, sur le réemploi ;
 - o la loi AGEC instaure un **REP BTP**.
- En Espagne / Navarre,
 - o au-delà de certains seuils, les projets portés par les MOA publiques doivent une étude et une justification concernant l'utilisation de matériaux recyclés ;
 - o les MOA doivent fournir une étude sur la gestion des déchets qui seront produits sur un chantier ;
 - o à minima **90 % des terres (non polluées) excavées sur chantiers doivent être revalorisées** (in-situ, sur un autre chantier, en remblaiement de carrières) ;
 - o au-delà d'un certain seuil de travaux, une **caution proportionnelle aux coûts de gestion des déchets prévisionnels** et demandée pour l'obtention du permis de travaux. Ce point représente une des différences principales avec le contexte français ;
 - o les gestionnaires de déchets doivent pouvoir prouver d'avoir les ressources financières en rapport avec la gestion des déchets ciblés pour une opération.

Afin de renforcer leurs dispositions réglementaires respectives en faveur de l'Economie Circulaire, et en s'inspirant des différences entre les deux contextes, la France pourrait rendre obligatoire :

- la remise d'une étude de gestion prévisionnelle des déchets pour les chantiers au-delà d'un certain seuil,
- la valorisation d'une proportion élevée (90%) des terres d'excavations,
- le dépôt d'une caution liée à la gestion prévisionnelle (validée) des déchets.

La Navarre pourrait de son côté :

- rendre obligatoire un diagnostic de type PMD sur les opérations de démolition / déconstruction au-delà d'un certain seuil.



3.2. CONDITIONS DE VALORISATION DES DECHETS INERTES DE C&D

Les conditions de valorisation en France des granulats recyclés de C&D sont définies au chapitre 1 du présent rapport « *Granulats recyclés de C&D : documents de références et conditions de valorisations* ». Celles en Navarre sont définies dans les rapports (en espagnol) « *Caracterización de los aridos reciclados en Navarra – Carreteras / Hormigón / Huecos mineros* » disponibles sur demande.

3.2.1. Valorisations en construction routière

Les valorisations en construction routière peuvent concerner les couches de surface (de roulement ou de liaison ; enrobés et bétons routiers), les structures de chaussées, et enfin les remblais et couches de forme.

Les informations ci-après ciblent les exigences liées aux matériaux/granulats (notamment recyclés) pour ces valorisations et ne traitent pas des exigences générales de conception/dimensionnement des chaussées.

3.2.1.1. Cas général

Commun	
Normes européennes (usages et granulats)	
France	Navarre
<ul style="list-style-type: none">- Normes Françaises- Guides généraux et spécifique BTP « Acceptabilité environnementale de matériaux alternatifs en technique routière »	<ul style="list-style-type: none">- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales PG-3- “Guía de áridos reciclados procedentes de RCD”- Instrucción del Hormigón Estructural EHE-08

Tableau 15: Corpus réglementaire général commun et pour chacun des deux territoires

En France, le corpus réglementaire se compose de **normes produits** (ex NF EN 13108-1 enrobés bitumineux, NF EN 12620 Bétons), elles-mêmes faisant référence à des **normes européennes et françaises sur les granulats** (ex NF EN 13043 Granulats pour mélanges hydrocarbonés), et enfin d'un guide général du CEREMA « **Acceptabilité environnementale de matériaux alternatifs en technique routière** » et sa déclinaison pour les déchets du BTP.

La guide d'acceptabilité du CEREMA traite de tous les usages routiers hors enrobés et bétons routiers. Il définit globalement des types d'usage, les conditions associées et notamment des **seuils de lixiviation**.

En Navarre, le corpus réglementaire se compose également des **normes européennes communes** (usages et granulats), ainsi que du **Pliego de Prescripciones Técnicas Generales PG-3**⁶⁴ et de la **“Guía de áridos reciclados procedentes de RCD”**⁶⁵. Pour les bétons routiers, au-delà de la NF EN 206-1 Bétons, il est également demandé de respecter l'« **Instrucción del Hormigón Estructural EHE-08** »

Le PG-3 est le document principal de référence pour les travaux routiers. Il indique les types de travaux, les méthodes de mise en œuvre et enfin les exigences pour les matériaux.

La Guia de aridos reciclados, d'usage non obligatoire, établit des recommandations selon les types de matériaux recyclés et les usages. Notons également que la Guia fait référence (p213) à des **seuils de lixiviation** pour l'utilisation des déchets de C&D en construction routière. Elle indique que *“les essais de lixiviation EN 12457-4 et les valeurs limites de la UE DOCE 16/1/03 seront appliqués de manière transitoire jusqu'à qu'il existe des seuils et recommandations espagnoles ou européennes pour un essai de percolation”*.

⁶⁴ <https://www.mitma.gob.es/carreteras/normativa-tecnica/17-pliegos-de-prescripciones-tecnicas-generales>

⁶⁵ <https://sf2217758f40e4116.jimcontent.com/download/version/1506021438/module/6682137254/name/RCD.pdf>



En application des règles de classification européennes (ex 17 01 01, 17 03 02...), les deux territoires définissent 3 grandes familles de granulats recyclés **BETON, ENROBÉ et MIXTE**. La catégorie BETON intègre les bétons, les terres cuites, le verre, les gravés et les mélanges de ces composants.

De manière générale, l'**utilisation des granulats recyclés de C&D est permise sur les deux territoires pour les différents usages routiers mais elle est soumise aux conditions** proposées dans les corpus réglementaires commun et spécifiques. La principale différence concerne les usages hors enrobé et béton routier avec la définition en France de seuils de lixiviation à respecter selon les types d'usages.

Similaire
<ul style="list-style-type: none">- Valorisation de granulats issus de déchets inertes de C&D globalement autorisés sous les conditions (communes) des normes européennes de produits et granulats et guides techniques- Existence de seuils de lixiviation à respecter pour l'utilisation des déchets de C&D dans les applications hors enrobés et bétons.- 3 grandes familles de granulats recyclés BETON, ENROBÉ et MIXTE.
Différent
<ul style="list-style-type: none">- En France, le guide d'acceptabilité du CEREMA (d'application non obligatoire mais très suivi par la profession), définit des types d'usages routiers (hors enrobés et bétons) et y associe des seuils de lixiviation max pour les déchets de C&D valorisés.- En Espagne, pour les bétons routiers, l'Instrucción del Hormigón Estructural EHE-08 doit être appliquée au-delà de la EN 206-1 Bétons et de la EN 12620 Granulats pour béton.

Tableau 16 : Cadre général - Similitudes et différences entre les deux contextes

3.2.1.2. Couches de surface (roulement, liaison)

Dans le contexte espagnol, ces couches sont appelées les « *firmes* ». Ces couches de surface peuvent être en **enrobé** bitumineux ou en **béton** routier, faisant référence à des textes réglementaires différents.

Commun	
<ul style="list-style-type: none">- Normes européennes autour des enrobés et de leurs granulats : série de normes EN 13108, notamment :<ul style="list-style-type: none">• EN 13108-1 : Mélanges bitumineux - Spécifications des matériaux - Partie 1 : Enrobés bitumineux• EN 13108 - 2. Mélanges bitumineux - Spécifications des matériaux - Partie 2 : Béton bitumineux très mince BBTM• EN 13108-8 - Mélanges bitumineux - Spécifications des matériaux - Partie 8 : Agrégats d'enrobés• EN 13043 Granulats pour mélanges hydrocarbonés et pour enduits superficiels utilisés dans la construction des chaussées, aéroports et d'autres zones de circulation- Normes européennes autour des bétons et de leurs granulats :<ul style="list-style-type: none">• EN 206 : Béton - Spécification, performances, production et conformité• EN 13877-1 « Chaussées en béton – Partie 1 : Matériaux »• EN 12620 : Granulats pour béton	
France	Navarre
<ul style="list-style-type: none">- Norme NF P 18 545 Granulats - Éléments de définition, conformité et codification.- NF P 98-170 « Chaussées en béton de ciment – Exécution et contrôle ».- Guide Recybéton – Comment recycler le béton dans le béton – Recommandations du projet national recybéton	<ul style="list-style-type: none">- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales PG-3 (enrobés : art 540/542/543, béton: art 550)- "Guía de áridos reciclados procedentes de RCD"- Norme 6.1 I.C Secciones de firmes- Instrucción del Hormigón Estructural EHE-08

Tableau 17 : Corpus réglementaire pour granulats utilisés en couches de surfaces



Dans les enrobés, on peut distinguer les agrégats d'enrobés, issus de fraisage des chaussées et les autres granulats issus de déchets de C&D. Les agrégats d'enrobés sont très largement utilisés par la profession, disposent d'une norme propre (EN 13108-8) et sont intégrés dans des proportions pouvant être importantes (conditions selon les pourcentages d'intégration). La norme EN 13108-1 n'interdit pas l'usage de granulats recyclés de C&D et se réfère directement à la norme EN 13043, elle-même n'excluant pas les granulats recyclés, tous les granulats étant soumis aux mêmes exigences (avec essais complémentaires pour granulats recyclés).

En ce qui concerne les chaussées en béton de ciment (EN 13877-1), les bétons utilisés pour ces chaussées (EN 206) et la norme granulats associée (EN 12620), l'utilisation de granulats recyclés de C&D est autorisée dans les conditions données dans les normes européennes sus mentionnées (selon classe d'exposition, type de granulat recyclé). Ces conditions sont par exemples les proportions d'intégration, les caractéristiques et les fréquences de contrôles. La norme EN 206 n'exclut pas l'utilisation de granulats recyclés issus de déchets inertes de C&D et indique simplement que « les constituants ne doivent pas contenir de substances nocives en quantités telles qu'elles puissent avoir un effet préjudiciable sur la durabilité du béton ou induire une corrosion des armatures, ils doivent être aptes à l'emploi pour l'utilisation envisagée du béton » et que « Lorsque l'aptitude générale à l'emploi d'un constituant est établie, cela ne signifie pas qu'il puisse être utilisé dans tous les cas ou quelle que soit la composition du béton ».

Similaire
<ul style="list-style-type: none"> - Valorisation possible de granulats recyclés inertes de C&D dans les enrobés et dans les bétons routiers selon les conditions exprimées dans les normes européennes. Contexte globalement similaire en application des normes Européennes.
Différent
<ul style="list-style-type: none"> - En France, la norme NF P18-545, indique (art 9.3.5) sur la teneur en sulfates solubles dans l'eau devra être mesurée (XP P 18-581) sur le matériau recyclé de C&D et classée selon le tableau 35 de l'article. - En Espagne, en plus des conditions des normes européennes, le PG-3 indique que jusqu'à 15% d'intégration d'agrégats d'enrobé les centrales doivent remplir les conditions de l'article 542, de 15 à 60% le fabricant doit respecter les conditions de l'art 22 PG-4 Pliego de prescripciones Técnicas Generales para Obras de Conservación de Carreteras., et si > 60 % le fabricant demandera une autorisation à la Direction Générale des routes + réalisera une étude spécifique du mélange. - En Espagne, le PG-3 indique des caractéristiques générales pour les granulats (qu'ils soient naturels ou recyclés) à utiliser dans les couches de roulement en béton.

Tableau 18 : Couches de surface - Similitudes et différences entre les deux contextes

3.2.1.3. Structures de chaussées

Commun	
<ul style="list-style-type: none"> - Normes européennes autour graves traitées et non traitées, sols traités aux liants hydrauliques : <ul style="list-style-type: none"> • EN 13285 : Graves non traitées – Spécifications • EN 13242+A1 : Granulats pour matériaux traités aux liants hydrauliques et matériaux non traités utilisés pour les travaux de génie civil et pour la construction des chaussées ; • EN 14227-1 : Mélanges traités aux liants hydrauliques - Spécifications - Partie 1 : Mélanges granulaires traités au ciment • EN 14227-5 : Mélanges traités aux liants hydrauliques - Spécifications - Partie 5 : Mélanges granulaires traités aux liants hydrauliques routiers 	
France	Navarre
<ul style="list-style-type: none"> - Norme NF P 18 545 Granulats - Éléments de définition, conformité et codification. - Guides généraux et spécifique BTP « Acceptabilité environnementale de matériaux alternatifs en technique routière » du CEREMA 	<ul style="list-style-type: none"> - Pliego de Prescripciones Técnicas Generales PG-3 (art 510, 512, 513) - « Guía de áridos reciclados procedentes de RCD » - Norme 6.1 I.C Secciones de firmes

Tableau 19 : Corpus réglementaire - Structure de chaussées



Similaire
<ul style="list-style-type: none"> - Valorisation possible de granulats recyclés inertes de C&D dans les graves traitées ou non traitées, les mélanges granulaires traités aux liants hydrauliques, selon les conditions avancées dans les normes européennes. Les normes ne fixent pas de limites de taux de recyclés. Les granulats recyclés devant respecter les mêmes conditions que les granulats recyclés (avec des contrôles complémentaires). - Des seuils de lixiviation sont proposés pour l'utilisation des matériaux recyclés inertes de C&D (par le Guide d'acceptabilité du CEREMA en France et la Guía de áridos reciclados procedentes de RCD en Espagne)
Différent
<ul style="list-style-type: none"> - En France, la norme NF P18-545, indique (art 7.8) sur la teneur en sulfates solubles dans l'eau devra être mesurée (XP P 18-581) sur le matériau recyclé de C&D et classée selon le tableau 16 de l'article. - En Espagne, le PG-3 impose certaines concentrations maximales dans les granulats recyclés de C&D : perte max de 18% à l'essai de sulfate de magnésium (EN 1367-2), un contenu maximum de sulfates solubles dans l'eau (SO3) de 7 ‰. La <i>Guía de áridos reciclados procedentes de RCD</i> est plus exigeante avec un contenu max en SO3 de 5 ‰. Le contenu en soufre total (EN 1744-1) soit également être < 5 ‰ quand les matériaux sont en contact avec des couches contenant du ciment ou 1 % dans les autres cas. - En Espagne, selon les classes de trafic routier, le PG3 et la <i>Guía de áridos reciclados procedentes de RCD</i> définissent des seuils complémentaires à respecter pour des caractéristiques courantes (% de concassés, coefficient LA, Equivalent de sable, coefficient de propreté, limite liquide et indice de plasticité)

Tableau 20 : Structures de chaussées - Similitudes et différences entre les deux contextes

3.2.1.4. Remblais et couches de forme

Cette valorisation est la plus commune pour les déchets de C&D en travaux routiers. Elle est globalement moins exigeante techniquement que les valorisations en structure de chaussées et dans les matériaux pour couches de surfaces et demandeuse de volumes plus importants.

Commun	
<p>Il n'y a pas de texte réglementaire commun mis à part une norme européenne harmonisée sur les remblais techniques :</p> <ul style="list-style-type: none"> • EN 14475 : Exécution des travaux géotechniques spéciaux - Remblais renforcés - Janvier 2007 (spécifique aux remblais et couches de forme) 	
France	Navarre
<ul style="list-style-type: none"> - Norme NF P11-300 : Classification des matériaux utilisables dans la construction des remblais et des couches de forme d'infrastructures routières - Norme NF P98-331 : Chaussées et dépendances - Tranchées : ouverture, remblayage, réfection - (spécifique au remblayage de tranchée) ; - Norme XP P98-333 : Chaussées et dépendances - Tranchées de faibles dimensions (spécifique au remblayage de tranchée) ; - Guides généraux et spécifique BTP « Acceptabilité environnementale de matériaux alternatifs en technique routière » du CEREMA 	<ul style="list-style-type: none"> - Pliego de Prescripciones Técnicas Generales PG-3 (art 330, 332, 333, 421) - "Guía de áridos reciclados procedentes de RCD" - Norme 6.1-IC Secciones de firmes

Tableau 21 : Corpus réglementaire - Remblai et couches de forme



Similaire
<ul style="list-style-type: none"> - Valorisation possible des déchets inertes de C&D dans les remblais et couches de forme. Les conditions des normes et guides reconnus nationaux sont cependant applicables. - Des types de sols ou d'usages routiers sont définis et amènent à des conditions variables pour la valorisation des déchets inertes de C&D (seuils de lixiviation, caractéristiques techniques) - Des seuils de lixiviation sont proposés pour l'utilisation des matériaux recyclés inertes de C&D (par le Guide d'acceptabilité du CEREMA en France et la <i>Guía de áridos reciclados procedentes de RCD</i> en Espagne)
Différent
<ul style="list-style-type: none"> - En Espagne, le PG-3 et la <i>Guía de áridos reciclados procedentes de RCD</i> proposent des limites complémentaires en fonction des types de sols du chantier, notamment sur la granulométrie, le contenu en fines, la limite liquide, l'indice de plasticité, la gonflement libre, l'indice CBR, le contenu en matière organique, le contenu en sels soluble et plâtre.

Tableau 22 : Remblais et couches de formes - Similitudes et différences entre les deux contextes

3.2.2. Valorisation dans les bétons

Le béton et les granulats pour béton sont premièrement réglementés au niveau européen avec les normes EN 206 et EN 12620, qui **autorisent l'usage de granulats recyclés inertes de C&D** et en définissent les conditions. Ces normes sont ensuite complétées par des textes nationaux pouvant amener des conditions complémentaires. L'ensemble de ces conditions est rappelé dans le présent rapport (chap 1.2) pour le contexte français et dans le rapport *Caracterización de los áridos reciclados en Navarra - Hormigon*, pour la Navarre.

Commun	
<p>Il n'y a pas de texte réglementaire commun mis à part une norme européenne harmonisée sur les remblais techniques :</p> <ul style="list-style-type: none"> • EN 206 : Béton - Spécification, performances, production et conformité • EN 13369 : Produits béton préfabriqués (celle-ci renvoyant à la EN 206-1, et à la EN 12620) • EN 13877-1 : Chaussées en béton - Partie 1 : Matériaux • NF EN 12620 Granulats pour béton 	
France	Navarre
<ul style="list-style-type: none"> - Norme NF EN 206/CN : « spécifications, performances, production et conformité » Complément national à la EN 206 (introduisant notamment de nouveaux articles concernant l'usage de granulats recyclés) - Norme NF P 18 545 Granulats - Éléments de définition, conformité et codification. - Guide Recybéton – Comment recycler le béton dans le béton – Recommandations du projet national Recybéton (venant préciser les conditions de valorisation de granulats issus de béton dans les bétons) 	<ul style="list-style-type: none"> - “Guía de áridos reciclados procedentes de RCD” (inclut des recommandations pour l'utilisation de GR dans les bétons structurels < 30MPa, non structurels < 20 MPa, de propreté avec dosage en ciment > 150 kg/m3) - Instrucción del Hormigón Estructural EHE-08 d'application réglementaire (art 28 sur les granulats faisant référence à la EN 12620, annexe 15 sur les recommandations pour l'utilisation de granulats grenus de bétons recyclés). L'EHE-08 exclut les bétons fabriqués avec des sables recyclés, des granulats recyclés d'autres natures que de béton, provenant de structures béton avec pathologies affectant la qualité du béton, provenant de bétons spéciaux (polymères, fibrés...). Globalement, l'EHE-08 et la Guía RCD proposent des exigences similaires, avec des exigences parfois plus importantes dans l'EHE-08.

Tableau 23 : Corpus réglementaire – Bétons



Similaire

- Valorisation autorisée de granulats recyclés inertes de C&D (jusqu'à 100% dans des bétons non structuraux) dans les conditions fixées par les normes européennes et textes d'application nationale.
- L'usage de granulats recyclés est interdit dans les bétons précontraints.

Différent

- En Espagne, l'EHE-08 et la Guia de RCD donnent des conditions complémentaires. Voir le détail dans les textes mentionnés. Ci-dessous des aspects significatifs :
 - L'EHE-08 considère les granulats recyclés de béton. Elle n'interdit pas les autres types de granulats recyclés de C&D (exemple mixtes), mais une étude spécifique sera nécessaire.
 - Les bétons structuraux doivent en plus respecter les conditions données dans l'EHE-08 et son annexe 15:
 - L'EHE autorise l'usage de granulats recyclés de béton pour des bétons structuraux jusqu'à 40 MPa et pour des taux d'introduction jusqu'à 20 % des granulats grenus.
 - Les granulats recyclés de béton doivent avoir un $d > 4$ mm (gravillons ou granulats grenus)
 - Bétons < 20 % de GRr, le contenu en boulettes d'argiles est limité à 0.6 % pour le GRr (0,25% pour bétons non structuraux jusqu'à 100% de GRr)
 - Bétons < 20 % de GRr, le GRr devra avoir une absorption < 7 % (< 5 % pour bétons non structuraux > 20 % de GRr), coefficient LA < 40 %.
 - % max d'impuretés dans les GRr de béton : céramique 5%, particules légères 1%, d'asphalte 1%, autres (verre, plastiques, métaux, etc) 1%.
 - Les bétons non structuraux (annexe 18 de la EH08) :
 - peuvent utiliser jusqu'à 100 % de GRr en respect des conditions techniques de l'annexe 15.
 - Doivent augmenter le rapport E/C devra être augmenté lorsqu'ils utilisent des GRr mixtes
 - La Guía de áridos reciclados procedentes de RCD permet l'usage des granulats recyclés de béton (ARH), des granulats mixtes de béton (ARMh) et des granulats mixtes céramiques (ARMc) sans pour autant exclure les autres types s'ils répondent aux exigences normatives.
- En France, le complément national CN à la EN 206 introduit des évolutions concernant les granulats recyclés (voir chapitre dédié du guide)

Tableau 24 : Utilisation en bétons - Similitudes et différences entre les deux contextes

3.2.3. Valorisation en pistes forestières et pistes cyclables

La valorisation en pistes forestières ne dispose de normes spécifiques obligatoires ni en France ni en Navarre. **L'utilisation de déchets inertes de C&D est pratiquée et est permise** dans le respect des conditions, notamment environnementales définies dans les guides nationaux.

De manière générale les déchets inertes de C&D utilisés pour la construction de chemins forestiers de graves (0/31.5, 0/20). Les



Commun	
Aucun texte réglementaire en commun	
France	Navarre
<p>Guide d'application non obligatoire mais très suivi par la profession :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Guides généraux et spécifique BTP « Acceptabilité environnementale de matériaux alternatifs en technique routière » du CEREMA (dont les chemins forestiers sont considérés en usage de type 3) 	<p>Guides d'application non obligatoire</p> <ul style="list-style-type: none"> - “Documento de Recomendaciones para la redacción de los proyectos de ejecución de obras para la normalización de los aspectos constructivos de los Caminos Naturales e Itinerarios No Motorizados en España” (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación) - Guides d'autres communautés: “Recomendaciones de uso de áridos fabricados con RCD's” (Colegio de Ingenieros de Obras Públicas de Castilla y León) - “Catálogo de firmes y unidades de obra con áridos reciclados de Residuos de Construcción y Demolición (RCD)”, (Universidad de Córdoba) a través del Grupo.

Tableau 25 : Corpus réglementaire - valorisation en pistes forestières

Similaire
<ul style="list-style-type: none"> - Il n'y a pas de texte normatif pour les chemins forestiers. - Il est possible d'utiliser des déchets inertes de C&D en respect des règles environnementales nationales (classement en déchets inertes par exemple). Il n'y a pas d'exigence sur la proportion de type de déchets inertes (bétons, céramique, asphalte, pierre...) tant que les règles liées au classement en inertes sont respectées. - Des seuils de lixiviation sont proposés pour l'utilisation des matériaux recyclés inertes de C&D (par le Guide d'acceptabilité du CEREMA en France et la <i>Guía de áridos reciclados procedentes de RCD</i> en Espagne)
Différent
RAS

Tableau 26 : Chemins forestiers - Similitudes et différences entre les deux contextes

Les **pistes cyclables** ne disposent pas non plus de normes et réglementation propres. De même que pour les chemins forestiers, les conditions environnementales générales sont applicables (déchets inertes) et il est possible de faire références aux guides existant dans les deux pays.

Dans le cas de la France, les pistes cyclables sont classées dans les usages de type 1 (piste cyclable revêtue) et type 3 (non revêtue) et les matériaux utilisés doivent respecter les seuils de lixiviation définis dans le Guide d'Acceptabilité du CEREMA respectifs à ces usages.



3.2.4. Valorisation en remblaiement de carrières

Que ce soit en Navarre ou en France, il n'existe pas de norme spécifique aux matériaux/déchets valorisés en remblaiement de carrières. La réglementation se trouve au niveau de la classification du déchet (inerte) et des seuils de lixiviation à respecter.

Dans le tableau suivant, seuls sont présentés les textes pouvant encadrer les matériaux entrants pour le remblaiement de carrières. Les textes administratifs liés à l'ouverture, la conception générale, la gestion des carrières et sites d'enfouissements ne sont pas détaillés.

Commun	
Aucun texte réglementaire en commun	
France	Navarre
<ul style="list-style-type: none"> - Code l'Environnement. - Code Minier (lors du réaménagement d'une ancienne carrière) - Arrêté Ministériel du 12.12.2014 définissant les critères d'admissibilité en ISDI (prévoit une liste (annexe 1 de l'arrêté) de types de déchets pour lesquels une acceptation sans analyses en ISDI est possible (bétons, briques, tuiles). Pour les autres, ils sont soumis à des essais de lixiviation. 	<ul style="list-style-type: none"> - Guía Técnica de Aplicación: Gestión de RCD y Materiales Naturales Excavados (Navarre) - Decreto Foral 23/2011 sobre la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición en el ámbito territorial de la Comunidad Foral de Navarra - Guía para la rehabilitación de huecos mineros con residuos de construcción y demolición (RCD) (nationale)

Tableau 27 : Corpus réglementaire - Remblaiement de carrières

Similaire	
<ul style="list-style-type: none"> - Seuls les déchets de caractère inerte (directement classés comme tel, ou via essais de lixiviation) de C&D sont acceptés pour la valorisation en remblaiement de carrières. - Les seuils de lixiviation à respecter sont les mêmes dans les deux cas. 	
Paramètre	Valeur limite à respecter Exprimée en mg/kg de matière sèche
As	0,5
Ba	20
Cd	0,04
Cr total	0,5
Cu	2
Hg	0,01
Mo	0,5
Ni	0,4
Pb	0,5
Sb	0,06



Se	0,1
Zn	4
Chlorure (1)	800
Fluorure	10
Sulfate (1)	1 000 (2)
Indice phénols	1
COT (carbone organique total sur éluat (3))	500
FS (Fraction soluble) (1)	4 000

(1) Si le déchet ne respecte pas au moins une des valeurs fixées pour le chlorure, le sulfate ou la fraction soluble, le déchet peut être encore jugé conforme aux critères d'admission s'il respecte soit les valeurs associées au chlorure et au sulfate, soit celle associée à la fraction soluble. (2) Si le déchet ne respecte pas cette valeur pour le sulfate, il peut être encore jugé conforme aux critères d'admission si la lixiviation ne dépasse pas les valeurs suivantes : 1 500 mg/l à un ratio L/S = 0,1 l/kg et 6 000 mg/kg de matière sèche à un ratio L/S = 10 l/kg. Il est nécessaire d'utiliser l'essai de percolation NF CEN/TS 14405 pour déterminer la valeur lorsque L/S = 0,1 l/kg dans les conditions d'équilibre initial ; la valeur correspondant à L/S = 10 l/kg peut être déterminée par un essai de lixiviation NF EN 12457-2 ou par un essai de percolation NF CEN/TS 14405 dans les conditions approchant l'équilibre local. (3) Si le déchet ne satisfait pas à la valeur limite indiquée pour le carbone organique total sur éluat à sa propre valeur de pH, il peut aussi faire l'objet d'un essai de lixiviation NF EN 12457-2 avec un pH compris entre 7,5 et 8,0. Le déchet peut être jugé conforme aux critères d'admission pour le carbone organique total sur éluat si le résultat de cette détermination ne dépasse pas 500 mg/kg de matière sèche.

Paramètre	Valeur limite à respecter Exprimée en mg/kg de déchet sec
COT (carbone organique total)	30 000 (1)
BTEX (benzène, toluène, éthylbenzène et xylènes)	6
PCB (polychlorobiphényles 7 congénères)	1
Hydrocarbures (C10 à C40)	500
HAP (hydrocarbures aromatiques polycycliques)	50

(1) Pour les sols, une valeur limite plus élevée peut être admise, à condition que la valeur limite de 500 mg/kg de matière sèche soit respectée pour le carbone organique total sur éluat, soit pour un pH situé entre 7,5 et 8,0.

Seuils de lixiviation pour acceptation en ISDI extraits de l'AM du 12.12.2014

- Les déchets inertes de C&D acceptés en remblaiement de carrière doivent pouvoir prouver que les fractions valorisables l'ont été.



Différent

- En Navarre,
 - Le guide navarrais “*Guía Técnica de Aplicación: Gestión de RCD y Materiales Naturales Excavados*” autorise seulement le remblaiement par des matériaux d’excavation naturels ou biostabilisés par des gestionnaires autorisés.
 - Cependant, le Decreto Foral 23/2011 autorise l’utilisation de RCD inertes pour le remblaiement de carrières sous conditions d’avoir tiré au maximum profit des fractions minérales (pour valorisations), être exempt de déchets dangereux (condition commune à la France)
 - Existence de conditions d’aménagement (notamment barrière artificielle) en fond de fouille ou de carrière avant remblaiement par déchets inertes de C&D.
 - La Guía para la rehabilitación de huecos mineros con residuos de construcción y demolición recommande une fraction brute jusqu’à 100 mm.
 - Les déchets de C&D ne peuvent être admis s’ils ne sont pas accompagnés d’un certificat accréditant qu’ils ont été soumis à un traitement préalable ou opération de valorisation par un gestionnaire autorisé de déchets de C&D qui garantit la séparation des indésirables (plastiques, bois, métaux...) et autres contaminants (organiques, substances dangereuses...)

CHAP. IV

ANNEXES





ANNEXE 1 :

LISTES DE DOCUMENTS UTILES

Les références des principaux guides utiles sont données spécifiquement dans les différents chapitres du guide. Ces documents sont de nouveau recensés ci-dessous :

➤ GUIDES :

- Le site suivant liste de nombreux documents (dont des guides) associés à la valorisation de matériaux en construction : <http://materrio.construction/mediatheque.html>
- **[Guide de base]** Comment mieux déconstruire & valoriser les déchets du BTP ? » (Orée, nov. 2018) :
 - o https://www.union-habitat.org/sites/default/files/articles/pdf/2018-11/guide_comment_mieux_deconstruire_et_valoriser_les_dechets_du_ptp.pdf
- **[Guide de base]** Acceptabilité environnementale de matériaux alternatifs en technique routière - Les matériaux de déconstruction issus du BTP (CEREMA), 2016 :
 - o http://www.bretagne.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/2016-01_guide_setra_materiaux_de_deonstruction_du_btp.pdf
- **[Guide de base]** Utilisation en technique routière des graves recyclées issues de la déconstruction (Novabuild, 2019) :
 - o https://ensemble77.fr/images/Materiaux/Betons/manuel_novabuild_graves_recyclees_2019.pdf
- Guide technique « Utilisation des normes enrobés à chaud », Sétra - Janvier 2008 : <https://www.cerema.fr/fr/centre-ressources/boutique/utilisation-normes-enrobes-chaud>
- La note d'information n° 24 « Aide au choix des granulats pour chaussées basée sur les normes européennes », Idrrim - Avril 2013 :
 - o https://www.idrrim.com/ressources/documents/3/1671,Notedinfo24_IDRRIM.pdf
- Acceptabilité de matériaux alternatifs en technique routière (CEREMA) :
 - o http://www.bretagne.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/2011-03_guide_setra_-_acceptabilite_de_ma_en_technique_routiere.pdf
- Note d'information n° 22 « Classification et aide au choix des matériaux granulaires recyclés pour leurs usages routiers hors agrégats d'enrobés », Idrrim - Février 2011 :
 - o <https://www.idrrim.com/ressources/publications/1/569,IDRRIM-Notedinfo22-V2.pdf>
- Le guide technique « Terrassements routiers, réalisation de remblais et des couches de formes » ou « GTR », fascicules I et II, Sétra-LCPC, 2ème édition - Juillet 2000 :
 - o <https://www.cerema.fr/fr/centre-ressources/boutique/realisation-remblais-couches-forme-gtr-fascicule-1-principes>
- Le guide technique « Remblayage et réfections des tranchées », Sétra / LCPC - Mai 1994 (mise à jour janvier 1998) (spécifique au remblayage de tranchée) ;
- La note d'information sur le remblayage des tranchées et réfection des chaussées - Complément au guide technique Sétra/LCPC de mai 1994, Sétra - Juin 2007 (spécifique au remblayage de tranchée) :
 - o <http://catalogue.setra.fr/documents/Cataloguesetra/0004/Dtrf-0004253/DT4253.pdf> ;
- Le guide technique « Études et réalisations de tranchées », Sétra- Novembre 2001 (spécifique au remblayage de tranchée) :
 - o <https://www.cerema.fr/fr/centre-ressources/boutique/etude-realisation-tranchees> ;
- Le guide technique « Traitement des sols à la chaux et/ou aux liants hydrauliques - Application à la réalisation des remblais et des couches de forme » ou « GTS », Sétra/LCPC - Janvier 2000 (spécifique aux remblais et couches de forme) :
 - o <https://www.cerema.fr/fr/centre-ressources/boutique/traitement-sols-chaux-etou-aux-liants-hydrauliques> ;
- Le guide technique « Conception et réalisation des terrassements - Fascicule 1 : études et exécution des travaux », Sétra - Mars 2007 (spécifique aux remblais et couches de forme) :



- <https://www.cerema.fr/fr/centre-ressources/boutique/conception-realisation-terrassements-etudes-excecution> ;
- Le guide technique « Drainage routier », Sétra - Mars 2006 :
 - <https://www.cerema.fr/fr/centre-ressources/boutique/drainage-routier>.
- Le guide « Revêtements des aménagements cyclables. Recommandations pour la conception, la mise en œuvre et l'entretien », CRR – 2009 :
 - https://mobilite-mobiliteit.brussels/sites/default/files/vm-5-vademecum-revetements_fr_web.pdf
- Le guide « Recommandations pour les aménagements cyclables », Certu - Septembre 2008 :
 - <https://www.unitheque.com/recommandations-pour-les-amenagements-cyclables/references/certu/Livre/49131>
- Guide méthodologique de comblement de cavités à l'aide de matériaux alternatifs, BRGM - 2016:
 - <https://ups.org/collections/guide-methodologique-de-comblement-de-cavites-a-laide-de-materiaux-alternatifs-brgm-2016/>

➤ AUTRES DOCUMENTS UTILES :

- Rapport RECORD « Intégration de déchets en construction. Comparaison des approches européennes et recommandations pour la définition d'une procédure d'évaluation » :
 - https://www.record-net.org/storage/etudes/18-0165-1A/rapport/Rapport_record18-0165_1A.pdf
- Présentation du CEREMA :
 - https://www.biltagarbi.com/wp-content/uploads/2019-02-05_CEREMA_LESBATS.pdf
- Le livre blanc de l'Union Nationale des Producteurs de Granulats (UNPG) : Carrières & Granulats à l'horizon 2030, Bilan et perspectives, Octobre 2016 :
 - <https://www.unicem.fr/wp-content/uploads/unpg-livre-blanc-oct16-vdef-reduit.pdf>
- Documents associés au Programme français RECYBETON pour l'utilisation de granulats de béton recyclé dans les ouvrages en béton prêt à l'emploi :
 - https://www.pnrecybeton.fr/wp-content/uploads/2018/11/RECYBETON_Recommandations_2018-11-26.pdf (exemple de livrable associé au Programme RECYBETON)
- Les filières de recyclage de déchets en France métropolitaine, 2020 :
 - https://www.economie.gouv.fr/files/files/directions_services/cge/filieres-dechets-recyclage.pdf

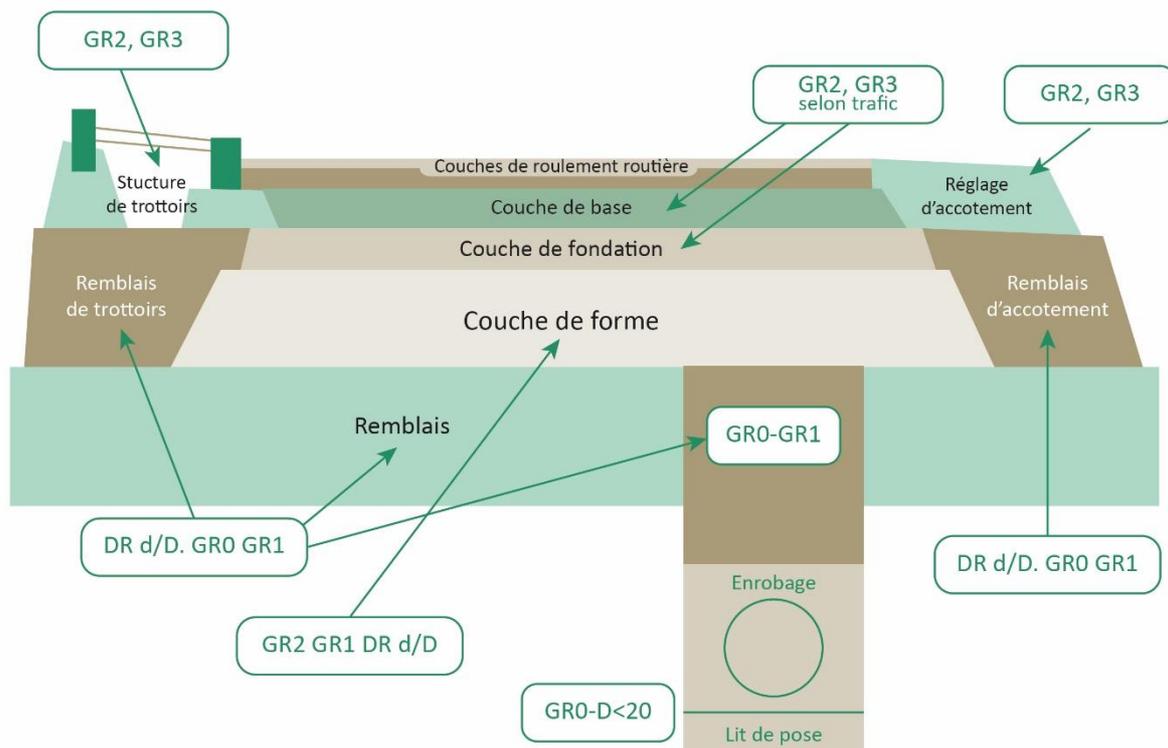


ANNEXE 2:

CARACTERISTIQUES ET EXIGENCES DES MATERIAUX MIXTES UTILISES EN TECHNIQUE ROUTIERE

Les données ci-dessous proviennent du guide « Utilisation en technique routière des gravés recyclés Issues de la déconstruction » (Novabuild) et font un focus sur le matériau de nature mixte (et non pas de nature béton ou enrobé).

Les applications ne sont pas notées en fonction de 3 types (comme pour le CEREMA) mais suivant quatre classes pour les usages routiers (GR0 / GR1 / GR2 / GR3) et une classe pour les matériaux drainants DR d/D.



Coupe type d'une chaussée



Usage le plus courant	Remblais	Couches de forme		Couches de chaussées		Fréquences d'essais ou cours de la production
Normes de classification	NFP11-300			NF EN 13242 NF EN 13285 NF P 18-545		
Dénomination	GR0	DR d/D	GR1	GR2	GR3	
Granularité (mm)	0/D (D≤150 1 /1000 t	d≥20 D≤120 1/1000 t	0/D (D≤120) 1/1000 t	0/31.5 1/5000 t	0/20 1/5000 t	1/10 000 t GR d/D, GR0, GR1 1/5 000 t Pour GR2 et GR3
Classe GTR	Selon identif GTR	D21 / D31				
Classe NF EN 13285	-	-	-	GNT 2	GNT 3	
%^{age} fines 0,063mm	-	-	2 – 12	2 – 12		1/10 000 t pour GR1 1/5 000 t pour GR2 et GR3
Argilosité granulats MB (NF EN 933-9)	-	-	-	2,5	2,5	1/5 000 t
MB 0/D	-	-	-	0,8	0,8	
Argilosité sol – VBS (NF P 94 068)			≤ 0,1			1/10 000 t
Los Angeles – LA (NF EN 1097-1)		≤ 45	≤ 45	≤ 45	≤ 40	1/15 000 t* et au mini 1/an
Micro Deval -MDE (NF EN 1097-1)		≤ 45	≤ 45	≤ 45	≤ 35	
LA + MDE		≤ 80	≤ 80	≤ 80	≤ 80	≤ 65
Sulfates solubles dans l'eau NF EN 1744-1 art. 10.2		SS < 0,7 1/10 000 t		SS < 0,7 1/5 000 t		1/10 000 t pour GR d/D, GR0, GR1 1/5 000 t pour GR2 et GR3
Origine des matériaux NF EN 933-11		Si type « Béton » : R _{cug} + R _b ≥ 90 ; R _a ≤ 5 et X ≤ 1 Si type « Mixte » : R _{cug} + R _b ≥ 70 ; R _a ≤ 30 et X ≤ 1				Visuel en continu 1/5 000 t



Usage	Produits	Précautions d'emploi
Remblais sous voirie	GR0 DR d/D	Appliquer les conditions d'emploi définies dans le GTR : assimilation à la classe de sol naturel de mêmes caractéristiques géotechniques (NF P 11 300).
Remblais de réseaux	GR0 D < 40 GR1	Utilisation au contact des conduites sous réserve de la vérification de la non-agressivité des matériaux recyclés (surtout si canalisations métalliques).
Remblais techniques merlans	DR d/D GR1 GR2 GR3	Au contact d'ouvrages béton d'ouvrages métalliques (canalisations, fontes ou acier, buses métalliques, palplanches), ou de terre armée, vérifier l'agressivité des produits selon exigences spécifiques des ouvrages ou protéger par un géotextile. Interdiction sous dallage bâtiment
Couche de forme	GR1 GR2	Conditions d'emploi GTR pour la classe de sol correspondante (NF P 11 300) Interdiction sous dallage bâtiment
Couche de fondation et de base	GR2 GR3	Chaussées à faible trafic T3-T4-T5 Matériau assimilé aux classes DC2/DC3 du guide de remblayage des tranchées (ICPC-SETRA, 1994)
Couche de réglage, structure de trottoirs, accotements, voirie douce, chemins forestiers	GR2 GR3	Peut être utilisé, non recouvert et non revêtu Les fines peuvent sous l'action de l'eau météorique faire prise et augmenter à terme les performances mécaniques de la structure. Maîtrise de la granulométrie (ségrégation) et de la teneur en eau au compactage.
AUTRES USAGES Systèmes drainants chaussées réservoirs Pistes de chantiers, chemin d'exploitation agricole Remblais de pré charment	DR d/D DR d/D ; GR0 ; GR1 GR0 ; GR1	

Usages et recommandations d'emploi des graves recyclées

Classe de trafic		
< T4	<T3-	<T3+
GR2	GR3	GR3

Usage des graves recyclées en couche d'assise de chaussée en fonction du trafic



ANNEXE 3:

VALEURS LIMITES A RESPECTER POUR LES MATERIAUX ALTERNATIFS UTILISES EN TECHNIQUE ROUTIERE (PAR FAMILLE ET APPLICATION)

TABLEAU 2A

		BÉTON Rcug+Rb ≥ 90 – NF EN 933-11
Paramètres	Usages de type 3	
Analyse en lixiviation (NF EN 12457-2 ou NF EN 12457-4) (mg/kg de matière sèche)		
As		0,6
Ba		25
Cd		0,05
Cr total		0,6
Cu		3
Hg		0,01
Mo		0,6
Ni		0,5
Pb		0,6
Sb		0,08
Se		0,1
Zn		5
Fluorures		13
Chlorures		1 000
Sulfates		1 300*/**
Analyse en contenu total (mg/kg de matière sèche)		
Hydrocarbures (C10 – C40)		500

* Pour les installations fonctionnant en continu et dont la production répond aux conditions fixées au chapitre 2D de la présente annexe, il est possible d'utiliser, de manière alternative, le tableau 2D pour la vérification de la conformité de la production vis-à-vis du paramètre « sulfates ».

** Jusqu'au 31/12/2017, l'échantillon est jugé conforme vis-à-vis du paramètre « sulfates » si la teneur mesurée est inférieure à 1 800 mg/kg de matière sèche.

Tableau 2A : Valeurs limites à respecter pour les matériaux alternatifs de la famille « BÉTON »

TABLEAU 2B

		ENROBÉ Ra ≥ 80 NF EN 933-11 Fiche technique – NF EN 13108-8	
Paramètres	Usages de type 1	Usages de type 3	
Analyse en contenu total (mg/kg de matière sèche)			
Hydrocarbures (C10-C21)	300	300	
HAP	50/500*	50	

* Une valeur limite de 500 mg/kg de matière sèche est admise dans le cas d'un recyclage à froid, c'est-à-dire sans réchauffage des agrégats d'enrobés.



TABLEAU 2C

Paramètres	Mixte		
	Usages de type 1	Usages de type 2	Usages de type 3
Analyse en lixiviation (NF EN 12457-2 ou NF EN 12457-4) (mg/kg de matière sèche)			
As	0,6	0,6	0,6
Ba	36	25	25
Cd	0,05	0,05	0,05
Cr total	4	2	0,6
CR VI*	1,2	0,6	/
Cu	10	5	3
Hg	0,01	0,01	0,01
Mo	5,6	2,8	0,6
Ni	0,5	0,5	0,5
Pb	0,6	0,6	0,6
Sb	0,6	0,3	0,08
Se	0,5	0,4	0,1
Zn	5	5	5
Fluorures	60	30	13
Chlorures	10 000	5 000	1 000
Sulfates	10 000	5 000	1 300**/***
Analyse en contenu total (mg/kg de matière sèche)			
COT	30 000/60 000****	30 000/60 000****	30 000/60 000****
BTEX	6	6	6
PCB	1	1	1
Hydrocarbures (C10-C21)	300	300	300
HAP	50/500*****	50	50

* Si la teneur mesurée en chrome hexavalent (Cr VI) est supérieure à celle mesurée en chrome total, la valeur à retenir pour le chrome hexavalent est celle obtenue pour le chrome total. D'autre part, la mesure de la teneur en chrome hexavalent n'est pas à effectuer si la teneur mesurée en chrome total est inférieure à 0,6 mg/kg de matière sèche.

** Pour les installations fonctionnant en continu et dont la production répond aux conditions fixées au chapitre 2D de la présente annexe, il est possible d'utiliser, de manière alternative, le tableau 2D pour la vérification de la conformité de la production vis-à-vis du paramètre « sulfates »

*** Jusqu'au 31/12/2017, l'échantillon, est jugé conforme vis-à-vis du paramètre « sulfates » si la teneur mesurée est inférieure à 1800 mg/kg de matière sèche.

**** Une valeur limite de 60 000 mg/kg de matière sèche peut être admise, à condition que la valeur limite de 500 mg/kg de matière sèche soit respectée pour le carbone organique total sur éluat (analyse en lixiviation).

***** Une valeur limite de 500 mg/kg de matière sèche est admise dans le cas d'un recyclage à froid, c'est-à-dire sans réchauffage des agrégats d'enrobés.

Tableau 2C : Valeurs limites à respecter pour les matériaux alternatifs de la famille « MIXTE ».



ANNEXE 4 :

EXEMPLE DE FICHE D'INFORMATION / DE TRAÇABILITE

Source : Guide CEREMA « Acceptabilité environnementale de matériaux alternatifs en techniques routière - Les matériaux de déconstruction issus du BTP », 2015

FICHE D'INFORMATION		
ENSEMBLE PARTICIPONS A PRESERVER LES RESSOURCES NATURELLES PAR L'EMPLOI DE MATERIAUX ALTERNATIFS		
1 - FABRICANT		
Installation ayant fabriqué le matériau alternatif	Nom.....	Adresse
	
2 – RESPONSABLE DE LA MISE EN OEUVRE		
Nom		
Adresse		
.....		
3 – CHANTIER (à renseigner pour les matériaux relevant des familles « MIXTE – TYPE 1 », « MIXTE – TYPE 2 » et « ENROBÉ – TYPE 1 »)		
Adresse		
.....		
Date Autres informations		
Nature de l'ouvrage		
4 – DOMAINE D'EMPLOI		
« Type 3 »	« Type 2 »	Type 1 »
Remblai technique <input type="checkbox"/>	Remblai technique <input type="checkbox"/>	Couche d'assise <input type="checkbox"/>
Sous-couche de chaussée ou d'accotement <input type="checkbox"/>	Remblai de tranchée <input type="checkbox"/>	Couche de forme <input type="checkbox"/>
Couche de roulement (enduits superficiels, bétons bitumineux) <input type="checkbox"/>	Couche d'assise <input type="checkbox"/>	Remblai sous ouvrage <input type="checkbox"/>
Remblais de pré-chargement <input type="checkbox"/>	Autre, précisez : <input type="checkbox"/>	Remblai de tranchée <input type="checkbox"/>
Système drainant (tranchée, éperon, chaussée réservoir) <input type="checkbox"/>		Autre, précisez <input type="checkbox"/>
Piste de chantier <input type="checkbox"/>		
Route forestière <input type="checkbox"/>		
Chemin d'exploitation agricole <input type="checkbox"/>		
Chemin de halage <input type="checkbox"/>		
Autre, précisez <input type="checkbox"/>		
5 – FAMILLE DU MATERIAU ALTERNATIF		
BÉTON <input type="checkbox"/>	ENROBÉ <input type="checkbox"/>	MIXTE <input type="checkbox"/>
6 – MATÉRIAU ROUTIER FABRIQUÉ		
Nom :	Norme Produit :	
Matériau non traité 0/D ou d/D <input type="checkbox"/>		
Matériau traité aux liants hydrauliques ou à la chaux <input type="checkbox"/>		
Matériau traité aux liants hydrocarbonés <input type="checkbox"/>		
Visa du fabricant		Date :



7 – PRESCRIPTIONS DU GUIDE D'APPLICATION RELATIFS AUX MATERIAUX DE DECONSTRUCTION DU BTP

Critères de recyclage liés à la nature de l'usage routier

Les usages autorisés sont les usages, au sein d'ouvrages routiers, des types 1, 2, et 3 définis ci-après.

Les usages routiers de « Type 1 » sont les usages d'au plus trois mètres de hauteur en sous couche de chaussée ou d'accotement d'ouvrages routiers « revêtus », tels que :

- Remblai sous ouvrage ;
- Couche de forme ;
- Couche de fondation ;
- Couche de base et couche de liaison.

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

Les usages routiers de « Type 2 » sont les usages d'au plus six mètres de hauteur en remblai technique connexe à l'infrastructure routière (ex : plateforme, tranchée, merlon de protection phonique, etc.) ou en accotement, dès lors qu'il s'agit d'usages au sein d'ouvrages routiers « recouverts ». Relèvent également des usages routiers de « type 2 » les usages de plus de trois mètres et d'au plus six mètres de hauteur en sous-couche de chaussée ou d'accotement, dès lors qu'il s'agit d'usages au sein d'ouvrages routiers « revêtus ».

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

Les usages routiers de « Type 3 » sont les usages :

- En sous couche de chaussée ou d'accotement, au sein d'ouvrages revêtus ou non revêtus ;
- En remblai technique connexe à l'infrastructure routière (ex : plateforme, tranchée, merlon de protection phonique) ou en accotement, au sein d'ouvrages routiers recouverts ou non recouverts ;
- En couche de roulement (enduits superficiels, bétons bitumeux...);
- En remblai de pré-chargement nécessaire à la construction d'une infrastructure routière ;
- En système drainant (ex : tranchée ou éperon drainant, chaussée réservoir).

Rentrent également dans cette catégorie des usages de « type 3 » l'utilisation des matériaux pour la construction :

- De pistes de chantier ;
- De routes forestières ;
- De chemins d'exploitation agricole ;
- De chemins de halage.

Les usages routiers de « type 3 » ne sont concernés par aucune restriction d'épaisseur de mise en œuvre.

Critères de recyclage liés à l'environnement immédiat de l'ouvrage routier

Sauf avis contraire d'un hydrogéologue-expert, pour les matériaux relevant des familles et types d'usage « **MIXTE – Type 1** », « **MIXTE – Type 2** » ou « **ENROBÉ – Type 1** » l'utilisation doit se faire :

- En dehors des zones inondables et à une distance minimale de 50 cm des plus hautes eaux cinquantennales ou, à défaut, des plus hautes eaux connues ;
- A une distance minimale de 30 mètres de tout cours d'eau, y compris les étangs et les lacs. Cette distance est portée à 60 mètres si l'altitude du lit du cours d'eau est inférieure de plus de 20 mètres à celle de la base de l'ouvrage et pour les zones désignées comme zone de protection des habitats des espèces, de la faune et de la flore sauvages en application de l'article L.414-1 du code de l'environnement ;
- En dehors des périmètres de protection rapprochée des captages d'alimentation en eau potable (AEP) ;
- En dehors des zones couvertes par une servitude d'utilité publique instituées, en application de l'articles L.211-12 du code de l'environnement, au titre de la protection de la ressource en eau ;
- En dehors des zones de karsts affleurants pouvant modifier les écoulements d'eau présente en continue ou de façon temporaire dans l'ouvrage à son environnement immédiat.

Pour les matériaux relevant des familles et types d'usage « **BÉTON – Type 3** », « **ENROBÉ – Type 3** » ou « **MIXTE – Type 3** », il n'y a pas de limitation.

Critères de recyclage liés à la mise en œuvre du matériau routier :

Pour les matériaux relevant des familles et types d'usage « **MIXTE – Type 1** », « **MIXTE – Type 2** » ou « **ENROBÉ – Type 1** », leur mise en œuvre doit être effectuée de façon à limiter les contacts avec les eaux météoriques, superficielles et souterraines. A ce titre, et sauf avis contraire d'un hydrogéologue-expert, la quantité de matériaux routiers stockée temporairement dans l'emprise d'un chantier routier donné doit être limitée aux seuls besoins permettant de s'affranchir de l'irrégularité des approvisionnements du chantier, sans que jamais cette quantité n'exécède 1 000 m³.

Pour les matériaux relevant des familles et types d'usage « **BÉTON – Type 3** », « **ENROBÉ – Type 3** » ou « **MIXTE – Type 3** », il n'y a pas de limitation.

8 – VISA DU RESPONSABLE DE LA MISE EN ŒUVRE

En signant ce document j'atteste de la véracité des informations consignées aux points 2 à 6 et m'engage à respecter les prescriptions d'emploi et les limitations d'usage rappelées au point 7.



Nom (personne responsable du chantier ou de la mise en œuvre) :

Date :

Visa et tampon :

ANNEXE 5 :

EXEMPLE DE FICHE TECHNIQUE PRODUIT

Source : Guide utilisation en technique routière des graves recyclées issues de la déconstruction (Novabuild)

analyses réalisées par:

FICHE TECHNIQUE PRODUIT (FTP)

SITE: **XXX**
juillet 2019

Graves de recyclage 0/31,5	Classification F72 - D21
-----------------------------------	---

Caractéristiques géotechniques

Granulométrie		Résultat	Références	
Moyenne 2 échantillons	Tamis (mm)	Passants cumulés (%)		
	40	100		
	31,5	100		
	20	89		
	10	59		
	5	43		
	2	32		
	0,5	19		
0,08	5,5			
0,063	5,1			
		Sensibilité à l'eau VBS NF P 94-088 (2 essais)	0,07	< 0,10 à 0,15
		Résistance du matériau Los Angeles LA NF EN 1097-1 Micro-Deval MDE NF EN 1097-2 Classe selon NF P 18-545 (6,3/10)	25 33	< 45 < 45
		Compactage NF P 94-093 Densité sèche $\rho_{d_{app}}$ Utilisation couche de forme (98,5 %) Masse volumique vrac (NF EN 1097-3)		1,65 t/m ³ 1,62 t/m ³ 1,34 t/m ³

Fuseau de spécification de la GNT2 (0/31,5) de la norme NF EN 13285 en pointillé rouge

Teneurs en sulfates solubles dans l'eau (SO₄²⁻)

	Valeur (2 essais)	Classement selon NF P 18-545	Valeurs de références Usage technique routière
Sulfates solubles selon NF EN 1744-1+A1 §10.2	0,15	SSb	< 0,70

Usages et préconisations techniques

usages	Remblai - PST - couche de forme routière (recommandations de mise en œuvre GTR 92) Couche de fondation et de base jusqu'à trafic T4 ; objectif q2 ; possibilité trafic T3 après étude
avantages	Remblaiement de tranchées (objectif de compactage q4, q3 et q2 ; difficulté de compactage DC3) Peu sensible à l'eau - séchage assez rapide - prise/durcissement dans le temps - densité faible



ANNEXE 6:

VALEURS LIMITES DE SUBSTANCE DANS DES DECHETS ENVOYES EN REMBLAIEMENT DE CARRIERES

Source : Guide méthodologique de comblement de cavités à l'aide de matériaux alternatifs - BRGM – 2016

En vert clair : substances à analyser systématique dans les déchets.

En vert foncé : substance à analyser uniquement en cas de suspicion de pollution.

Paramètre	Analyse Systématique	Valeurs Limites pour les polluants organiques (mg2/kg MS)
PCB (somme des 7 congénères : 28, 52, 101, 118, 138, 153 et 180)	Oui	0,2
Dioxines/furannes (PCDD/PCDF)	Non	2.10^{-6} TEQ QMS 1988 (nd=LQ) et hors contribution PCB-dl
Somme des 15 HAP (US EPA) dont Naphtalène	Oui	10 0,1
HCT C10-C40	Oui	50
HCT C5-C10	Oui	40
BTEX Dont Benzène	Oui	1,5 0,05
Tétrachloroéthylène (PCE)	Oui	0,2
Trichloroéthylène (TCE)	Oui	0,1
Cis-Dichloroéthylène	Oui	0,1
Chlorure de vinyle	Oui	0,1

Tableau 2 Valeur Limites à respecter pour les polluants organiques



Paramètre	Analyse systématique	VU 1 (mg/kg MS si unité non précisée)	Remarque
As	Oui	25	
Ba	Non	100	
Cd	Oui	0,4	
Cr total	Oui	90	
Cr VI	Non	6 µg/L	Analyse sur éluât selon le test de lixiviation NF EN 12457-2
Co	Non	20	
Cu	Oui	40	
Hg	Oui	0,1	
Mo	Non	1,5	
Ni	Oui	60	
Pb	Oui	50	
Sb	Non	1	
Se	Non	0,7	
Zn	Oui	150	
Chlorures	Oui	800	Analyse sur éluât selon le test de lixiviation NF EN 12457-2
Sulfates	Oui	1 000	Analyse sur éluât selon le test de lixiviation NF EN 12457-2

Tableau 3. Liste des valeurs d'utilisation 1 (VU1).

Paramètres	Analyse systématique	VU 2 (mg/kg MS)
As	Oui	60
Cd	Oui	2
Cr total	Oui	150
Co	Non	90
Cu	Oui	62
Hg	Oui	0,1
Ni	Oui	130
Pb	Oui	90
Se	Non	2
Zn	Oui	250

Tableau 4. Liste des valeurs d'utilisation 2 (VU2).



RCdi GREEN

CONSTRUCTION DURABLE