



HAL
open science

Cartographie des guides d'acceptabilité environnementale des matériaux alternatifs issus de l'économie circulaire dans la filière du BTP

Arsène Deffo Negou

► **To cite this version:**

Arsène Deffo Negou. Cartographie des guides d'acceptabilité environnementale des matériaux alternatifs issus de l'économie circulaire dans la filière du BTP. Sciences de l'ingénieur [physics]. 2020. dumas-03609155

HAL Id: dumas-03609155

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03609155>

Submitted on 3 Sep 2022

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



MEMOIRE DE STAGE DE FIN D'ETUDES

Présenté par

DEFFO NEGOU Arsène

**Spécialité : Mastère spécialisé en Gestion, Traitement et Valorisation
des Déchets Industriels**

Cartographie des guides d'acceptabilité environnementale des matériaux alternatifs issus de l'économie circulaire dans la filière du BTP

Encadrant Universitaire :

M. Behrooz BAZARGAN-SABET

Encadrant Entreprise :

M. Raphaël BODET

Date de soutenance : 05 Janvier 2021

Année Universitaire 2019 - 2020

Remerciements

Nous souhaitons tout d'abord exprimer notre profonde gratitude à l'endroit du corps administratif de l'Ecole des mines de Nancy et celui de l'ENGEES de Strasbourg pour la qualité de la formation reçue cette année et pour l'opportunité qu'ils nous ont accordée d'effectuer ce stage de fin d'études.

Nous tenons également à remercier l'UNICEM et l'UNPG de nous avoir accueilli au sein de leur structure et particulièrement à M. Raphaël BODET le Chef du Service Affaires Techniques de l'UNPG qui est par ailleurs l'encadrant en entreprise, pour la qualité de son suivi pédagogique et de nous avoir offert l'opportunité de travailler au sein de l'entreprise sur un sujet d'option vivement intéressant. Nous avons énormément appris à ses côtés.

Nous tenons à exprimer toute notre gratitude à notre encadrant académique, M. Behrooz BAZARGAN-SABET, pour son suivi et ses conseils dans les différentes déclinaisons apportés au projet.

Nous tenons à exprimer notre reconnaissance au groupe de travail constitué de Mme. Sophie DECREUSE et M. Olivier WATERBLEZ, pour leurs professionnalismes et leurs apports considérables dans le projet.

Merci également à M. Sébastien FONTENY pour sa disponibilité, sa promptitude remarquable et son attachement porté au projet.

Nous avons particulièrement apprécié travailler au côté de M. Olivier SAURET, Mme Audrey CHAMPION et Mme Alix POULLIN pour leurs générosités inébranlables et leurs soutiens sans failles.

Enfin, nous voudrions remercier le comité de pilotage du projet, constitué des membres de haut vol, pour la qualité des échanges lors des réunions de suivi et pour m'avoir permis de progresser professionnellement.

Nous ne saurions terminer sans porter des remerciements sincères et profonds à nos parents monsieur et madame NEGOU pour leurs encouragements et leurs soutiens inconditionnels.

Table des matières

Remerciements	I
Liste de figures	IV
Liste de tableaux	V
Définitions des termes	VI
Abréviations	IX
Résumé	XII
Abstract	XIV
Introduction	1
Chapitre 1 : Présentation de la structure d’accueil	3
I. UNICEM en bref	3
I.1. Missions	3
I.2. Syndicats	4
II. UNPG en bref	6
II.1. Missions	6
II.2. Activités	6
Chapitre 2 : Déroulement du stage	7
I. Contexte du stage	7
II. Description des missions	8
II.1. Moyens mises en œuvre	8
II.2. Résultats obtenus	9
Chapitre 3 : Présentation des guides d’acceptabilité environnementale et sanitaire	10
I. La démarche des guides d’acceptabilité	10
II. Les domaines d’application des différents guides	12
II.1. Les usages en techniques routières (Usage 1, 2 & 3)	12
II.2. Les usages en projets d’aménagement	17
II.3. Les usages en produits de construction des bâtiments	18
II.4. Les usages en travaux maritimes et fluviaux	21
II.5. Autres usages relatifs aux infrastructures linéaires de transport (ferroviaires, réseaux divers)	22
III. Les limites d’usages et les exclusions	22
III.1. Limitations d’usage liées à l’environnement immédiat de l’ouvrage routier	22
III.2. Limitations d’usage liées à la mise en œuvre d’un matériau routier	23
IV. La cartographie des guides	26
IV.1. Introduction	26
IV.2. Cartographie générale par type d’usage	26
IV.3. Cartographie par famille de critères	26
Chapitre 4 : Usages en techniques routières	29
I. Critères environnementaux	29
II. Critères géotechniques	30
II.1. Remblais ordinaires	31

II.2.	Remblais de tranchées.....	32
II.3.	Usage en remblais et couches de forme	32
II.4.	Usage en assise de chaussées	33
II.5.	Usages en couches de surface	33
II.6.	Usages pour béton routier	35
Chapitre 5 : Usage en projet d'aménagement		37
I.	Critères environnementaux	37
I.1.	Description	37
I.2.	Nature des usages (hors terres excavées)	38
I.3.	Nature des usages pour les terres excavées en projet d'aménagement.....	39
II.	Critères sanitaires	42
II.1.	Pour les matériaux alternatifs (hors terres excavées)	42
II.2.	Pour les terres excavées	43
III.	Critères géotechniques	44
Chapitre 6 : Usage en construction de bâtiments		47
I.	Critères environnementaux	47
II.	Critères sanitaires	49
Chapitre 7 : Impact de la COVID 19 dans la filière du BTP		51
Conclusion		52
Bibliographie		53
Annexes		58
Annexe 1 : Matrice synthétisant les critères environnementaux des matériaux alternatifs pour les usages en technique routière		58
Annexe 2 : Matrice synthétisant les critères géotechniques liés à l'utilisation des matériaux alternatifs pour les utilisations en technique routière		60
Annexe 3 : Matrice synthétisant les critères environnementaux liés à la valorisation des terres excavées en projet d'aménagement		63
Annexe 4 : Valeurs limites en émission dans l'eau à ne pas dépasser par un matériau pour être candidat à une utilisation en projets d'aménagement		65
Annexe 5 : Valeurs limites en contenu total à ne pas dépasser par un matériau pour être candidat aux différentes typologies d'usage en projets d'aménagement		66
Annexe 6 : Matrice synthétisant les critères environnementaux liés à l'utilisation des matériaux alternatifs pour les utilisations en produit de construction de bâtiment		67
Annexe 7 : Matrice synthétisant les critères sanitaires liés à l'utilisation des matériaux alternatifs pour les utilisations en produit de construction de bâtiment.....		68

Liste de figures

Figure 1 : Vue nationale de l'organigramme de l'UNICEM	3
Figure 2 : Vue syndicale de l'organigramme de l'UNICEM.....	4
Figure 3 : Catégories de syndicats chez l'UNICEM.....	5
Figure 4 : Etape de validation de la conformité environnementale des matériaux alternatifs	11
Figure 5 : Usage routier de type 1 [Source : Guide père mars (CEREMA 2011)].....	13
Figure 6 : Usage routier de type 2 [Source : Guide père (CEREMA mars 2011)].....	14
Figure 7 : Usage routier de type 3 [Source : Guide père (CEREMA mars 2011)].....	15
Figure 8 : schéma décisionnel d'un guide d'acceptabilité des matériaux alternatifs : exemple de méthodologie développée dans le guide relatif aux techniques routières et aux projets d'aménagement [Source : Note 32 de l'IDDRIM]	16
Figure 9 : Conformité du matériau alternatif en construction de bâtiment et PST sous bâtiment [source : note méthodologique GAMAC].....	19
Figure 10 : Logigramme de caractérisation de la conformité des matériaux alternatifs issus des déchets de déconstruction du BTP	36
Figure 11 : Principe de la démarche de valorisation des terres excavées à trois niveaux [source : guide de valorisation des terres excavées issus des sites et sols potentiellement pollués pour un usage en projet d'aménagement]	40
Figure 12 : Domaine d'emploi des terres excavées [Source : Guide de valorisation hors sites de terres non issues de sites et sols pollués].....	45
Figure 13 : Logigramme de caractérisation de la conformité des matériaux alternatifs issus des terres excavées provenant des sites et sols non pollués	46
Figure 14 : Modélisation du comportement des polluants dans la nappe d'eaux [Source : note méthodologique GAMAC].....	47
Figure 15 : Illustration des 3 comportements de constructions étudiées précédemment [Source : le guide GAMAC].....	48

Liste de tableaux

Tableau 1 : Limitations d'usages à observer en fonction des types de matériaux.....	24
Tableau 2 : Récapitulatif des matériaux alternatifs en fonction des usages	27
Tableau 3 : Liste des valeurs seuils de niveau 1 pour les éléments traces métalliques et les composés organiques persistants	41
Tableau 4 : Valeurs limites en contenu total à ne pas dépasser par un matériau pour être candidat aux différentes typologies d'usage en aménagement.....	42
Tableau 5 : Valeurs seuils de niveau 2 et 3 en composés organiques (en mg/kg MS) pour des scénarios d'aménagement particuliers	43

Définitions des termes

Les définitions qui suivent ont uniquement vocation à établir un référentiel commun pour la compréhension du rapport.

Agrégats d'enrobés : agrégats contenant plus de 80% d'enrobés [Source : guide d'acceptabilité des déchets de déconstruction du BTP en techniques routières].

Déchet : Toute substance ou tout objet, ou plus généralement tout bien meuble, dont le détenteur se défait ou dont il a l'intention ou l'obligation de se défaire [Source : article L541-1-1 du code de l'environnement] ;

Déchets de construction et de démolition : Les déchets produits par les activités de construction et de démolition, y compris les activités de rénovation, des secteurs du bâtiment et des travaux publics, y compris ceux produits par les ménages à titre privé [Source : article L541-1-1 du code de l'environnement] ;

Détenteur de déchets : producteur des déchets ou toute autre personne qui se trouve en possession des déchets [Source : article L541-1-1 du code de l'environnement] ;

Echantillonnage : processus de prélèvement ou de constitution d'un échantillon [Source : guide de caractérisation des terres excavées pour leurs valorisation en projet d'aménagement et en technique routière].

Élimination : toute opération qui n'est pas de la valorisation même lorsque ladite opération a comme conséquence secondaire la récupération de substances, matières ou produits ou d'énergie [Source : article L541-1-1 du code de l'environnement] ;

Famille « béton » : Elle est 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 ($R_{cug} + R_b \geq 90$ au sens de la norme NF EN 933-11 [N22]) ;

Famille « enrobé » : Elle est constituée des matériaux alternatifs élaborés à partir de matériaux de déconstruction du BTP et composés de plus de 80 % en masse d'enrobé ($R_a \geq 80$ au sens de la norme NF EN 933-11 [N22]) ou disposant d'une fiche technique selon la norme NF EN 13108-8

Famille « mixte » : elle est constituée des matériaux alternatifs ne répondant pas aux définitions des familles « béton » ou « enrobé », ou ne respectant pas les valeurs limites environnementales associées.

Fraction grossière : Toute fraction granulométrique de diamètre supérieur à 20 mm Par extension, toute fraction extraite d'une terre au cours du processus d'élaboration et comportant plus de 95 % en masse d'éléments de dimension supérieure à 20 mm [Source : guide VALTEX]

Matériau alternatif (MA) : tout matériau élaboré à partir d'un déchet et destiné à être utilisé, seul ou en mélange avec d'autres matériaux, alternatifs ou non, au sein d'un matériau de construction, routier ou d'aménagement. [Source : adopté du guide méthodologique d'acceptabilité des matériaux alternatifs en technique routière – Sétra 2011] ;

Matériau de construction : tout matériau alternatif ou mélange d'un matériau alternatif avec d'autres matériaux, alternatifs ou non, répondant à un usage en construction. Un matériau de construction est donc un matériau apte à quitter une installation/usine d'élaboration pour être

mis en œuvre sur les chantiers de construction, après une éventuelle phase de préfabrication sur l'installation/usine. [Source : note de synthèse CEREMA – février 2018] ;

Matériau routier (MR) : Tout matériau alternatif ou mélange d'un matériau alternatif avec d'autres matériaux, alternatifs ou non, répondant à un usage routier ;

Un matériau routier est donc un matériau apte à quitter une installation de recyclage pour être mis en œuvre en l'état sur des chantiers routiers. [Source : adopté du guide méthodologique d'acceptabilité des matériaux alternatifs en technique routière – Sétra 2011] ;

Ouvrage routier : Ouvrage supportant un trafic routier (voie de circulation ou aire de stationnement), ou ouvrage situé dans l'emprise routière et dont la construction a été rendue nécessaire par l'existence de l'infrastructure (protection phonique, visuelle, etc.). [Source : adopté du guide méthodologique d'acceptabilité des matériaux alternatifs en technique routière – Sétra 2011] ;

Parc national : est un territoire sur lequel la conservation de la faune, de la flore, du sol, du sous-sol, de l'atmosphère, des eaux et en général d'un milieu naturel présente un intérêt spécial [Source : adopté du site de l'INSEE <https://www.insee.fr/fr/metadonnees/definition/c1342>];

Plateforme d'activité économique : c'est toute plateforme de construction qui a été rendue nécessaire à l'exercice direct d'activités économiques. Sont donc particulièrement concernées : les plateformes agricoles ou industrielles, les aires de stockage ou de stationnement des équipements publics et des entreprises de secteur tertiaire, les pistes et aires de stationnements d'aéronefs [Source : note de la DGPR du 29 mars 2016 adressée aux DREAL] ;

Producteur de déchets : toute personne dont l'activité produit des déchets (producteur initial de déchets) ou toute personne qui effectue des opérations de traitement des déchets conduisant à un changement de la nature ou de la composition de ces déchets (producteur subséquent de déchets) [Source : article L541-1-1 du code de l'environnement] ;

Réemploi : Toute opération par laquelle des substances, matières ou produits qui ne sont pas des déchets sont utilisés de nouveau pour un usage identique à celui pour lequel ils avaient été conçus [Source : article L541-1-1 du code de l'environnement] ;

Receveur : Personne physique ou morale à laquelle incombent les responsabilités liées au choix de l'usage des déchets et aux modalités de mise en œuvre de ces déchets sur le site receveur. [Source : adapté de la note nomenclature déchets du 25 avril 2017] ;

Recyclage : Toute opération de valorisation par laquelle les déchets, y compris les déchets organiques, sont retraités en substances, matières ou produits aux fins de leur fonction initiale ou à d'autres fins [Source : article L541-1-1 du code de l'environnement] ;

Réutilisation : Toute opération par laquelle des substances, matières ou produits qui sont devenus des déchets sont utilisés de nouveau [Source : article L541-1-1 du code de l'environnement] ;

Remblayage : toute opération de valorisation par laquelle des déchets appropriés non dangereux sont utilisés à des fins de remise en état dans des zones excavées ou, en ingénierie, pour des travaux d'aménagement paysager. Les déchets utilisés pour le remblayage doivent remplacer des matières qui ne sont pas des déchets, être adaptés aux fins mentionnées ci-dessus et limités aux quantités strictement nécessaires pour parvenir à ces fins [Source : article L541-1-1 du code de l'environnement] ;

Remblai : Volume de matériaux, d'origine anthropique ou non, mis en place par apport ou dépôt. Par extension, appellation des matériaux formant ce volume. [Source : décision du groupe de travail] ;

Site : Dans le cas d'une ICPE, la notion de « site » correspond à l'emprise foncière placée sous la responsabilité de l'exploitant. Dans les autres cas, il s'agit de l'emprise foncière, constituée de parcelles proches, comprise dans le périmètre d'une opération d'aménagement ou sur laquelle sera réalisée une opération de construction faisant l'objet d'un même permis d'aménagement ou faisant l'objet d'un même permis de construire. [Source : note nomenclature déchets du 25 avril 2017] ;

Site producteur : Site, dont l'emprise foncière relève d'une unique maîtrise d'ouvrage, où des terres sont excavées pour être caractérisées et être proposées à la valorisation. [Source : adapté de la note nomenclature déchets du 25 avril 2017] ;

Stockage ultime : Installation destinée à stocker des déchets dits ultimes car ne pouvant pas faire l'objet d'une valorisation dans des conditions technologiques et économiques optimum. [Source : arrêté du 9 Septembre 1997] ;

Terre excavée : Au sens de cette démarche : sol excavé, qui peut comporter des remblais hétérogènes apportés au fil des ans. [Source : décision du groupe de travail pour l'élaboration du guide d'acceptabilité des TEX issues de sites et sols potentiellement pollués] ;

Traitement : Toute opération de valorisation ou d'élimination, y compris la préparation qui précède la valorisation ou l'élimination [Source : article L541-1-1 du code de l'environnement] ;

Valorisation : Toute opération dont le résultat principal est que des déchets servent à des fins utiles en substitution à d'autres substances, matières ou produits qui auraient été utilisés à une fin particulière, ou que des déchets soient préparés pour être utilisés à cette fin, y compris par le producteur de déchets [Source : article L541-1-1 du code de l'environnement].

Abréviations

Organisations

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

AFNOR : Association Française de Normalisation

BRGM : Bureau de Recherches Géologiques et Minières

CEN : Comité Européen de Normalisation

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

CERTU : Centre d'études sur les réseaux, les transports, l'urbanisme et les constructions publiques. Désormais, le Certu est la DtecTV du CEREMA

CETE : Centre d'Etudes Techniques de l'Equipement

DGPR : Direction Générale de la Prévention des Risques

DREAL : Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement

DTecTM : Direction Technique Infrastructures de transport et matériaux du CEREMA

DTecTV : Direction Technique Territoires et ville du CEREMA

FILMM : Syndicat national des fabricants d'isolants en laines minérales manufacturées ;

FNTP : Fédération nationale des travaux publics

IDRRIM : Institut des routes, des rues et des infrastructures pour la mobilité

IFSTTAR : Institut Français des Sciences et Techniques des Transports, de l'Aménagement et des Réseaux

IOTA : Installations, Ouvrages, Travaux et Aménagements.

INSA : Institut National des Sciences Appliquées

LCPC : Laboratoire central des ponts et chaussées (remplacé par l'IFSTTAR)

MI-F : Minéraux Industriels – France ;

SNBPE : Syndicat National du Béton Prêt à l'Emploi ;

SETRA : Service d'Etudes sur les Transports, les Routes et leurs Aménagements (remplacé par le CEREMA)

SNFORES : Syndicat National des FORMulateurs de RESines ;

SNIP : Syndicat National des Industries du Plâtre ;

SNMI : Syndicat National des Mortiers Industriels ;

SNPB : Syndicat National du Pompage du Béton ;

SNROC : Syndicat National des industries de Roches Ornementales et de Construction ;

SRBTP : Syndicat des recycleurs du bâtiment et des travaux publics

SYNAD : SYndicat National des ADjuvants pour bétons et mortiers ;

SYNFAD : SYndicat National des FABricants de Durcisseurs ;

UNEV : Union Nationale des Entreprises de Valorisation ;

UNICEM : Union Nationale des Industries de Carrières et Matériaux de construction ;

UNPG : Union Nationale des Producteurs de Granulats ;

UP'CHAUX : Union des Producteurs de Chaux ;

USIRF : Union des Syndicats de l'Industrie Routière Française (remplacé par route de France)

Termes techniques

AEP : Alimentation en Eau Potable

BSD : Bordereau de suivi des déchets

BTEX : Benzène Toluène Ethylbenzène Xylènes

BTP : Bâtiment et Travaux Publics

CCTP : Cahier des clauses techniques particulières

COT : Carbone Organique Total

DTU : Document Technique Unifié

EQRS : Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires

EN : Norme Européenne

GTR : Guide de Terrassements Routiers

HAP : Hydrocarbure Aromatique Polycyclique

HC : Hydrocarbures

ICPE : Installation Classée pour la Protection de l'Environnement

IME : Installation de Maturation et d'Elaboration

ISDD : Installation de Stockage de Déchets Dangereux

ISDI : Installation de Stockage des Déchets Inertes

ISDND : Installation de Stockage des Déchets Non-Dangereux

Loi AGECE : Loi Anti-Gaspillage pour une Economie Circulaire

LTECV : Loi de Transition Energétique pour la Croissance Verte

MIDND : Mâchefers d'Incinération de Déchets Non Dangereux

MS : Matière Sèche

NF : Norme Française (homologuée)

OM : Ordures Ménagères

PAQ : Plan d'Assurance Qualité

PCB : Polychlorobiphényle

PRPGD : Plan Régional de Prévention et de Gestion des Déchets

PST : Partie supérieur des terrassements

TEX : Toluène, Ethylbenzène, Xylènes

VGAI : Valeurs Guides de la qualité de l'Air Intérieur

VLEP : Valeurs Limites d'Exposition Professionnelle

VLR : Valeurs Limites de Références

VTR : Valeurs Toxicologiques de Référence

ZAC : Zone d'Aménagement Concerté

Résumé

Conscient des enjeux majeurs actuels liés à raréfaction des ressources naturelles et plus globalement aux défis environnementaux, le secteur du BTP s'est donné pour mission de valoriser une grande partie de sa production de déchets en France, soit 70% de déchets valorisés à l'horizon 2020.

En effet, la démarche de développement durable et de valorisation des déchets, dans des conditions environnementales maîtrisées, devient inéluctable pour la préservation des ressources et des écosystèmes.

D'ores et déjà, le ministère en charge de la transition écologie, avec l'appui des organismes publics de son réseau scientifique, a érigé des guides méthodologiques et des guides d'applications permettant de déterminer la caractérisation environnementale et sanitaire des matériaux alternatifs ne pouvant être utilisés qu'à la seule vérification des caractéristiques mécaniques ou géotechniques.

Ainsi, se retrouvant avec une multitude de guides qui traitent de l'acceptation des matériaux visés pour les secteurs du BTP et du projet d'aménagement, l'UNPG s'est résolu par la voix de ses adhérents, de regrouper au sein d'un document unique, l'essentiel des guides existants.

Ce présent travail constitue donc un recueil des guides nationaux et régionaux traitant de la valorisation des déchets minéraux, qu'ils soient d'origine naturelle ou artificielle pour des usages dans le BTP et les projets d'aménagement.

Ce rapport a pour objet de fournir une cartographie des guides d'acceptabilité environnementale et sanitaire des matériaux alternatifs élaborés à partir des déchets et trouvant une application dans le BTP et les projets d'aménagement. Il constitue un outil d'aide à la décision qui permettra aux professionnels du bâtiment et travaux publics ainsi qu'aux industriels, d'avoir une présentation synthétique de l'organisation, de la hiérarchie et du contenu des guides d'acceptabilité. Il permet de les aider à :

- Comprendre l'imbrication et l'articulation de ces documents de référence ;
- Déterminer ceux qui leur sont applicables ou utiles ;
- Appliquer les prescriptions des guides afin de caractériser leurs matériaux en vue de réponses aux appels d'offres.

La démarche proposée par les guides d'acceptabilité environnementale et sanitaire est présentée au **chapitre 3** et leur contenu est détaillé aux **chapitres 4 à 6**.

La cartographie des guides d'acceptabilité est présentée dans ce rapport sous forme de matrices permettant, pour chaque usage, de regrouper tous les critères environnementaux, sanitaires et géotechniques applicables à chaque type de matériau alternatif, ainsi que les exigences environnementales s'y afférent. La matrice générale par types d'usages qui en découle est présentée au **chapitre 3** et les matrices concernant les différents matériaux

alternatifs sont détaillées en **annexes 1 et 2**, . Les valeurs limites à respecter pour les critères environnementaux et sanitaires sont, elles, indiquées en **annexes 3 à 5** pour les usages en projets d'aménagement et en **annexes 6 et 7** pour les usages en produits de construction du bâtiment.

Pour les matériaux alternatifs ne disposant pas de guides d'application, il est nécessaire de se référer au guide méthodologique d'acceptabilité des matériaux en techniques routières pour les usages en techniques routières et au guide méthodologique des matériaux en projet d'aménagement pour les usages en aménagement.

Mots clés : matériaux rocheux, matériaux alternatifs, sol, terrassement, guide d'acceptabilité, conformité environnementale, sortie du statut de déchet, GTR.

Abstract

Aware of today's major issues related to the growing scarcity of natural resources and, more generally, environmental challenges, the construction and public works sector has set itself the task of recovering a large part of its waste production in France, i.e. 70% of waste recovered by 2020.

Indeed, the sustainable development and waste recovery approach, under controlled environmental conditions, is becoming unavoidable for the preservation of resources and ecosystems.

Already, the ministry in charge of the ecology transition, with the support of the public bodies in its scientific network, has drawn up methodological and application guides to determine the environmental and health characterization of alternative materials that can only be used to verify their mechanical or geotechnical characteristics.

Thus, finding itself with a multitude of guides that deal with the acceptance of the materials targeted for the sectors of construction and development projects, the UNPG resolved, through the voice of its members, to gather in a single document, the essential part of the existing guides.

This present work thus constitutes a collection of national and regional guides dealing with the valorization of mineral wastes, whether they are of natural or artificial origin for uses in the building and public works and development projects.

The purpose of this report is to provide a cartography of environmental and health acceptability guides for alternative materials made from waste and used in construction and development projects. It is a decision support tool that will allow building and public works professionals as well as industrialists to have a synthetic presentation of the organization, hierarchy and content of the acceptability guides. It helps them to :

- Understand the nesting and articulation of these reference documents ;
- Determine which ones are applicable or useful to them;
- Apply the prescriptions of the guides in order to characterize their materials for tendering purposes.

The approach proposed by the environmental and health acceptability guides is presented in Chapter 3 and their content is detailed in Chapters 4 to 6.

The cartography of the acceptability guides is presented in this report in the form of matrices that make it possible, for each use, to group together all the environmental, health and geotechnical criteria applicable to each type of alternative material, as well as the related environmental requirements. The resulting general matrix by type of use is presented in Chapter 3 and the matrices for the various alternative materials are detailed in Appendices 1 and 2, . The limit values to be respected for environmental and health criteria are indicated in

appendices 3 to 5 for uses in development projects and in appendices 6 and 7 for uses in building construction products.

For alternative materials that do not have application guides, it is necessary to refer to the methodological guide of acceptability of materials in road engineering for road engineering uses and to the methodological guide of materials in development projects for development uses.

Key words : rock materials, alternative materials, soil, earthworks, acceptability guide, environmental compliance, exit from waste status, RWG.

Introduction

En France, la construction et l'entretien des bâtiments et des routes en 2017 ont nécessité environ 314 millions de tonnes de granulats naturels [1]. Dans le même temps, des quantités importantes de déchets minéraux sont générées par le secteur industriel de la production de matières premières (fonderie, sidérurgie...), par le retraitement des déchets municipaux et industriels (mâchefers d'incinération), par le secteur de la production d'énergie (cendres de charbon), et par le BTP (excavation des terres, déconstruction des bâtiments et des ouvrages du génie-civil). La valorisation de ces déchets et sous-produits industriels constitue une opportunité car ils représentent un gisement de futurs matériaux qui, en outre, permet de préserver d'autant les matériaux naturels pour lesquels les enjeux de préservation et d'accès à la ressource deviennent de plus en plus importants (environ 148 millions de tonnes de matériaux recyclés ont été générés en 2017 [1]).

Ce stage s'inscrit donc, dans une dynamique de mise en perspective des voies de valorisations possibles des matériaux alternatifs issus de l'économie circulaire. A cet égard l'objectif de 70% de valorisation des déchets du BTP à l'horizon 2020 fixé par la directive européenne de 2018, figure également dans la **loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte du 17 août 2015** [2]. Il est notamment précisé dans cette loi qu'un nouvel objectif sera fixé pour l'échéance 2025.

Plus récemment en France, la **loi N° 2020-105 du 10 février 2020 fixe les objectifs pour mieux lutter contre le gaspillage et pour mieux concourir à l'économie circulaire** [3]. Cette loi pose notamment les bases pour une meilleure gestion des ressources et des déchets. Des textes d'application (décrets et arrêtés) sont en cours d'élaboration pour appliquer cette loi. Ces textes en préparation incluent des dispositions environnementales et sanitaires afin de mieux encadrer la valorisation des matériaux issus de déchets et de matières premières secondaires. D'ores et déjà, viennent s'ajouter à ces futures dispositions réglementaires des prescriptions du marché pour le secteur du BTP pour mieux encadrer la valorisation de certains déchets et de certaines matières secondaires d'un point de vue environnemental et sanitaire. Ces prescriptions sont fixées dans des guides portant sur l'acceptabilité des matériaux alternatifs dans des projets de construction d'infrastructures, de bâtiment et/ou d'aménagement du territoire. Ces guides sont d'application volontaire, mais leurs utilisations sont souvent dictées voire prescrites par les marchés.

Les déchets et les matières premières secondaires, concernés par ces guides d'acceptabilité sont :

- Les déchets de déconstruction des ouvrages et les déchets de chantiers du BTP,
- Les mâchefers d'incinération de déchets non dangereux (MIDND),
- Les laitiers sidérurgiques,
- Les cendres de centrales thermiques au charbon,
- Les sables usagés de fonderie,
- Les terres excavées,
- Les sédiments de dragage,
- Les ballasts usagés.

Les matériaux alternatifs issus de ces matières sont élaborés dans des installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE), mais certains d'entre eux peuvent aussi être élaborés sur le site qui génère ces déchets ou sur le chantier de construction qui l'utilise (IOTA).

Les utilisations de ces déchets et sous-produits sont régies par un guide méthodologique dit « père » qui couvre une typologie générale d'usage comme les techniques routières ou les projets d'aménagement. Ce guide père est ensuite décliné en guides d'application « fils » pour chacune des typologies de matériaux alternatifs afin de décrire leurs spécificités d'emploi et points de vigilance. La liste des guides est consultable au paragraphe 2.

Les différents guides d'acceptabilité et les guides d'application qui en découlent sont pour une partie déjà publiés et pour une autre partie en cours de rédaction à ce jour. Ces guides sont d'abord présentés au **chapitre 3** puis leur contenu est détaillé aux **chapitres 4 à 6**.

Chapitre 1 : Présentation de la structure d'accueil

I. UNICEM en bref

L'UNICEM est une fédération de plusieurs syndicats qui opèrent dans divers secteurs industriels et dans la construction. Cette fédération apporte un accompagnement permanent au prêt des entreprises adhérentes et l'expertise de chaque syndicat de branches est gage de légitimité, de représentativité et d'efficacité.

Face aux défis dans le secteur de l'environnement et de préservation de ressources, l'UNICEM s'inscrit comme étant un acteur majeur en dynamisant des systèmes de valorisation des matériaux recyclés.

Depuis son siège situé au 16 bis boulevard Jean Jaurès, 92110 CLICHY, la structure permanente de l'UNICEM s'organise autour du délégué général et se compose d'une équipe nationale qui est accompagné au niveau des régions par des équipes régionales réparties sur tout le territoire français.



Figure 1 : Vue nationale de l'organigramme de l'UNICEM

I.1. Missions

L'Union nationale des industries de carrières et matériaux de construction est la fédération de 14 syndicats qui représentent les industries extractives de minéraux ainsi que les fabricants de matériaux de construction (bétons, mortiers, plâtre...).

Filière amont du BTP et regroupant 2 600 entreprises de toutes tailles, l'UNICEM agit au quotidien pour que les secteurs industriels dont la ressource minérale est indispensable à l'activité, majoritairement le secteur de la construction mais aussi ceux de la santé/cosmétique,

de l'informatique, de l'automobile, des télécommunications, de la décoration, bénéficient d'un approvisionnement continu, sûr et durable.

Pour remplir ses missions, l'UNICEM dispose d'une structure nationale organisée autour de services fédéraux, animés par une équipe de permanents, et de commissions ou groupes de travail, présidés par des professionnels mandatés.

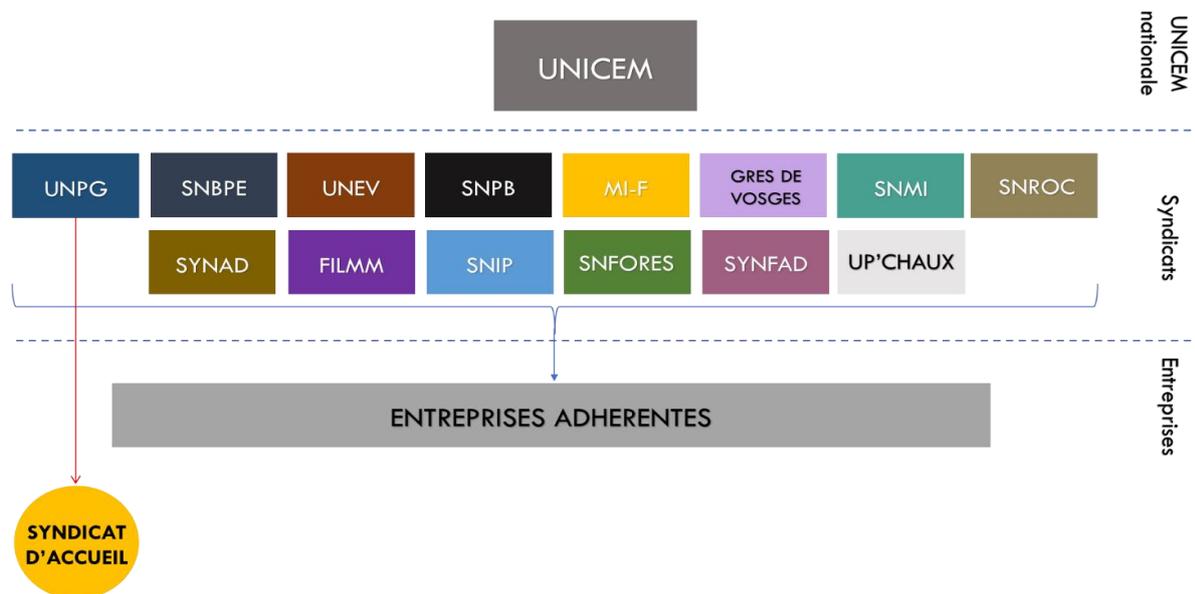


Figure 2 : Vue syndicale de l'organigramme de l'UNICEM

I.2. Syndicats

Premiers fournisseurs de produits et solutions durables pour la construction, les 2 600 entreprises membres de l'UNICEM, réparties dans 14 syndicats de branches, couvrent la chaîne des activités industrielles liées à la ressource minérale :

- l'extraction et la gestion de ressources minérales,
- la transformation de la ressource grâce à des procédés technologiques industriels,
- la mise sur le marché de produits finis.

Ces syndicats positionnent l'UNICEM comme l'un des organismes majeurs du secteur de la construction mais aussi de très nombreuses autres industries du secteur de la santé, de l'informatique, de l'aéronautique, des cosmétiques. Ces syndicats ont pour ambition :

- d'accompagner la singularité des ressources et des besoins de chaque territoire,
- de prolonger la politique fédérale au cœur des régions,
- de représenter les entreprises des différentes branches d'activités et de leur fournir des services de proximité.

Les syndicats collaboratifs sont des syndicats qui ne font pas partir de l'UNICEM. Leurs points de vue sur des sujets du secteur sont observés à titre consultatifs. (voir figure 3)

Les syndicats associés sont des syndicats qui sont affiliés à UNICEM. Toutefois leurs prises de décisions restent restreintes (**voir figure 3**).

Les syndicats adhérents quant à eux sont des syndicats qui sont affiliés à UNICEM. De ce fait, leurs décisions ont un impactes conséquents dans les engagements de la fédération. Ils disposent d'un droit de veto important au sein de la fédération. (**voir figure 3**). J'ai effectué mon stage au sein de la branche UNPG qui est le syndicat des producteurs de granulats. J'ai principalement été amené à rendre compte de mon travail au groupe MATTER (Matériaux Alternatifs, Terrassement, Techniques environnementales et Recyclage) de la commission technique de l'UNPG. J'ai également été amené à travailler avec des représentants de l'UNEV, le syndicat des entreprises de valorisation des déchets minéraux. Les membres de ces instances de travail sont les responsables techniques et/ou qualité des groupes industriels.

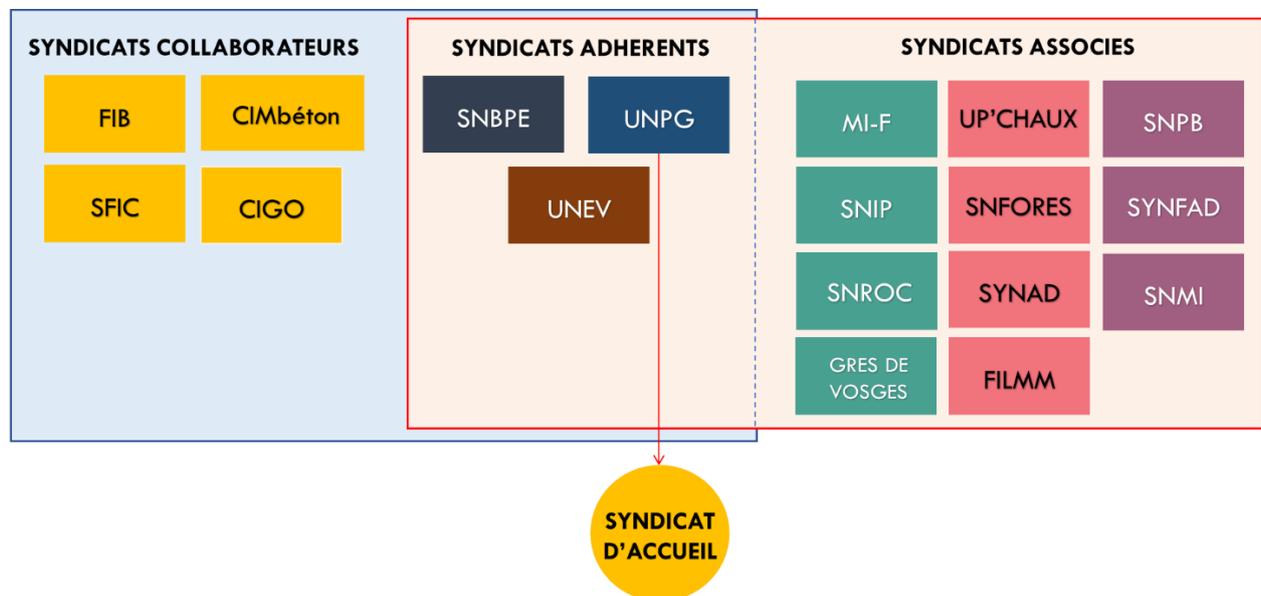


Figure 3 : Catégories de syndicats chez l'UNICEM

II. UNPG en bref

II.1. Missions

L'Union nationale des producteurs de granulats (UNPG) est l'organisation professionnelle qui représente l'ensemble des entreprises qui extraient du granulat, c'est-à-dire du sable et des graviers, pour alimenter le secteur du bâtiment et des travaux publics [1]. c'est au sein de ce syndicat que nous avons effectué notre stage durant 6 mois.

L'UNPG réunit environ 900 entreprises, en grande majorité des PME.

Ses cinq priorités sont :

- faciliter l'accès à la ressource minérale,
- encourager une gestion des carrières soucieuse du voisinage et de la protection de l'environnement,
- développer le transport fluvial et ferré,
- renforcer les moyens en formation initiale et continue du personnel,
- faire progresser la sécurité au travail.

II.2. Activités

Les entreprises affiliées à UNPG exploitent principalement des granulats qui sont, eux, extraits dans des carrières. Il existe une trentaine de carrières par département en France. Elles alimentent une multitude de chantiers locaux de construction : rénovation de routes, construction de logements, de ronds-points, de bâtiments publics, de ponts. Les granulats y sont utilisés tels quels ou sous forme de béton et d'enrobés routiers.

Les granulats sont présents partout et la France a besoin chaque année d'environ 400 millions de tonnes de ce matériau pour satisfaire les besoins de la construction.

L'UNPG intervient donc, à la fois comme modérateur de l'activité, mais aussi comme courroie de transmission entre l'Etat et les entreprises extractives et consommatrices de granulats. Elle apporte un soutien réglementaire et une base juridique forte aux adhérents tout en portant vers les instances administratives dirigeantes (ministères, services de l'état...), les revendications de ses adhérents.

Chapitre 2 : Déroulement du stage

Le stage a débuté au sein de l'Union Nationale des Producteurs de Granulats (UNPG) le 01 juillet 2020. Il s'agit d'un syndicat majeur au sein de l'UNICEM, du fait du nombre d'entreprises professionnelles qu'il fédère. Il occupe une place de choix et c'est ce qui lui confère le statut de syndicats associé.

I. Contexte du stage

La difficulté croissante de l'accès à la ressource primaire minérale et le développement des technologies de recyclage conduisent de plus en plus la filière du BTP à se tourner vers des ressources en matériaux secondaires issus de l'économie circulaire (ex : matériaux issus de la déconstruction d'ouvrages, sous-produits industriels tels que MIDND, laitiers de sidérurgie, cendres issues de centrales à charbon...). Or, la valorisation de ces déchets et sous-produits nécessite d'abord d'évaluer les risques environnementaux et sanitaires liés à l'emploi de ces matériaux. Aujourd'hui, il existe plusieurs guides techniques fixant le cadre environnemental de leur réutilisation. Plusieurs de ces guides sont susceptibles d'être utilisés pour une sortie du statut de déchet de ces matériaux alternatifs.

D'autre part, des normes européennes sur les travaux de terrassement ont été publiées en 2019 (NF EN 16907-1 à 6), ce qui a conduit à réviser le guide technique « GTR » du SETRA portant sur la réalisation des remblais et des couches de forme d'infrastructures routières. La publication du guide actualisé est prévue courant 2020. Le guide GTR s'appuie sur les retours d'expériences des chantiers concernant la réutilisation des matériaux et privilégie la mise en valeur des ressources locales et des matériaux alternatifs, ce qui contribue à l'amélioration de l'économie et de la qualité environnementale des projets.

L'objectif de ce stage est donc de rédiger un rapport sur les guides d'acceptabilité environnementale des matériaux alternatifs. Autrement dit, il s'agit d'une part, de regrouper au sein d'un unique document la quintessence des guides nationaux et régionaux existant et d'autre part, elle vise à mettre en place une démarche de veille réglementaire, afin de suivre l'évolution des textes règlementaires.

Ce rapport vise à être un outil d'aide à la décision pour les d'entreprises d'adhérentes au sein de l'UNPG.

II. Description des missions

La tâche qui m'a été assignée lors de ce stage se décline en deux principales missions:

- D'une part dresser une cartographie des guides d'acceptabilité de matériaux alternatifs : les domaines d'utilisation, les restrictions d'usage, la typologie des matériaux concernés, les conditions d'acceptabilité, ainsi que d'évaluer les conséquences en termes de sortie du statut de déchet
- D'autre part, identifier l'impact pour les carrières de la nouvelle classification du GTR, notamment les évolutions en termes d'essais de caractérisation et les domaines d'utilisation de ces matériaux

La réalisation de ce stage conduit à l'établissement des missions qui confèrent un apport structurel dans la construction du livrable et un contrôle sur les leviers traduisant l'évolution. Cette évolution voit son aboutissement à travers l'élaboration d'un rapport qui est un véritable recueil des exigences environnementales, sanitaires et géotechniques auxquels les matériaux alternatifs issus des déchets devront se conformer pour être utilisés dans les usages visés aux **chapitres 4 à 6**.

Ceci a été possible par la mise en place d'un échancier de tâches mise en place à l'aide du logiciel ProjectLibre, qui traduit des dates de livrables et garantit un suivi intégral du projet. Ce logiciel a été d'un grand appui dans la mesure où, une fois les différentes tâches définies en amont et les jalons posés, nous n'avons plus qu'à suivre l'évolution tout en s'adaptant aux aléas qui pourraient survenir, car conscient du fait qu'un projet ne se déroule presque jamais comme prédéfini.

D'ores et déjà, un dispositif a été élaboré afin d'arriver à l'aboutissement total des missions. Il était tenu deux fois par mois des réunions de suivi et mensuellement des réunions du comité de pilotage avec un groupe plus élargi, afin de donner des orientations au projet.

II.1. Moyens mis en œuvre

II.1.1. Plan d'action

La tenue du projet de cartographie des guides d'acceptabilité des matériaux alternatifs a tout d'abord commencé par une revue de la littérature. L'objectif a été dans un premier temps de recenser toute la documentation traitant de la valorisation des déchets dans le BTP. Ensuite, il était question de comprendre les enjeux et les imbrications de ces documents de références, de déterminer ceux qui sont utiles à la démarche. Enfin, il était question de recentrer toutes les informations recueillies dans la littérature afin de ressortir une caractérisation commune à l'utilisation des matériaux alternatifs.

II.2. Résultats obtenus

Les chapitres 3 à 6 présentent les résultats que nous avons obtenus à l'issus du projet. En effet, il était question de proposer des solutions de valorisation des matériaux alternatifs issus des déchets dans les usages visés aux chapitres 4 à 6.

Il ressort effectivement que, les matériaux alternatifs ont pour filières de valorisation les usages déclinés aux chapitres 4 à 6. Toutefois, leur utilisation passera au préalable par une conformité aux exigences environnementales, sanitaires et géotechniques précisées aux **annexes 1 à 7**.

Les chapitres 4 à 6 sus cités, précisent le cadre dans lequel les matériaux alternatifs doivent être valorisés en déclinant les critères environnementaux, sanitaires et géotechniques à ne pas déroger pour être éligibles à une utilisation visée.

Chapitre 3 : Présentation des guides d'acceptabilité environnementale et sanitaire

I. La démarche des guides d'acceptabilité

Le recours à des matériaux alternatifs ne pouvant se limiter à la seule vérification de leurs caractéristiques mécaniques et géotechniques, le ministère en charge de l'environnement a développé une méthodologie permettant d'évaluer les caractéristiques environnementales et/ou sanitaires de ces matériaux [7].

La conception des guides d'acceptabilité environnementale découle du guide méthodologique SETRA 2011. Elle fournit une démarche d'évaluation de l'acceptabilité environnementale de matériaux alternatifs élaborés à partir de déchets. De la même manière, une méthodologie de type « sanitaire » a été adaptée pour les applications où des risques sanitaires peuvent se présenter.

La méthodologie d'encadrement environnemental a été appliquée pour la première fois dans le cadre des guides pour les techniques routières. Elle a été ensuite déclinée aux applications en projets d'aménagement et elle est à présent en cours de déclinaison pour les usages en construction de bâtiment.

Les structures des guides sont relativement identiques. Ils présentent tous successivement : les domaines d'emploi, les exclusions et limitations d'usages, les caractérisations environnementales et les critères associés, ainsi que les processus d'assurance de la qualité et de traçabilité [6].

La caractérisation environnementale des matériaux alternatifs¹ et des matériaux finaux mis dans l'ouvrage² se décline en trois niveaux de mesure (**voir figure 1**) :

- Niveau 1 : Lixiviation et analyse en contenu total ;
- Niveau 2 : Essais de percolation ;
- Niveau 3 : Étude spécifique (plots expérimentaux, essais lysimétriques).

¹ Tout matériau élaboré à partir d'un matériau de déconstruction du BTP et destiné à être utilisé, seul ou en mélange avec d'autres matériaux, alternatifs ou non, au sein d'un matériau routier.

² Tout matériau alternatif ou mélange d'un matériau alternatif avec d'autres matériaux, alternatifs ou non, répondant à un usage particulier.

Etape de validation de la conformité environnementale des matériaux alternatifs

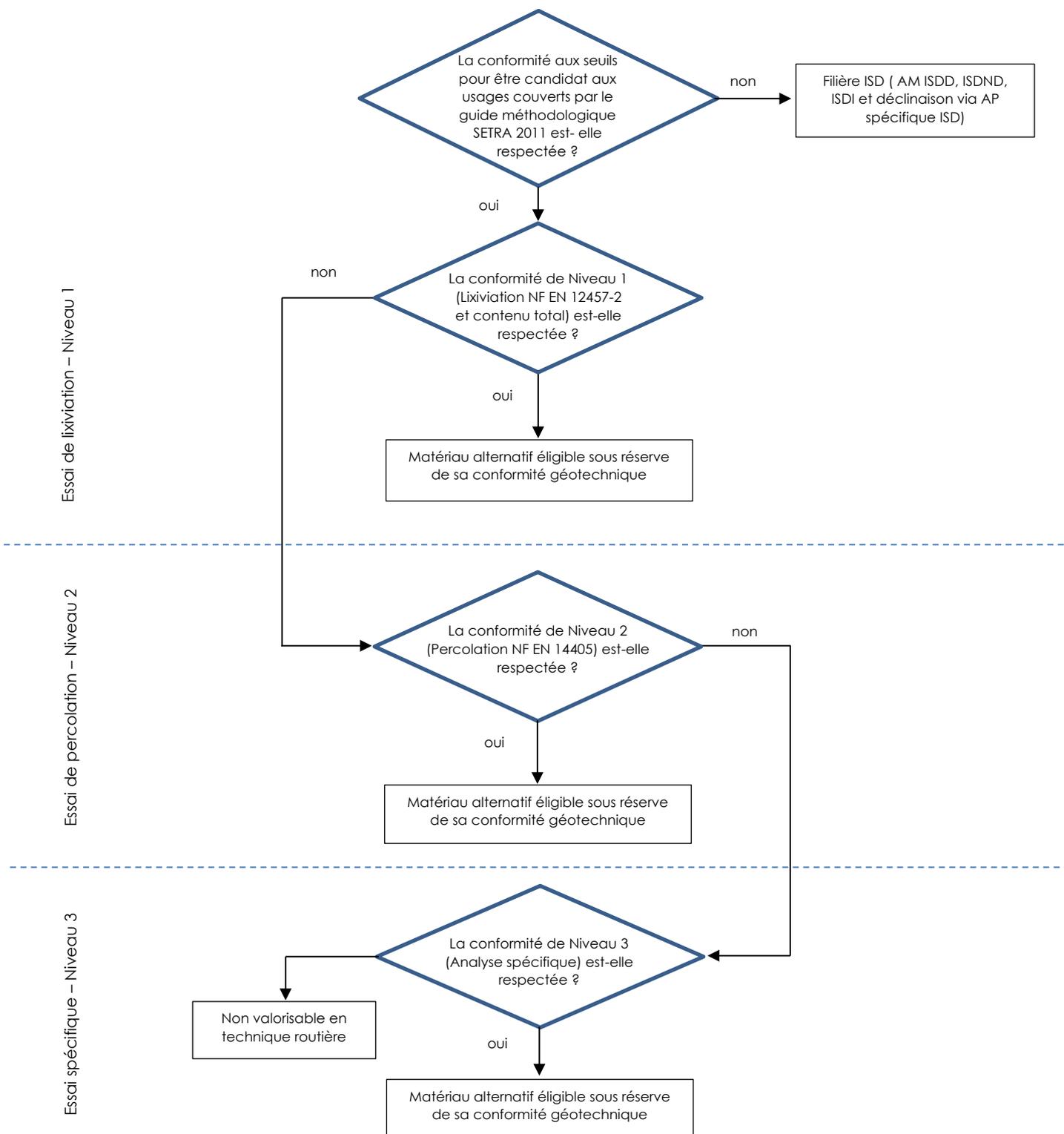


Figure 4 : Etape de validation de la conformité environnementale des matériaux alternatifs

D'ores et déjà, des guides d'application des matériaux alternatifs en techniques routières, en projet d'aménagement et en plateforme de dallage comme support de bâtiments ont été publiés à la suite de la publication du décret portant diverses dispositions d'adaptation et de simplification dans le domaine de la prévention et de la gestion des déchets [8]. Il s'agit entre autres, des guides d'application des matériaux de déconstruction de BTP, des laitiers sidérurgiques, des MIDND, des cendres de centrale thermiques de charbons, des sédiments et des terres excavées issus ou non issus des sites et sols pollués.

Pour tout autres gisements de déchets non dangereux ne disposant pas de guide d'application, ce sont les prescriptions des guides méthodologiques en technique routière et en projet d'aménagement qui sont indiquées pour juger de l'acceptabilité environnementale et sanitaire de ces matériaux.

II. Les domaines d'application des différents guides

II.1. Les usages en techniques routières (Usage 1, 2 & 3)

Les usages routiers envisagés se distinguent selon le niveau d'exposition aux eaux météoriques ou selon une étude, menée conformément aux dispositions de la norme NF EN 12920+A1 relative à la caractérisation des déchets. Dans la plupart des guides d'acceptabilité (sauf MIDND), trois types usages sont ainsi distingués et décrits ci-dessous.

Concernant les MIDND, les usages visés sont ceux correspondant aux ouvrages routiers revêtus ou recouverts des usages de types 1 et 2, tels que définis dans l'arrêté du 18 novembre 2011 [9].

II.1.1. Usage routier de type 1

Les usages routiers de type 1 sont les usages d'au plus trois mètres de hauteur en sous-couche de chaussée ou d'accotement d'ouvrages routiers revêtus : ils peuvent être utilisés en remblai sous ouvrage, en couche de forme, en couche de fondation, en couche de base, et en couche de liaison (**voir figure 2**).

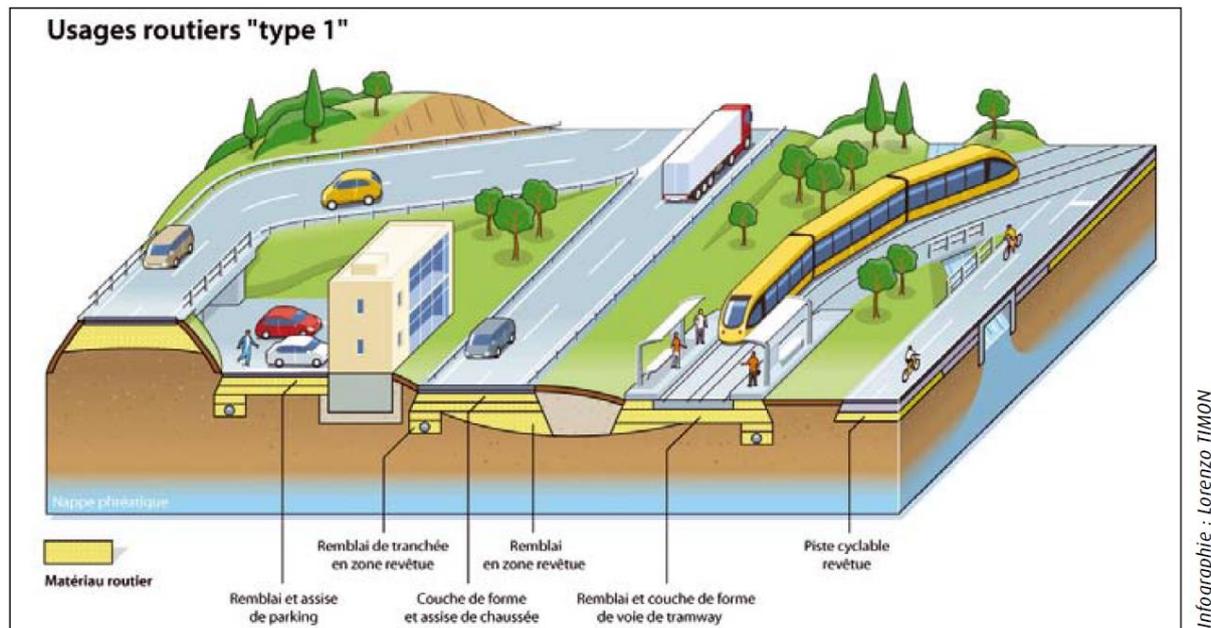


Figure 5 : Usage routier de type 1 [Source : Guide père mars (CEREMA 2011)]

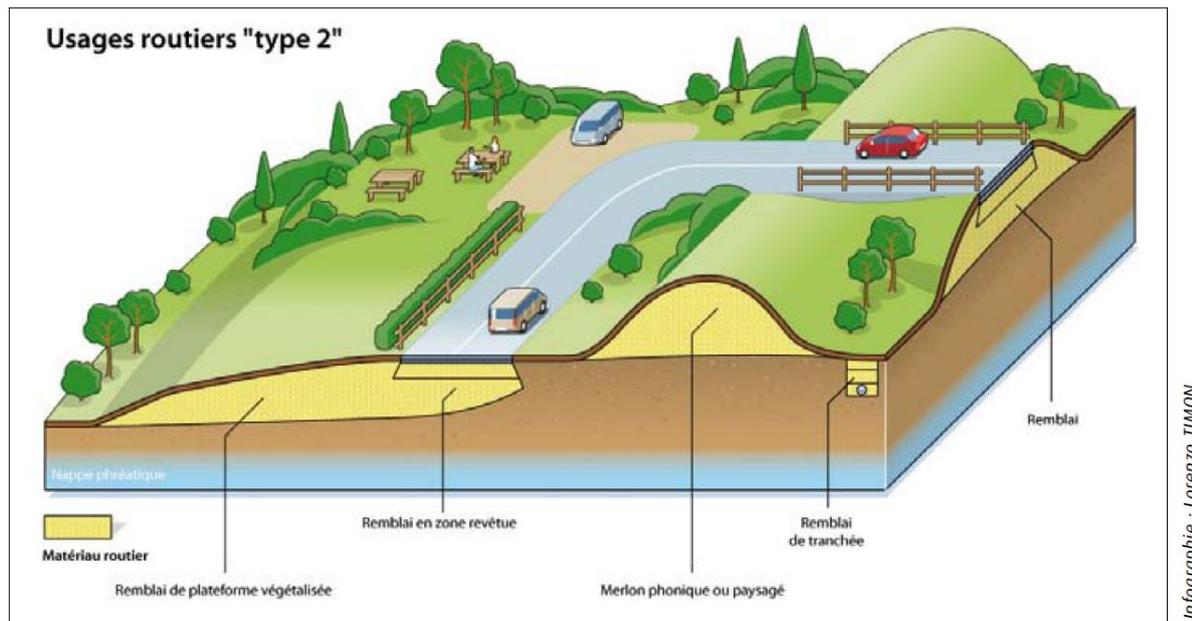
Les matériaux routiers qui seront utilisés dans des usages routiers de type 1 sont ceux pour lesquels les matériaux alternatifs entrant dans leur composition satisfont aux valeurs limites de l'acceptabilité environnementale pour les usages de type 1, dans la limite des dispositions présentées au **chapitre 4**. La liste des matériaux pour les usages de type 1 est consultable dans le tableau 1, il s'agit :

- Des mixtes issus des déchets de déconstructions [10] ;
- Des laitiers sidérurgiques [11] ;
- Des MIDND [12] ;
- Des cendres de centrale thermique au charbon [13] ;
- Des terres excavées des SSP et non issus de SSP [14] ;
- Des sables de fonderies [15] ;
- Des sédiments [16].

II.1.2. Usage routier de type 2

Les usages routiers de type 2 sont les usages d'au plus six mètres de hauteur en remblai technique connexe à l'infrastructure routière (par exemple : protection phonique) ou en accotement, dès lors qu'il s'agit d'usages au sein d'ouvrages routiers recouverts (**voir figure 3**).

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.



Infographie : Lorenzo TIMON

Figure 6 : Usage routier de type 2 [Source : Guide père (CEREMA mars 2011)]

Les matériaux routiers pouvant être utilisés dans des usages routiers de type 2 sont ceux pour lesquels les matériaux alternatifs entrant dans leur composition satisfont aux valeurs limites de l'acceptabilité environnementale pour les usages de type 2, dans la limite des dispositions présentées au **chapitre 4**. La liste des matériaux est consultable dans le **tableau 2**. Il s'agit :

- De bétons et mixtes issus des déchets de déconstruction,
- Des laitiers sidérurgiques,
- Des MIDND,
- Des sables de fonderies,
- Des cendres de centrales thermiques aux charbons,
- Des terres excavées,
- Des sédiments.

II.1.3. Usage routier de type 3

Les usages routiers de type 3 sont les usages pour lesquels le matériau est utilisé sous forme revêtu ou non, recouvert ou non. Ils trouvent leurs applications en :

- 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.

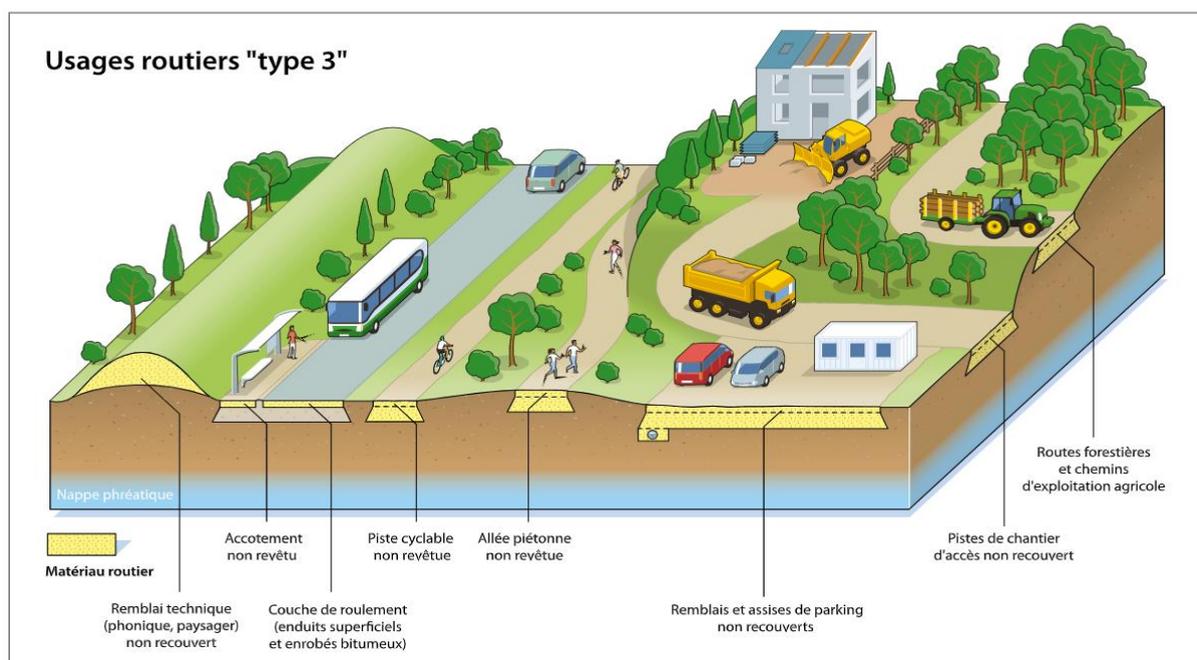


Figure 7 : Usage routier de type 3 [Source : Guide père (CEREMA mars 2011)]

Les matériaux routiers pouvant être utilisés dans des usages routiers de type 3 sont ceux pour lesquels les matériaux alternatifs entrant dans leur composition satisfont aux valeurs limites des tableaux de l'acceptabilité environnementale pour les usages de type 3, dans la limite des dispositions fixées au **chapitre 4**.

La liste des matériaux pour les usages de type 3 est consultable dans le **tableau 2**.

II.1.4. Schéma décisionnel de l'acceptabilité environnementale en technique routière

La démarche d'acceptabilité des matériaux alternatifs suit globalement le schéma décisionnel suivant :

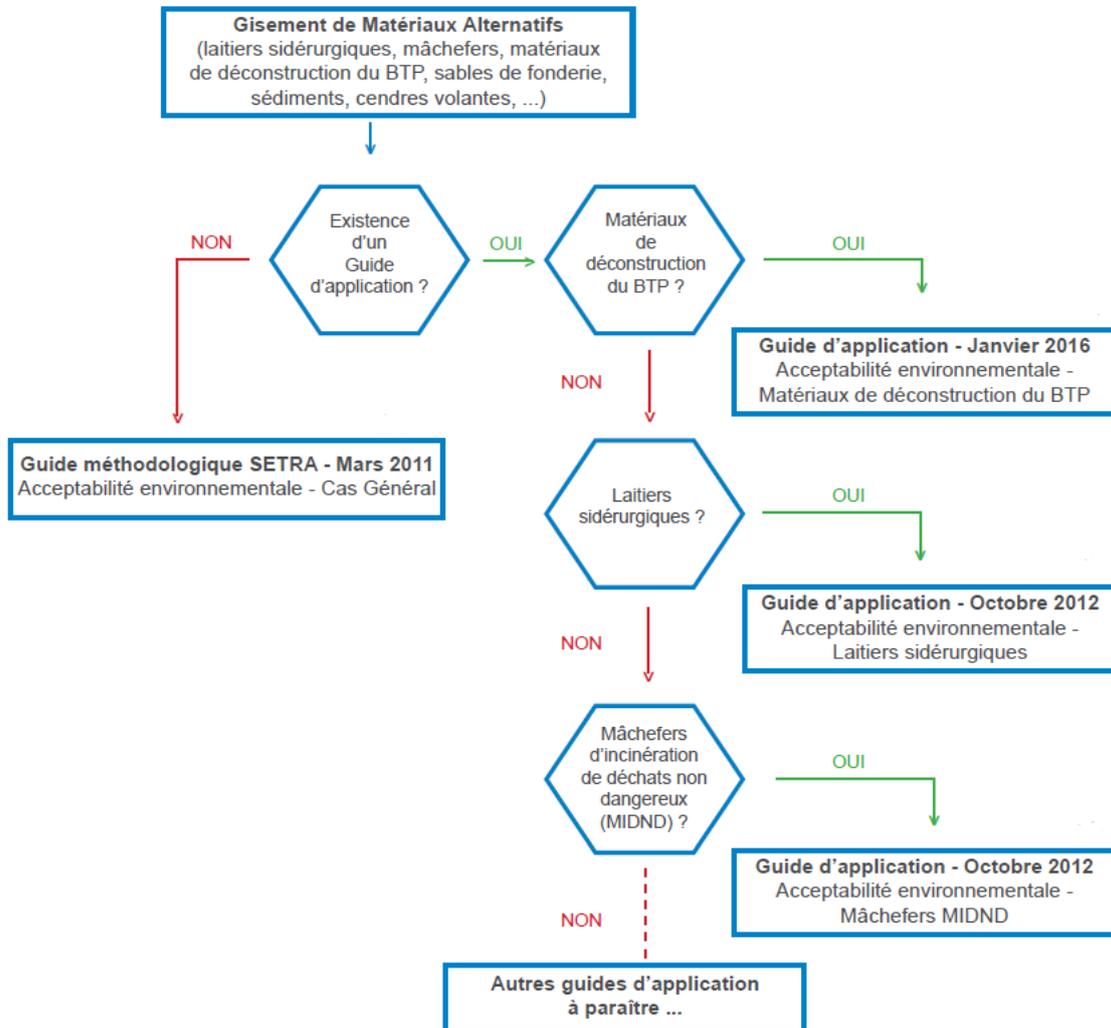


Figure 8 : schéma décisionnel d'un guide d'acceptabilité des matériaux alternatifs : exemple de méthodologie développée dans le guide relatif aux techniques routières et aux projets d'aménagement [Source : Note 32 de l'IDDRIM]

II.2. Les usages en projets d'aménagement

Les matériaux routiers utilisés en projets d'aménagement sont principalement employés comme usages routiers de types 1A, 2A, 3A et 4A, car la fonction envisagée a été préalablement justifiée par les valeurs limites des seuils environnementaux et sanitaires fixées au **chapitre 5**.

II.2.1. Usages en aménagement de type 1A

Les usages en aménagement de type 1A sont les usages en remblai ou couche de forme :

- sous des bâtiments sans sous-sol destinés à accueillir des logements collectifs,
- sous, ou en contre-voile, des bâtiments avec sous-sol destinés à accueillir des logements collectifs, dès lors que les sous-sols sont affectés exclusivement à des usages de parking ou d'entreposage.

Les matériaux alternatifs concernés sont (sous réserve de leur conformité aux valeurs environnementales et sanitaires) :

- Les déchets de déconstructions ;
- Les MIDND.
- Les cendres de centrales thermiques ;
- Les laitiers sidérurgiques ;
- Les sables de fonderie ;
- Les terres excavées non-polluées ;
- Les sédiments de dragage et de curage.

II.2.2. Usages en aménagement de type 2A

Les matériaux alternatifs concernés sont (sous réserve de leur conformité aux valeurs environnementales et sanitaires) :

- Les sables de fonderie,
- Les terres excavées non-polluées,
- Les sédiments de dragage et de curage.

Ces matériaux alternatifs seront recouverts par au moins 30 centimètres de matériaux naturels ou équivalents. Ils sont sujet à moins de contraintes que ceux utilisés pour les usages de types 1 (**voir la figure 3 au § 2.1.2**).

II.2.3. Usages en aménagement de type 3A

Les usages en aménagement de type 3 sont les usages :

- En remblai revêtu³ ou recouvert⁴, couche forme, assise ou couche de roulement pour la réalisation de plateformes d'activités économiques.
- En remblai revêtu ou recouvert, couche forme, assise ou couche de roulement pour la réalisation d'ouvrages routiers dès lors que ces derniers sont situés dans l'emprise de l'aménagement ;

Les matériaux alternatifs concernés sont (sous réserve de leur conformité aux valeurs environnementales et sanitaires) :

- Les déchets de déconstructions ;
- Les laitiers sidérurgiques ;
- Les sables de fonderie ;
- Les terres excavées non-polluées ;
- Les sédiments de dragage et de curage.

II.2.4. Usages en aménagement de type 4A

Les matériaux alternatifs concernés sont (sous réserve de leur conformité aux valeurs environnementales et sanitaires) :

- Les bétons,
- Les matériaux en mélange,
- Les agrégats d'enrobé.

Ces matériaux alternatifs dont la tenue des seuils environnementaux restent très largement acceptable, ne seront ni revêtu, ni recouvert et font ainsi l'objet d'aucune restriction (**voir la figure 4 au § 2.1.3**).

Pour ce qui est de l'utilisation de matériaux alternatifs en PST sous bâtiment, le guide méthodologique d'utilisation des matériaux alternatifs en projets d'aménagement définit le cadre et les prescriptions d'utilisation.

II.3. Les usages en produits de construction des bâtiments

Les usages en produits de construction des bâtiments comprennent les utilisations dans la structure du bâtiment. Ces utilisations ont des spécificités bien distinctes. En effet, cette partie

³ Revêtus d'une couche de surface réputée imperméable (asphalte, enrobés, enduits superficiels, béton, pavés jointoyés) et présentant en tout point une pente minimum de 1%.

⁴ Recouverts par au moins 30 cm de matériaux naturels (dont terre végétale) ou équivalents, avec une pente minimum de 5% en tout point de la couverture, afin de limiter l'infiltration des eaux météoriques.

fait intervenir les règles d'exécution et de mise en œuvre des matériaux alternatifs dans l'enveloppe du bâtiment lui-même et non ceux impliqués pour la réalisation des fondations.

La vérification de la conformité du matériau alternatif ou du produit de construction est différente selon l'utilisation considérée. Le schéma ci-dessous (**fig. 6**) présente les étapes de vérification de la conformité environnementale et sanitaire des matériaux alternatifs en construction de bâtiments et en usage en PST sous bâtiment.

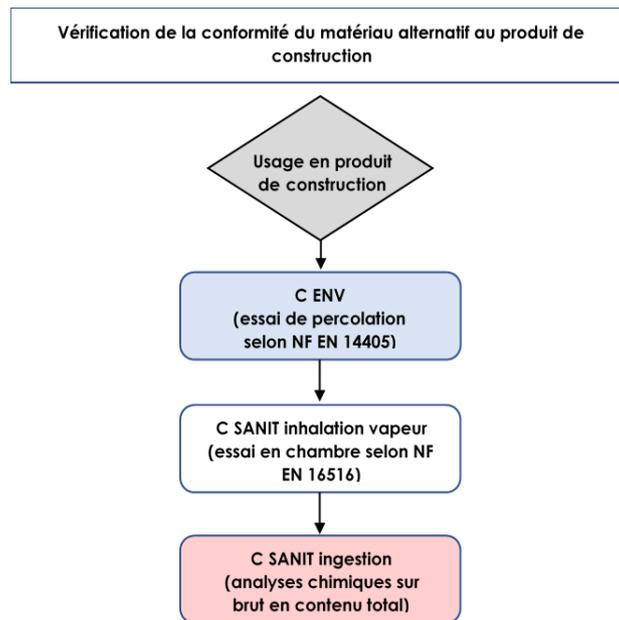


Figure 9 : Conformité du matériau alternatif en construction de bâtiment et PST sous bâtiment [source : note méthodologique GAMAC]

Les matériaux alternatifs utilisés dans la construction des bâtiments sont ceux qui satisfont aux valeurs limites de l'acceptabilité environnementale, dans les limites fixées dans le **chapitre 6** pour les usages dans la structure du bâtiment lui-même et dans le **chapitre 5** pour les usages en projets d'aménagement.

Comme indiqué à la **figure 6**, l'utilisation de matériaux alternatifs dans la construction de bâtiments passe au préalable par la caractérisation environnementale et sanitaire du matériau.

Pour une acceptation environnementale, le matériau devra être caractérisé conformément à la norme NF EN 14405 relatif à l'essai de percolation et à la norme NF EN 12457-2 ou 4 relatifs à l'essai de lixiviation, qu'il s'agisse d'un usage dans la structure du bâtiment ou d'un usage en PST sous bâtiment.

Afin d'évaluer la conformité sanitaire du matériau alternatif :

- Pour un usage dans la structure du bâtiment, le matériau devra être caractérisé selon la norme NF EN 16516 pour les essais en chambre et devra être soumis à des analyses chimiques sur brut en contenu total.
- Pour un usage en PST sous bâtiment, le matériau devra faire l'objet d'une analyse chimique sur le brut en contenu total.

II.3.1. Usage dans la structure du bâtiment

A l'heure actuelle il n'existe pas de guide spécifique traitant de l'utilisation des matériaux alternatifs dans la structure du bâtiment (dallage, chape et dalle, ouvrage en béton).

Les règles d'exécutions et de mise en œuvre de ces matériaux sont consignées dans les Documents Techniques Unifiés (DTU) spécifiés dans l'encart ci-contre.

Le **tableau 2** donne une liste non exhaustive des matériaux alternatifs qui satisfont aux usages dans la construction des bâtiments. Les autres matériaux alternatifs qui ne feront pas l'objet d'un guide d'application devront se référer au guide « père » dont la rédaction est à venir.



Documents de référence

- DTU 13.3 "Dallages – Conception, calcul et exécution" vise la conception, le calcul et la mise en œuvre de dallage en béton à base de liants hydrauliques pour différents types de locaux.
- DTU 21 – Exécution des ouvrages en béton. Il vise à donner les conditions de mise en œuvre des ouvrages en béton et en béton armé, de granulats courants ;
- DTU 23.1 - Murs en béton banché, il vise à donner les conditions de mise en œuvre des ouvrages en béton verticaux, coulés dans des coffrages à leur emplacement définitif dans la construction (façades, pignons, refends, etc.).
- DTU 26.2 - Chapes et dalles à base de liants hydrauliques, il vise à donner des prescriptions pour la réalisation, dans les locaux intérieurs, de chapes et dalles non structurelles à base de liants hydrauliques

II.3.2. Usage en aménagement connexe au bâtiment (y compris la PST sous bâtiment)

A l'heure actuelle, le seul guide qui traitant de l'utilisation des matériaux alternatifs dans la construction sous dallage de bâtiment est le guide méthodologique des matériaux alternatifs en projet d'aménagement [40] (**voir chapitre 5**).

Ce guide indique en effet qu'il est possible d'utiliser les matériaux alternatifs sous des bâtiments avec et sans sous-sol destinés à accueillir des logements collectifs et des bureaux ou des activités industrielles et commerciales, sous ou en contre-voile, des bâtiments avec sous-sol destinés à accueillir des logements collectifs et des bureaux ou des activités industrielles et commerciales, dès lors que les sous-sols sont affectés exclusivement à des

usages de parking ou d'entreposage en usage sous les bâtiments d'activités industrielles ou agricoles.

Ces matériaux alternatifs sont autorisés sous réserve du respect du référentiel environnemental associé aux usages de types 1,2,3 et 4. Les limitations d'usage liées à l'environnement immédiat de l'ouvrage et à la mise en œuvre des matériaux figurant dans ces guides d'application restent toutefois applicables (**voir § 3 du présent chapitre**).

Les règles d'exécution et de mise en œuvre des couches sous dallages sont consignées dans le Document Technique Unifié (DTU) 13.3 [N1].

Le DTU 13.3 identifie les usages en support pour lesquels l'emploi de matériaux alternatifs est envisageable, sous condition de la réalisation d'une étude spécifique intégrant une analyse de la stabilité volumique. Notons que le DUT 13.3 est en cours de révision à la date de rédaction du présent rapport.

Le **tableau 2** donne une liste non exhaustive des matériaux alternatifs qui satisfont aux usages sous bâtiments. Les autres matériaux alternatifs qui ne feront pas l'objet d'un guide d'application devront se référer au guide « père » dont la rédaction est en cours.

II.4. Les usages en travaux maritimes et fluviaux

A la date de rédaction du présent rapport, un guide méthodologique d'acceptabilité des matériaux alternatifs en travaux maritimes et fluviaux est en cours d'élaboration. Les applications visées par ce guide couvriront les trois types d'usages suivant :

- Digue ;
- Complément de ballastières ;
- Complément de récifs artificiels.

Par la suite, des guides d'applications (guides fils) préciseront les valeurs seuils environnementales et sanitaires, à satisfaire, pour chaque matériau alternatif destiné à un usage en travaux maritimes et fluviaux.

D'ores et déjà, il est indiqué dans le guide méthodologique en cours de rédaction que les matériaux alternatifs utilisés pour les travaux maritimes et fluviaux devront satisfaire à des valeurs seuils environnementales et sanitaires stricte afin d'éviter toute contamination avec les eaux superficielles ou souterraines. Ces valeurs dépendront de l'objectif qualité fixé et du mode d'exposition pour les milieux cibles et du faciès chimique de ces milieux cibles.

II.5. Autres usages relatifs aux infrastructures linéaires de transport (ferroviaires, réseaux divers...)

L'objet est de présenter les spécifications opérationnelles concernant l'acceptabilité environnementale en technique routière de matériaux alternatifs et routiers produits à partir de terres excavées dont l'adéquation fonctionnelle à un usage en technique routière a été préalablement justifiée au regard des spécifications d'usage en vigueur (normes, guides techniques, etc.) conformément aux **chapitres 4**.

Les conditions d'utilisations des matériaux alternatifs en infrastructures linéaires de transport sont consignées dans les guides terres excavées et sont principalement utilisés en usages de type 2 et 3.

La liste des matériaux alternatifs ayant pour usage d'autres infrastructures linéaires de transport sont répertoriés dans le **tableau 2**.

III. Les limites d'usages et les exclusions

III.1. Limitations d'usage liées à l'environnement immédiat de l'ouvrage routier

Les limitations d'usage liées à l'environnement immédiat de l'ouvrage peuvent concerner plusieurs cibles : les zones inondables, les lacs, étangs et cours d'eau, la présence d'un captage d'alimentation en eau potable (AEP), les parcs nationaux, les zones couvertes par une servitude d'utilité publique instituée au titre de la protection de la ressource en eau, ou encore les zones de karsts affleurants.

Ces limitations sont fonction du référentiel d'acceptabilité environnementale auquel satisfont les matériaux. Plus le référentiel est sévère, moins les limitations sont nombreuses, comptes tenus de la sécurité accrue apportée par la qualité environnementale des matériaux utilisés, voir le **tableau 1**.

Il est également possible de faire appel à un hydrogéologue-expert pour avis au cas par cas, afin d'évaluer les risques locaux liés à la ressource en eau et l'adéquation des limitations nécessaires vis-à-vis de l'environnement immédiat de l'ouvrage incorporant les matériaux routiers recyclés. Dans ce cas de figure, il est préconisé dans les guides fils que l'hydrogéologue-expert sollicité devra impérativement avoir contracté une assurance professionnelle couvrant son activité.

III.2. Limitations d'usage liées à la mise en œuvre d'un matériau routier

Le stockage temporaire de matériaux routiers dans l'emprise d'un chantier est généralement nécessaire afin de répondre aux besoins du chantier tout en s'affranchissant de l'irrégularité des approvisionnements. Toutefois, ce stockage temporaire dans l'emprise d'un chantier routier donné doit être limitée aux besoins permettant de s'affranchir de l'irrégularité des approvisionnements du chantier, sans que jamais cette quantité n'excède 1 000 m³ [Source : guide père, CEREMA, mars 2011].

Il s'agit de matériaux non liés en situation non recouverte et non revêtu, mais dont les caractéristiques géotechniques et environnementales sont connues.

La mise en œuvre de matériaux routiers doit donc s'effectuer de façon à limiter le contact avec les eaux météoriques, superficielles et souterraines, voir le **tableau 1**.

Tableau 1 : Limitations d'usages à observer en fonction des types de matériaux

Limitations d'usages à observer en fonction des types de matériaux									
LIMITATIONS LIEES A L'ENVIRONNEMENT IMMEDIAT	LIMITATIONS LIEES A LA MISE EN ŒUVRE	Matériaux alternatifs							
		Matériaux de déconstruction de BTP	MIDND	Laitiers sidérurgiques	Sables de fonderie	Cendres de charbon	Terres excavées	Sédiments	Ballasts
<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 ; 	Capacité de stockage temporaire sur chantier limitée à 1 000 m ³ . Au-delà de 1 000 m ³ sur chantier, avis d'un hydrogéologue-expert	MIXTE - Type 1 et 2 ENROBÉ - Type 1	Type 1⁵ ou Type 2	Type 1 ou Type 2⁶, Type 3 si pH>12	Type 1 ou Type 2	Type 1 ou Type 2	Type 1 ou Type 2	Type 1 ou Type 2	Type 1 ou Type 2
<ul style="list-style-type: none"> • A moins de 30 m 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 ; 									
<ul style="list-style-type: none"> • Dans les périmètres de protection rapprochée (PPR) des captages d'alimentation en eau potable (AEP) ; 									

⁵ Usages routiers de **type 1** « revêtu » : si la 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 %, sont utilisés pour les ouvrages routiers revêtus ; ces usages sont les plus contraints

⁶ Usages routiers de **type 2** « 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 %, sont utilisés pour les ouvrages routiers recouverts ; ces usages sont un peu moins contraints que pour le type 1

<ul style="list-style-type: none"> • 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 ; 									
<ul style="list-style-type: none"> • Dans les karsts affleurants pouvant modifier les écoulements d'eau présente en continu ou de façon temporaire dans l'ouvrage ou son environnement immédiat. 									
Parcs nationaux	Pas de limitation			Type 1 et 2 ou Type 3 si pH<12		Type 1, 2 ou 3 ⁷			
Aucune contrainte parmi celles listées ci-dessus	Pas de limitation	Types 1, 2 ou 3 pour les BÉTONS ENROBÉS MIXTES			Type 1, 2 ou 3		Type 1, 2 ou 3	Type 1, 2 ou 3	Type 1, 2 ou 3

[Source : guides d'acceptabilité environnementale des matériaux alternatifs en technique routière]

⁷ Usages routiers de **type 3** « non revêtu et non recouvert », ne font l'objet d'aucune restriction

IV. La cartographie des guides

IV.1. Introduction

Le but de cette démarche est de fournir aux adhérents un outil d'aide à la décision leur permettant de savoir comment leurs matériaux peuvent être valorisés et ainsi d'identifier la ou les filières de valorisation possibles pour ces derniers.

La cartographie des guides d'acceptabilité est présentée par usage du matériau alternatif dans les **chapitres 4 à 6**. Elle est représentée sous la forme de matrices illustrant l'ensemble des critères qui s'y rapportent. Ces critères sont regroupés par familles d'exigences : critères environnementaux, critères sanitaires, critères géotechniques et enfin critères juridiques.

Ces matrices permettent d'obtenir une vue d'ensemble de tous les critères à respecter pour un usage donné et par typologie de matériau alternatif considéré.

IV.2. Cartographie générale par type d'usage

La cartographie générale des guides d'acceptabilité est présentée par type d'usage au **tableau 2**. Cette classification par type d'usage est basée sur le guide méthodologique pour les usages en techniques routières et en projet d'aménagement.

IV.3. Cartographie par famille de critères

En plus des exigences environnementales, des exigences géotechniques et sanitaires sont fixées par certains guides. Les matrices qui en découlent sont détaillées dans les **chapitres 4 à 6**.

Le tableau 2 ci-dessous présente en fonction des types d'usages, les matériaux alternatifs destinés aux différentes filières de valorisations visées.

Tableau 2 : Récapitulatif des matériaux alternatifs en fonction des usages

CARTOGRAPHIE DES GUIDES D'ACCEPTABILITE											
Filières de valorisations	MATERIAUX ALTERNATIFS										
	Déchets de construction			MIDND (10 01 01)	Laitiers sidérurgiques (10 02 01 / 10 02 02)	Sables de fonderies (10 09 08 / 10 10 08 et 10 09 06 / 10 10 06 ou 12 01 17)	Cendres de centrales thermiques (10 01 02)	Terre excavées SSP (17 05 03' / 17 05 04)	Terres excavées non SSP (17 05 03' / 17 05 04)	Sédiments (17 05 05' / 17 05 06)	Ballasts
	BETON (17 01 01)	Agrégats d'enrobés (17 03 02)	MIXTES (17 01 07)								
Techniques routières	■	●	✕	✕	✕	✕	✕	✕	■	✕	Voir colonne terres excavées SSP
Plateformes d'activités économiques (dans l'attente de la publication du guide méthodologique pour les usages en projets d'aménagement)	■	●	■	✕	■	■	✕	■	■	▲	
Merlons de protection visuelle, acoustique, thermique ou anti- déflagration (dans l'attente de la publication du guide méthodologique pour les usages en projets d'aménagement)	■	●	■	■	■	■	■	■	■	■	
Infrastructures linéaires	■	●	✕	✕	✕	✕	✕	✕	■	✕	
Projets d'aménagement	Aires de stockage ou de stationnement	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	
	Sous bâtiments	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	
	Ouvrages routiers situés dans l'emprise de l'aménagement	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	
	Modelé paysagé	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	
Construction de bâtiments	■	■	✕	■	■	■	■	■	■	■	
Travaux maritimes et fluviaux	■	■	■	✕	✕	✕	✕	■	■	■	
Réseaux divers	■	■	■	✕	✕	✕	✕	■	■	■	

Usages routiers de **type 1** « revêtu » : si la 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 %, sont utilisés pour les ouvrages routiers revêtus ; ces usages sont les plus contraints

Usages routiers de **type 2** « 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 %, sont utilisés pour les ouvrages routiers recouverts ; ces usages sont un peu moins contraints que pour le type 1

Usages routiers de **type 3** « non revêtu et non recouvert », ne font l'objet d'aucune restriction

Usages routiers de **type 1A** : a) sous des bâtiments sans sous-sol destinés à accueillir des logements collectifs ; b) sous ou en contre-voile des bâtiments avec sous-sol destinés à accueillir des logements collectifs, dès lors que les sous-sols sont affectés exclusivement à des usages de parking ou d'entreposage

Usages routiers de **type 2A** : a) sous des bâtiments sans sous-sol destinés à accueillir des bureaux ou des activités industrielles et commerciale ; b) sous ou en contre-voile des bâtiments avec sous-sol destinés à accueillir des bureaux ou des activités industrielles et commerciales, dès lors que les sous-sols sont affectés exclusivement à des usages de parking ou d'entreposage.

Usages routiers de **type 3A** : a) en usages remblai revêtu ou recouvert, couche forme, assise ou couche de roulement pour la réalisation de plateformes d'activités économiques ; b) en remblai revêtu ou recouvert, couche forme, assise ou couche de roulement pour la réalisation d'ouvrages routiers dès lors que ces derniers sont situés dans l'emprise de l'aménagement

Usages routiers de **type 4A** : en usage en modelé paysagé recouvert par au moins 30 cm de matériaux naturels (dont terre végétale) ou équivalents

Légende :

- Pour les usages de types 1, 2 et 3
- ✕ Pour les usages de types 1 et 2
- Pour les usages de types 1 et 3
- ▲ Pour les usages de types 2 et 3
- ◆ Pour les usages recouvert ou revêtu ou non revêtu, non recouvert
- ◆ Pour les usages recouvert ou revêtu
- Guides en cours d'élaboration
- Non applicable

- Guides père & fils
- Aucune information à ce jour

- 1 : Guide Père → s'applique si pas de guide fils (guide d'application)
- 2 : Guide d'acceptabilité des déchets du BTP en technique routière 2016
- 3 : Guide d'acceptabilité des MIDND en technique routière 2012
- 4 : Guide d'acceptabilité des laitiers sidérurgique en technique routière 2012
- 5 : Guide d'acceptabilité des sables de fonderies en technique routière 2019
- 6 : Guide d'acceptabilité des cendres de centrale thermique en technique routière 2019

7a : Guide terres excavées des ssp en technique routière et infrastructure linéaire de transport 2020
7b : Guide terres excavées des ssp en technique routière et infrastructure linéaire de transport 2020
8 : Guide d'application des sédiments de dragage et de curage 2020
9 : Projet guide aménagement pour l'utilisation des matériaux

alternatifs en aménagement 10/2020
10 : Guide de valorisation des terres excavées issues des ssp en aménagement DGPR 4/2020
11 : Note de synthèse du CEREMA de 02/2018
12 : Projet de guide TRAMAF 2020

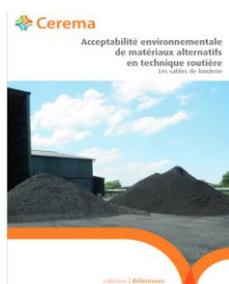
Chapitre 4 : Usages en techniques routières

Afin de faciliter et de promouvoir le recyclage des matériaux alternatifs en techniques routières, les guides d'acceptabilités définissent des prescriptions pour leurs utilisations. Ces prescriptions sont d'ordres environnementales, sanitaires ou géotechniques (**annexes 1 et 2**).

I. Critères environnementaux

Les principales références nationales qui encadrent l'utilisation des matériaux alternatifs en techniques routières sont les suivantes :

- Le guide père : guide méthodologique CEREMA, Acceptabilité de matériaux alternatifs en technique routière, mars 2011[6] ;
- Les guides fils⁸ : guide d'acceptabilité pour les MIDND, les laitiers sidérurgiques, les sables de fonderies, les matériaux de déconstruction du BTP, les sédiments de dragage et les terres excavées ;



Il faut ajouter à cela la note technique du 29 mars 2016 de la Direction Générale de la Prévention des Risques (DGPR), du Ministère de l'Environnement, de l'Energie et de la Mer,

⁸ Ces guides sont élaborés dans l'optique de donner plus de spécifications quant à la valorisation en technique routière des matériaux alternatifs non pris en charge par le guide père.

relative à la « nature des ouvrages de travaux publics dont l'examen de l'acceptabilité environnementale est comparable à celle des ouvrages routiers » [19].

La vérification de la conformité environnementale d'un matériau alternatif élaboré à partir de déchets est une procédure volontaire afin de justifier la valorisation possible du matériau au travers des différentes filières. Avant cette étape de valorisation, des analyses préalables doivent être menées afin d'évaluer la teneur du matériau en substances potentiellement dangereuses et en étudiant son comportement à la lixiviation (NF EN 12457-2 ou 4) [N5].

Les substances analysées sont regroupées en deux familles, les métaux ou métalloïdes et les composés organiques totaux. Ils nécessitent un intérêt particulier car, toxiques à des doses variables pour l'homme, la faune et la flore, ces substances peuvent contaminer les écosystèmes via les chaînes alimentaires, la ressource en eau et par voie aérienne.

La toxicité des métaux ou métalloïdes a conduit les pouvoirs publics, et dans un spectre plus large l'Europe à réglementer les émissions en fixant des teneurs limites.

L'arrêté du 2 février 1998 relatif aux prélèvements et à la consommation d'eau ainsi qu'aux émissions de toute nature des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation, fixe notamment les émissions de toute nature que doivent respecter ces installations [39]. Cet arrêté définit des substances (métaux) sujets à des contraintes environnementales, et au respect des limites d'émission dans l'eau.

L'analyse en contenu total quant à lui, renseigne sur la charge organique de l'eau. Il permet de mesurer le carbone organique total, les hydrocarbures totaux, les hydrocarbures aromatiques polycycliques, les polychlorobiphényles, les BTEX et les dioxines furanes. La mesure permet de garantir la conformité aux exigences réglementaires.

L'**annexe 1** présente les critères environnementaux à respecter pour les usages en techniques routières.

Chaque guide d'acceptabilité décrit les seuils environnementaux acceptables pour l'utilisation du matériau alternatif en techniques routières. Ces valeurs sont compilées dans l'**annexe 1** du présent rapport.

II. Critères géotechniques

Les matériaux issus du recyclage peuvent, selon leurs caractéristiques, être considérés comme des sols sableux ou graveleux au sens de la norme NF P11-300 [N6], ou du guide des terrassements routiers (GTR) [22], ou être plus spécifiquement considérés comme granulats

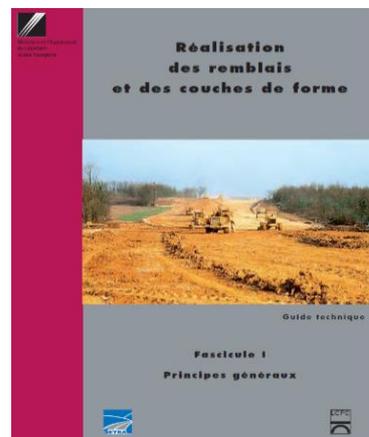
pour les assises de chaussées au sens de la norme NF P18-545 [N7]. Ainsi on peut distinguer deux types de produits finis issus des processus d'élaboration (**voir annexe 2**) :

- Des Graves Recyclées sont des matériaux de classes GR0⁹ et GR1¹⁰ au sens de la note IDRRIM n°22 « classification et aide au choix des matériaux granulaires recyclés pour leurs usages routiers hors agrégats d'enrobés » [20]. Le référentiel normatif est celui de la norme NF P11-300 « Exécution des terrassements, classification des matériaux utilisables dans la construction des remblais et des couches de forme d'infrastructures routières » [N6].
- Des GNT Recyclées quant à eux, sont des matériaux de classes GR2¹¹, GR3¹² et GR4¹³ au sens de la note IDRRIM n°22. Le référentiel normatif est celui des normes NF EN 13242 « Granulats pour matériaux traités aux liants hydrauliques et matériaux non traités utilisés pour les travaux de génie civil et pour la construction des chaussées » [N8], NF EN 13285 « Graves non traitées – Spécifications » [N9] et NF P18-545 « Granulats - Éléments de définition, conformité et codification » [N7], pour les plus élaborés.

Les critères géotechniques sont présentés dans **l'annexe 2**.

II.1. Remblais ordinaires

Tous les matériaux alternatifs faisant l'objet de ce rapport peuvent être employés en remblais ordinaires à condition de satisfaire aux prescriptions du Guide Technique pour la réalisation des remblais et des couches de forme (GTR) [22].



- Guide technique « Réalisation de remblais et des couches de forme » ou « GTR », fascicules I et II, CEREMA-LCPC, 2^{ème} édition - Juillet 2000.
Les conditions d'emploi sont indiquées au fascicule II dans les parties 2 (utilisation en remblais) et 3 (utilisation en couches de forme).

⁹ Ce sont des graves criblées, déferrailées, épurées (bois, papiers, plastiques), homogénéisées pouvant contenir des fines argileuses, la propreté géotechnique n'étant pas un critère de classement et la teneur en sulfates solubles inférieure à 0.7%. Le Dmax est fixé à 150 mm Ces matériaux sont assimilés à des sols selon NF P11-300.

¹⁰ C'est une grave calibrée et propre au sens géotechnique avec un Dmax de 80 mm, avec une teneur en sulfates solubles inférieure à 0.7%. La GR1 reste du domaine de la norme sur les sols NF P11-300.

¹¹ Ce sont des graves (GR2, GR3, GR4) dont la propreté, le fuseau granulométrique et la dureté intrinsèque des gravillons sont maîtrisées. C'est principalement la dureté des granulats qui différencie ces classes de graves. Le domaine d'application préférentiel est celui des assises de chaussées. Elles peuvent néanmoins être utilisées en couche de forme.

¹² C'est une grave avec un Dmax de 20 mm, au sens de la norme NF EN 13285 (hors caractéristiques intrinsèques). Ils sont assimilés à des GNT3. Voir la définition du GR2 les applications.

¹³ C'est une grave avec un Dmax de 20 mm, au sens de la norme NF EN 13285 (hors caractéristiques intrinsèques). Ils sont assimilés à des GNT3. Voir la définition du GR2 les applications.

- Guide technique « Conception et réalisation des terrassements Fascicule 1 : Etudes et exécutions des travaux », CEREMA mars 2007.

II.2. Remblais de tranchées

Les informations nécessaires sont indiquées dans le guide technique Remblayage des tranchées et réfection des chaussées [41], ainsi que la norme NF P98-331 « Tranchées : ouverture, remblayage, réfection » [N10].

Toutefois, les graves de déchets de déconstruction, de mâchefer, de sables de fonderie, de cendres de centrales thermiques aux charbons, de terres excavées et de sédiments sont autorisées en enrobage, partie inférieure et supérieure de Remblais aux conditions d'études spécifiques. Le référentiel technique est celui de la norme NF P98-331, voir à l'**annexe 2**.

II.3. Usage en remblais et couches de forme

Ce domaine d'emploi intéresse plus particulièrement les graves GR0, GR1 et pour les parties supérieures de remblais la grave GR2.

Les conditions d'emploi des graves recyclées sont liées à celle définies dans le Guide Technique "Réalisation des remblais et des couches de formes" (GTR) pour la classe de matériau assimilée. Pour le nivellement de terrassements, il peut être utile de vérifier le caractère non gélif du matériau si cette hypothèse est prise en compte dans le dimensionnement au gel de la chaussée. Les conditions de mise en œuvre sont celles définies dans le GTR.

Concernant les couches de forme,

Le guide technique de traitement des sols à la chaux et/ou aux liants hydrauliques, appliqué aux remblais et aux couches de forme de janvier 2000 (LCPC/SETRA) [8] et la note d'information CEREMA n°02 de mars 2017 proposent un dimensionnement des couches de forme traitées.

Les graves GR0 ne sont pas utilisables en couche de forme. Les graves GR1, GR2 et GR3 composent l'essentiel des graves issues des matériaux alternatifs utilisés en couche de forme.

En revanche, La grave de mâchefer doit satisfaire aux fuseaux granulométriques de type GNT 2 ou GNT3, et à des caractéristiques intrinsèques définies par les essais LA et MDE dont les valeurs ne doivent pas excéder respectivement 40 et 35.



Documents de référence

- Guide technique Céréma / LCPC de 1994 « Conception et dimensionnement des structures de chaussées »
- GTR « Guide terrassement routier »
- GTS « Guide de traitement des sols »
- Note d'information Céréma N°2 « Dimensionnement des couches de forme pour PF2qs : Complément au GTR et GTS »
- NF P 11-300 « Exécution des terrassements - Classification des matériaux utilisables dans la construction des remblais et des couches de forme d'infrastructures routières »
- NF P18-545 « Granulats - Éléments de définition, conformité et codification »

Au sens de la norme NF EN 11-300, tous les matériaux alternatifs issus de déchets inertes peuvent être utilisés en remblais et en couches de forme, sauf les MIDND non traité et les laitiers sidérurgiques.

II.4. Usage en assise de chaussées

Les exigences de qualité et de contrôle des matériaux non traités sont définies dans les normes NF EN 13242+A1 [N8] et NF P18-545 [N7].

Pour une utilisation en couche d'assise, les GNT doivent respecter les critères de la norme NF EN 13285 [N9].

En ce qui concerne les mélanges traités aux liants hydrauliques, la norme NF EN 14227 définit le canevas d'utilisation de ces matériaux en assise de chaussées.

Tous les types de déchets inertes, sauf les laitiers sidérurgiques et les terres issues des sites et sols pollués, font l'objet d'une utilisation selon les normes NF EN 14227-1, 2 et 5.



Documents de référence

- Guide technique Céréma / LCPC de 1994 « Conception et dimensionnement des structures de chaussées »
- Note d'information IDRRIM n°24 « Aide au choix des granulats pour chaussées basée sur les normes européennes », Avril 2013
- Norme NF EN 13285 : Graves non traitées – Spécifications
- 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
- Norme NF EN 14227-2 : Mélanges traités aux liants hydrauliques – Spécifications – Partie 2 : Mélanges granulaires traités au laitier
- Norme NF EN 14227-5 : Mélanges traités aux liants hydrauliques – Spécifications – Partie 5 : Mélanges granulaires traités aux liants hydrauliques routiers

II.5. Usages en couches de surface

Les enduits superficiels d'usure (ESU) et les bétons bitumineux à faible granulométrie (D 0/6) constituent l'essentiel de l'emploi en couche de roulement.

■ Enduits superficiels d'usure (ESU)

C'est une couche de roulement réalisée en place et constituée de couches de liant hydrocarboné et de granulats répandues successivement. L'enduit monocouche ou bicouche correctement réalisé, et assure une bonne imperméabilité superficielle, évite la pénétration de l'eau de ruissellement dans les assises de chaussées.



Documents de référence

- Guide technique CEREMA/IDRRIM : Enduits superficiels d'usure, juillet 2017
- Note d'information CEREMA/ex SETRA n° 117 de 2007 : Remblayage des tranchées et réfection des chaussées
- Norme NF EN 12271 : Enduits superficiels : Spécifications

tranchées et réfection des chaussées. [21], complète la norme NF EN 12271 et le guide SETRA/LCPC de mai 1995.

■ Enrobés hydrocarbonés

Le référentiel technique est celui de la norme EN 13043 de décembre 2002, relative aux « Granulats pour mélanges hydrocarbonés et pour enduits superficiels utilisés dans la construction des chaussées, aérodromes et autres zones de circulation » [N11]. De ce fait, il encadre l'utilisation en techniques routières des matériaux issus des déchets de déconstructions, des sables de fonderies, des cendres de centrales thermiques et des sédiments.

D'autres normes proposent des restrictions liées à l'utilisation des matériaux issus des déchets inertes, entre autres cela comprends la norme NF EN 13108-1 de février 2007 relative aux « Mélanges bitumineux - Spécifications des matériaux - Partie 1 : Enrobés bitumineux », la norme NF EN 13108-2 relative aux « Mélanges bitumineux–Spécifications des matériaux partie 2 : Bétons Bitumineux Très Minces » et enfin la norme NF EN 13108-7 qui traite des « Mélanges bitumineux–Spécifications des matériaux partie 7 : Bétons Bitumineux drainants » voir l'annexe 6.



Documents de référence

- Note d'information IDRRIM n°24
- Norme NF EN 13108-1 : Mélanges bitumineux–Spécifications des matériaux partie 1 : Enrobés bitumineux
- Norme NF EN 13108-2 : Mélanges bitumineux–Spécifications des matériaux partie 2 : Bétons Bitumineux Très Minces
- Norme NF EN 13108-7 : Mélanges bitumineux–Spécifications des matériaux partie 7 : Bétons Bitumineux drainants
- Norme EN 13043 de décembre 2002, relatif au « Granulats pour mélanges hydrocarbonés et pour enduits superficiels utilisés dans la construction des chaussées, aérodromes et autres zones de circulation »

II.6. Usages pour béton routier

Les matériaux issus du recyclages (tous les matériaux sauf ceux issus des MIDND) peuvent être utilisés dans des projets de bétons routiers en sens de la norme NF EN 206 [N12] suivie de son complément national NF EN 206/CN [N13].

La NF EN 13877-1 [N14] d'octobre 2013 relative aux « Chaussées en béton - Partie 1 : matériaux » est applicable aux chaussées en béton coulé en place. Le béton compacté au rouleau n'est pas couvert par cette Norme européenne. Elle concerne les chaussées pour routes, autoroutes, aéroports, rues piétonnes, pistes cyclables, zones de stockage et, en général, toutes les structures supportant une circulation.

La norme NF EN 450 [N15] d'octobre 2005 relative « Cendres volantes pour béton Partie 2 : Evaluation de la conformité », spécifie le système d'évaluation de la conformité des cendres volantes.

La norme NF EN 15167-1 [N16] de septembre 2006, « Laitier granulé de haut-fourneau moulu pour utilisation dans le béton, mortier et coulis - Partie 1 : définitions, exigences et critères de conformité », définit les exigences en termes de propriétés chimiques et physiques, ainsi que de procédures de contrôle qualité, pour le laitier granulé de haut-fourneau moulu pour utilisation en tant qu'addition de type II dans la production de béton

L'utilisation des graves et granulats pour béton est déclinée dans la norme NF EN 12620+A1 [N17], qui est une référence incontournable.



Documents de référence

- Norme NF EN 206 et son complément national NF EN 206/CN de décembre 2014 : Béton - Spécification, performance, production et conformité - Complément national à la norme NF EN 206
- Norme NF EN 450 d'octobre 2005 : Cendres volantes pour béton Partie 2 : Evaluation de la conformité
- Norme NF EN 18-545 de septembre 2011 : Granulats - Éléments de définition, conformité et codification
- Norme NF EN 13877-1 d'octobre 2013 : Chaussées en béton - Partie 1 : matériaux
- Norme NF EN 98-128 août 2014 : Assises de chaussées et plates-formes - Bétons compactés routiers et graves traitées aux liants hydrauliques à hautes performances
- Norme NF EN 98-335 de mai 2007 : Chaussées urbaines - Mise en œuvre des pavés et dalles en béton, des pavés en terre cuite et des pavés et dalles en pierre naturelle
- Norme NF EN 1340 et 98-340/CN de Mars 2004 : Éléments pour bordures de trottoir en béton - Prescriptions et méthodes d'essai - Complément national à la NF EN 1340 : produits industriels en béton - Bordures et caniveaux - Profils
- Norme NF EN 15167-1 de septembre 2006 : Laitier granulé de haut-fourneau moulu pour utilisation dans le béton, mortier et coulis - Partie 1 : définitions, exigences et critères de conformité.

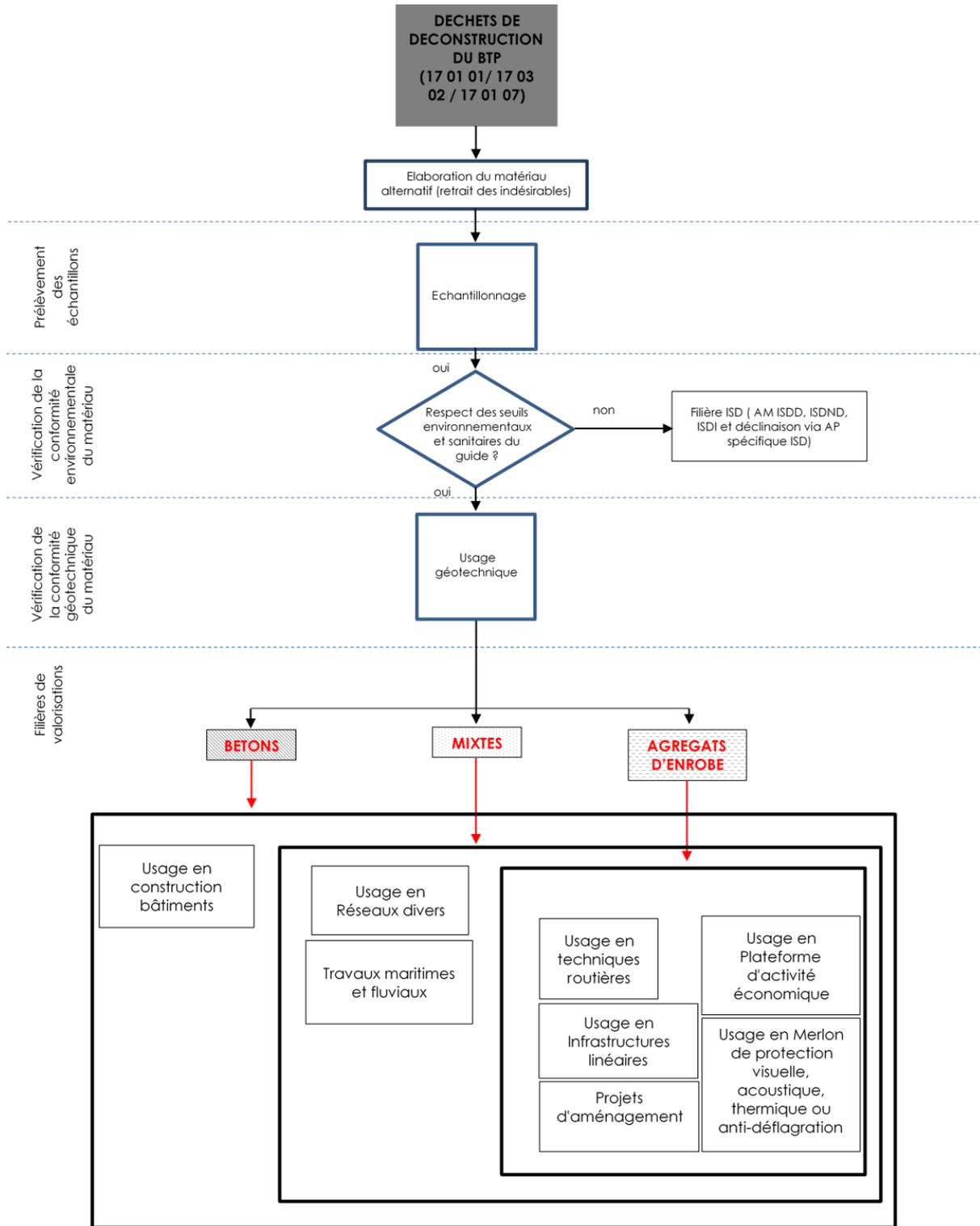


Figure 10 : Logigramme de caractérisation de la conformité des matériaux alternatifs issus des déchets de déconstruction du BTP

Ce logigramme vise à décliner les différentes étapes de validation de la conformité d'un matériau alternatif (issus des déchets de déconstruction du BTP) afin de trouver une finalité dans différentes filières de valorisation. Cette validation passe par trois niveaux de conformités, la conformité environnementale, sanitaire et géotechnique.

Chapitre 5 : Usage en projet d'aménagement

La valorisation des matériaux alternatifs en projet d'aménagement est contrôlée en évaluant les paramètres environnementaux, sanitaires et géotechniques du matériau visé. Cette évaluation est menée en mesurant le potentiel de relargage, d'ingestion, d'inhalation, et géomécanique, conformément aux normes prévues dans **les annexes 3, 4 et 5**.

I. Critères environnementaux

I.1. Description

Les exigences environnementales recommandées pour l'utilisation des matériaux alternatifs issues des déchets en projet d'aménagement sont développées dans le **§2.2.3** du guide méthodologique sur l'acceptabilité des matériaux alternatifs en aménagement et consignées dans les **annexes 4 et 5** du présent rapport. Qu'il s'agisse d'opérations d'aménagement (au sens de l'article L. 300-1 du code de l'urbanisme) ou d'opérations de construction faisant l'objet d'une procédure ou autorisation d'urbanisme et ce, quels que soient la procédure réglementaire (zone d'aménagement concertée (ZAC), déclaration préalable, permis de construire, permis d'aménager...). Ils sont pris en compte dans les **annexes 4 et 5**.

Ainsi, pour les gisements de déchets disposant d'un guide d'application, il n'est pas utile de se référer à la démarche d'évaluation décrite en **annexes 4 et 5**. Il convient de suivre directement les prescriptions du guide d'application correspondant.

Des spécifications sont à retenir concernant les terres excavées issues ou non des sites et sols potentiellement pollués (**voir annexe 3**).

Lorsqu'il est envisagé de valoriser des terres excavées au droit des établissements dits sensibles, tels que définis dans la circulaire ministérielle du 8 février 2007 relative à l'implantation sur des sols pollués d'établissement accueillant des populations sensibles¹⁴, il conviendra de respecter les mesures et recommandations définies dans cette circulaire.

Il convient également d'indiquer que les usages en PST sous bâtiment sont prises en compte dans le projet de guide d'acceptabilité des matériaux alternatifs en projet d'aménagement et développés dans le présent chapitre.

Les principales références nationales qui encadrent l'utilisation des matériaux alternatifs en projet d'aménagement sont :

- Le guide de valorisation hors site des terres excavées non issues de sites et sols pollués dans des projets d'aménagement [25] ;

¹⁴ Pour définir les populations sensibles. La direction générale de la santé a retenu deux critères : la voie d'exposition et la durée de l'exposition

- Le guide de valorisation hors site des terres excavées issues de sites et sols potentiellement pollués dans des projets d'aménagement [26] ;
- Le projet de guide d'acceptabilité des matériaux alternatifs en projet d'aménagement en cours de rédaction [39] ;

I.2. Nature des usages (hors terres excavées)

La nature des usages envisagés en aménagement, est différente de celles destinées en techniques routières. Elle concerne essentiellement les matériaux alternatifs issus des déchets de déconstruction, les MIDND, les laitiers sidérurgiques, les cendres de centrales thermiques, les sables de fonderie et les sédiments. Dans le présent rapport, les usages en aménagement sont présentés comme suit :

I.2.1. Les usages de type 1A

Les usages en aménagement de type 1 sont les usages en remblai ou couche de forme [Source : Le projet de guide d'acceptabilité des matériaux alternatifs en projet d'aménagement] :

- Sous des bâtiments sans sous-sol destinés à accueillir des logements collectifs,
- Sous, ou en contre-voile, des bâtiments avec sous-sol destinés à accueillir des logements collectifs, dès lors que les sous-sols sont affectés exclusivement à des usages de parking ou d'entreposage.

I.2.2. Les usages de type 2A

Les usages en aménagement de type 2 sont les usages en remblai ou couche de forme [Source : Le projet de guide d'acceptabilité des matériaux alternatifs en projet d'aménagement] :

- Sous des bâtiments sans sous-sol destinés à accueillir des bureaux ou des activités industrielles et commerciales,
- Sous, ou en contre-voile, des bâtiments avec sous-sol destinés à accueillir des bureaux ou des activités industrielles et commerciales, dès lors que les sous-sols sont affectés exclusivement à des usages de parking ou d'entreposage.

I.2.3. Les usages de type 3A

Les usages en aménagement de type 3 sont les usages :

- En remblai revêtu¹⁵ ou recouvert¹⁶, couche forme, assise ou couche de roulement pour la réalisation de plateformes d'activités économiques. Sont en particulier concernées :
 - Les plateformes agricoles ou industrielles (plateformes logistiques ou de stockage),
 - Les aires de stockage ou de stationnement des équipements publics et des entreprises du secteur tertiaire,
 - Les pistes et aires de stationnement d'aéronefs ;
- En remblai revêtu⁵ ou recouvert⁶, couche forme, assise ou couche de roulement pour la réalisation d'ouvrages routiers dès lors que ces derniers sont situés dans l'emprise de l'aménagement ;
- En remblai technique recouvert⁶ pour la réalisation de protection visuelle, acoustique, thermique ou anti-déflagration.

[Source : Le projet de guide d'acceptabilité des matériaux alternatifs en projet d'aménagement]

I.2.4. Les usages de type 4A

Les usages en aménagement de type 4 sont les usages en modelé paysagé recouvert par au moins 30 cm de matériaux naturels (dont terre végétale) ou équivalents [Source : Le projet de guide d'acceptabilité des matériaux alternatifs en projet d'aménagement].

I.3. Nature des usages pour les terres excavées en projet d'aménagement

L'utilisation des terres excavées en projet d'aménagement doit respecter la démarche d'évaluation à 3 niveaux présent dans le guide de valorisation des terres excavées issus des sites et sols pollués en projet d'aménagement si elle ne correspond pas aux prescriptions suivantes : [source : guide de valorisation des terres excavées issus des sites et sols potentiellement pollués pour un usage en projet d'aménagement]

- Les terres excavées ont été générées dans le cadre de travaux d'excavation de surface sur le site producteur ;
- Le site producteur et le site receveur sont considérés comme étant comparables d'un point de vue géochimique.

Les sites producteur et receveur sont compatibles et la valorisation des terres excavées peut se faire sans analyse physico-chimique pour l'ensemble des usages détaillés au paragraphe 1.2.

¹⁵ Revêtus d'une couche de surface réputée imperméable (asphalte, enrobés, enduits superficiels, béton, pavés jointoyés) et présentant en tout point une pente minimum de 1%.

¹⁶ Recouverts par au moins 30 cm de matériaux naturels (dont terre végétale) ou équivalents, avec une pente minimum de 5% en tout point de la couverture, afin de limiter l'infiltration des eaux météoriques.

En vue de répondre aux objectifs visés, la démarche d'évaluation à 3 niveaux décrivant ainsi différents niveaux de validation du matériau, à savoir :

- Niveau 1 pour une approche nationale ;
- Niveau 2 pour une approche locale urbaine ;
- Niveau 3 pour une approche au cas par cas.

Cette démarche doit satisfaire aux modalités décrites dans la figure 7 suivante [source : guide de valorisation des terres excavées issus des sites et sols potentiellement pollués pour un usage en projet d'aménagement].

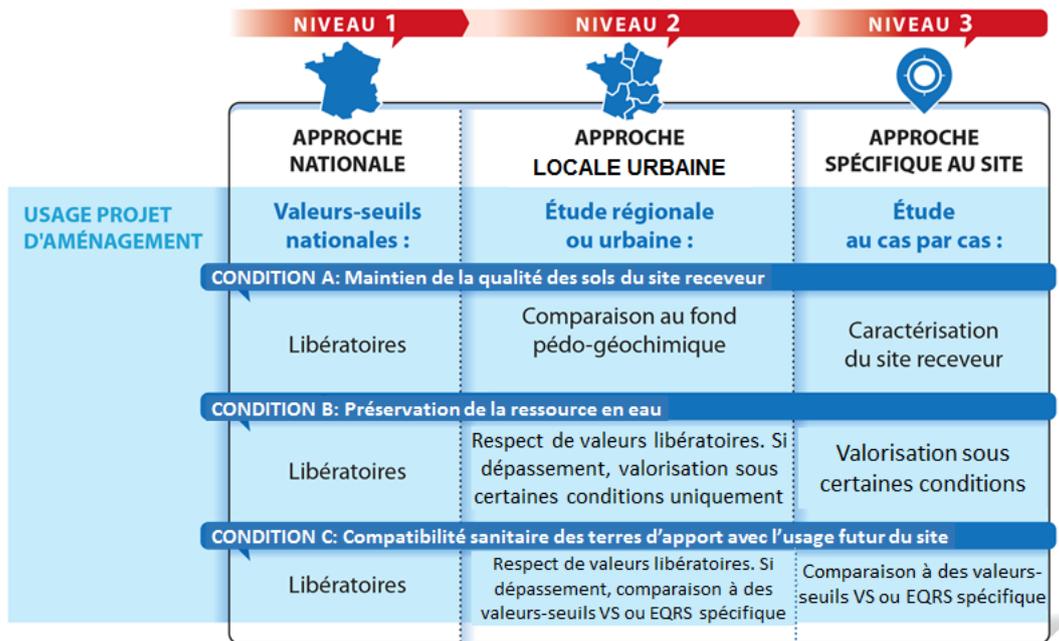


Figure 11 : Principe de la démarche de valorisation des terres excavées à trois niveaux [source : guide de valorisation des terres excavées issus des sites et sols potentiellement pollués pour un usage en projet d'aménagement]

Lorsque le dépassement de la valeur seuil pour une ou plusieurs substances fixées dans les tableaux 3 ou 5 est constaté à la caractérisation de niveau 1, il convient de considérer une approche selon le niveau 2 pour la ou les substances concernées par ce dépassement (et uniquement celle(s)-ci).

Tableau 3 : Liste des valeurs seuils de niveau 1 pour les éléments traces métalliques et les composés organiques persistants

Familles	Substances	Valeurs seuils de niveau 1 (mg/kg MS, analyse en contenu total)
Eléments traces métalliques	As	25
	Ba*	150
	Cd	0,4
	Co*	20
	Cr ¹	90
	Cu	40
	Hg ¹	0,1
	Mo*	1,5
	Ni	60
	Pb	50
	Sb*	1
	Se*	1
	Zn	150
Composés organiques persistants	PCB (somme des 7 congénères)	0,1
	Dioxines/furannes *	2 ng/kg MS (exprimé en TEQ OMS 1998 (nd=LQ) et hors contribution PCB-dl)
	Somme des 16 HAP ²	10

[source : guide de valorisation des terres excavées issus des sites et sols potentiellement pollués pour un usage en projet d'aménagement]

* Les substances comportant un astérisque ne sont pas vérifiées systématiquement mais éventuellement recherchées en fonction des résultats de l'étude historique et documentaire.

¹ En cas de présence de Cr(VI) ou de mercure organique, il sera nécessaire d'adopter une démarche de niveau 3 et de ne pas prendre en compte les valeurs proposées dans ce tableau.

² Le naphtalène fait également l'objet d'une valeur seuil spécifique présentée dans le tableau 2.

Les valeurs seuils définies pour les PCB concernent les 7 congénères : PCB 28, 52, 101, 118, 138, 153, et 180.

II. Critères sanitaires

II.1. Pour les matériaux alternatifs (hors terres excavées)

La validation des seuils sanitaires des matériaux alternatifs en projet d'aménagement passe par l'analyse des substances en contenu total (cf. §2.2.3.5.2. du guide méthodologique d'acceptabilité des matériaux alternatifs en aménagement).

Le tableau 4 ci-dessous présente les valeurs seuils en contenu total à ne pas dépasser par les matériaux pour justifier leur valorisation en aménagement.

Tableau 4 : Valeurs limites en contenu total à ne pas dépasser par un matériau pour être candidat aux différentes typologies d'usage en aménagement

Paramètres		Concentration analysée en contenu total			
		Usages de type 1A	Usages de type 2A	Usages de type 3A	Usages de type 4A
		En mg/kg de matière sèche			
COT		30 000 *	30 000 *	30 000 *	30 000 *
BTEX	Benzène	0,05	0,05	0,05	0,05
	Somme des TEX (Toluène, Ethylbenzène, Xylènes)	0,1	0,5	5,5	5,5
PCB	Somme des 7 congénères	1	1	1	1
HCT	C5-C10	40	40	200	200
	C10-C16	50	50	-	-
	C10-C40	500	500	500	500
HAP	Somme des 16 HAP (US-EPA)	50 **	50 ***	50	50
	Naphtalène	0,1	0,3	5	5
PCDD/PCDF	Dioxines/furannes ****	10 ng I-TEQ _{OMS,2005} /kg MS	10 ng I-TEQ _{OMS,2005} /kg MS	10 ng I-TEQ _{OMS,2005} /kg MS	2 ng I-TEQ _{OMS,2005} /kg MS

[Source : guide méthodologique d'acceptabilité des matériaux alternatifs en aménagement]

(*) Des dépassements de la valeur limite, dans la limite de 60 000 mg/kg de matière sèche, sont tolérés s'ils ne portent pas sur plus de 20% des échantillons.

(**) Sans dépasser 0,2 mg/kg pour chacune des substances suivantes : Acénaphthylène, Acénaphthène, Fluorène et Anthracène.

(***) Sans dépasser 2 mg/kg pour chacune des substances suivantes : Acénaphthylène, Acénaphthène et Fluorène.

(****) Uniquement pour les matériaux alternatifs et matériaux d'aménagement provenant de déchets de procédés thermiques.

II.2. Pour les terres excavées

La démarche d'évaluation des risques sanitaires des matériaux alternatifs en aménagement proposé par l'INERIS (cf. guide d'utilisation des outils HYDROTEX – BRGM/RP - 60227) vise essentiellement les terres excavées issues des sites et sols pollués. Et dans le même temps, le guide méthodologique d'acceptabilité des matériaux alternatifs en aménagement préconise de se référer aux seuils présents dans le guide de valorisation des terres excavées issues des sites et sols potentiellement pollués (MTES, 2020).

Le **tableau 3** représente les valeurs seuils sanitaires pour la maîtrise des risques des usages suivants :

- Sous des bâtiments avec des bureaux, industriels ou commerciaux sans sous-sol (VSA) ;
- Dans un espace vert pour lequel les terres excavées valorisées sont recouvertes par des terres végétales d'une épaisseur minimale de 30 cm après tassement ou dans un aménagement routier revêtu (VSB).

En cas de dépassement d'une ou plusieurs valeurs seuils, il convient de considérer une approche au cas par cas de ces substances.

Il n'est pas défini de valeurs seuils sanitaires pour les usages suivants :

- Sous des bâtiments sans sous-sol avec des logements collectifs ;
- Sous des bâtiments ou en contre-voile pour des bâtiments avec sous-sol :
 - Avec des logements collectifs ;
 - Avec des bureaux ;
 - Industriels ou commerciaux.

Pour ces autres usages, une évaluation quantitative des risques sanitaires devra être réalisée systématiquement.

Tableau 5 : Valeurs seuils de niveau 2 et 3 en composés organiques (en mg/kg MS) pour des scénarios d'aménagement particuliers

Famille	Substance	VSA (bureaux, industriel, commercial)	VSB (aménagement paysager ou routier)
HC	Hydrocarbures C5-C10	40	200
	Hydrocarbures C10-C40	50	500
BTEX	Benzène	0,05	0,05
	Somme des TEX (Toluène, Ethylbenzène, Xylènes)	4,5	6
COHV	Tétrachloroéthylène	1	1
	Trichloroéthylène	1	1
	Cis-Dichloroéthylène	0,3	0,3
	Chlorure de vinyle	0,2	0,2
HAP	Naphtalène	0,3	5

[Source : guide de valorisation des terres excavées issues des sites et sols potentiellement pollués]

III. Critères géotechniques

Cette partie est assimilable aux exigences géotechniques en technique routière (**voir annexe 2**). Toutefois, des spécifications existent en ce qui concerne l'utilisation des terres excavées en projet d'aménagement (**voir annexe 3**). L'utilisation des terres excavées en projet d'aménagement est encadrée par les guides de valorisation hors sites des terres issues et non issues des sites potentiellement pollués.

Il existe une norme internationale très générique dédiée à la caractérisation des terres excavées, à l'exemple de la norme ISO 15176 de 2019 qui définit les lignes directrices sur la caractérisation de la terre excavée et d'autres matériaux du sol destinés à la réutilisation [N18]. Cette norme chapeaute un ensemble de norme en la matière.

Par ailleurs, les modalités définies dans la bibliographie du guide méthodologique « Acceptabilité de matériaux alternatifs en technique routière – Evaluation environnementale » (CEREMA, mars 2011) sont utilisées pour la caractérisation géotechnique des lots de terres excavées (**voir annexe 3**).

La caractérisation des terres excavées passe par l'application de la norme ISO 15176 « Lignes directrices sur la caractérisation de la terre excavée et d'autres matériaux du sol destinés à la réutilisation » [N18]. Elle donne ainsi le canevas concernant les essais pouvant être nécessaires pour caractériser les matériaux du sol destinés à être excavés et réutilisés avec ou sans traitement préliminaire. Elle prend en compte les différentes exigences du sol superficiel, du sous-sol et d'autres matériaux du sol comme les sédiments ou les sols traités.

De manière générale, le GTR donne un cadre pour l'utilisation des terres excavées. En complément du GTR, la norme terrassement NF EN 16907 précise la caractérisation des matériaux en terrassement.



Documents de référence

- GTR « Guide de terrassement routier »
- Norme NF ISO 15176 « Lignes directrices sur la caractérisation de la terre excavée et d'autres matériaux du sol destinés à la réutilisation »
- Norme NF X31-620-1 « Qualité du sol - Prestations de services relatives aux sites et sols pollués -Partie 1 : exigences générales »
- Norme NF ISO 18400-102 « Qualité du sol –Échantillonnage -Partie 102 : Choix et application des techniques d'échantillonnage »
- NF EN 16907-1: Terrassement - Partie 1 : principes et règles générales
- NF EN 16907-2 : Terrassement - Partie 2 : classification des matériaux - Terrassements - Partie 2 : Classification des matériaux

Usage en remblais et couche de forme

Les matériaux utilisés en remblais et couches de forme dans le cadre des projets d'aménagement suivent scrupuleusement les indications de la norme NF P 11-300 [N6]. Cette norme définit une classification des matériaux utilisables dans la construction des remblais et des couches de forme d'infrastructures routières.

En complément, le GTR reste le guide support sur lequel il faudrait se référer pour les utilisations en terrassement routier.



Documents de référence

- GTR « Guide de terrassement routier »
- GTS « Guide de traitement des sols »
- Note d'information Céréma N°2 « Dimensionnement des couches de forme pour PF2qs : Complément au GTR et GTS »
- NF P 11-300 « Exécution des terrassements - Classification des matériaux utilisables dans la construction des remblais et des couches de forme d'infrastructures routières »
- NF P18-545 « Granulats - Éléments de définition, conformité et codification »

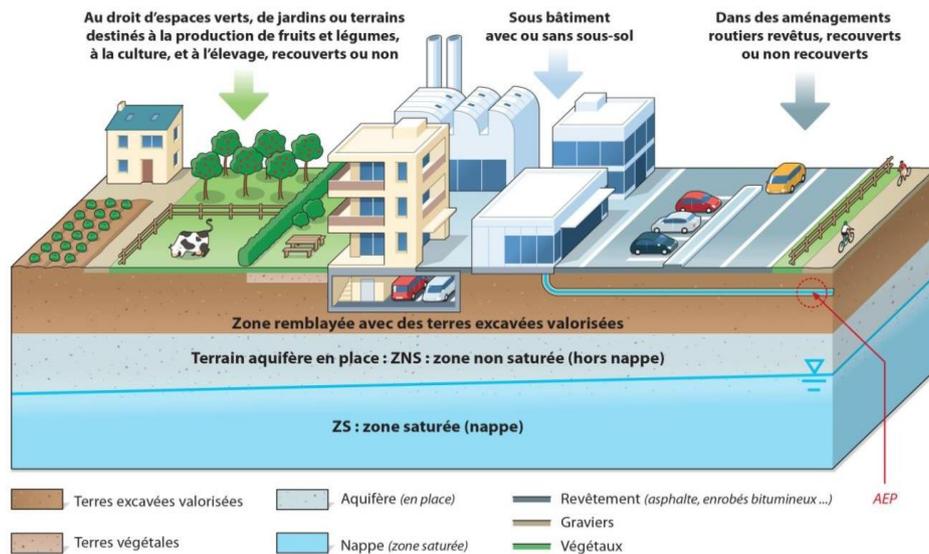


Figure 12 : Domaine d'emploi des terres excavées [Source : Guide de valorisation hors sites de terres non issues de sites et sols pollués]

La figure vise à présenter les différentes voies d'utilisation des terres excavées au droit d'espaces verts, de jardins ou de terrains destinés à la production de fruits, de légumes etc..., de terres destinées à être utilisées en sous bâtiment avec ou sans sous-sol et en aménagements routiers.

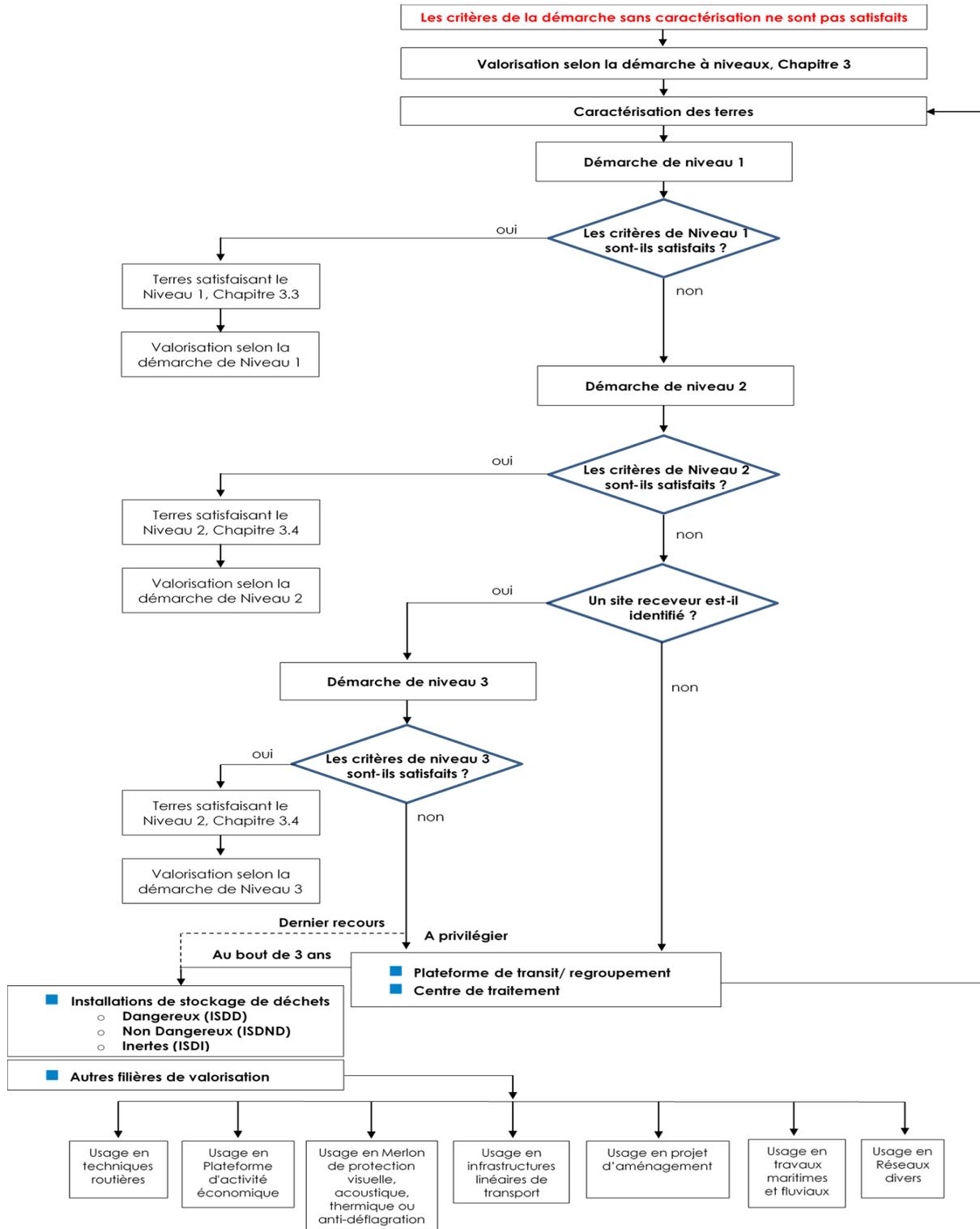


Figure 13 : Logigramme de caractérisation de la conformité des matériaux alternatifs issus des terres excavées provenant des sites et sols non pollués

Ce logigramme présente les différentes étapes de validation de la conformité d'un matériau alternatif (issus des terres excavées provenant des sites et soles non pollués) afin de trouver une finalité dans différentes filières de valorisation. Cette validation passe par trois niveaux de conformités, la conformité de niveau 1 (approche nationale), la conformité de niveau 2 (approche locale) et la conformité de niveau 3 (approche spécifique).

Chapitre 6 : Usage en construction de bâtiments

Ce chapitre vise à produire une modélisation afin de quantifier les valeurs limites environnementales et sanitaires des matériaux alternatifs issus de déchets non dangereux et qui trouvent leur application en construction de bâtiments. Cette démarche passera par l'identification des différents usages de ces matériaux dans la construction. A la date de la rédaction du présent rapport, il n'existe pas de guide d'acceptabilité publié. De ce fait, les éléments développés dans ce chapitre reposent sur les principes exposés dans la note de synthèse, CEREMA, février 2018 [40].

I. Critères environnementaux

I.1. Usage dans la structure du bâtiment

Les valeurs seuils environnementaux sont proposées sur la base des essais de percolation définis dans les normes NF EN 12457-2 ou NF EN 12457-4 [N5] et NF EN 14405 [N3], afin d'éviter que le panache généré par les eaux météoriques et les polluants ne contaminent la nappe d'eaux portables. Les seuils d'acceptabilité sont compilés en **annexe 6**.

Dans le cadre des constructions de bâtiments, les graves de recyclage sont proscrites, conformément à la norme NF P11-213-1 : DTU 13.3 dallages conception calculs et exécution – partie 1 Cahier des Clauses Techniques Dallages à usage industriel ou assimilé.

Le principe de modélisation est présenté dans la figure ci-dessous.

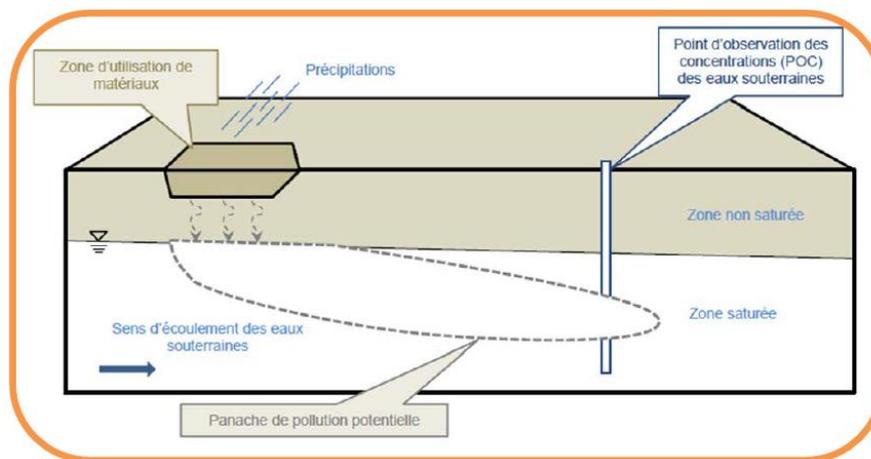


Figure 14 : Modélisation du comportement des polluants dans la nappe d'eaux [Source : note méthodologique GAMAC]

Le principe de modélisation met en évidence, la contamination de la nappe d'eau souterraine par l'infiltration de contaminants due au contact des précipitations et de la zone d'utilisation de matériaux alternatifs. Ces taux d'émission dans la nappe sont liés aux comportements suivants :

- Comportement 1 : les constructions qualifiées de « non-poreuses » ayant un faible taux d'émission (par ex. mobilier urbain, trottoir, mur, toiture, PST, terrassement sous bâti, borne, tampon, enduit de façade) ;
- Comportement 2 : les constructions qualifiées de légèrement « poreuses » ayant un taux d'émission moyen (par ex. dallages, pavés, bordures, piste cyclable, aire de jeux) ;
- Comportement 3 : les constructions immergées « dans la nappe » ayant un taux d'émission élevé (par ex. fondations profondes, canalisations, parking souterrain).

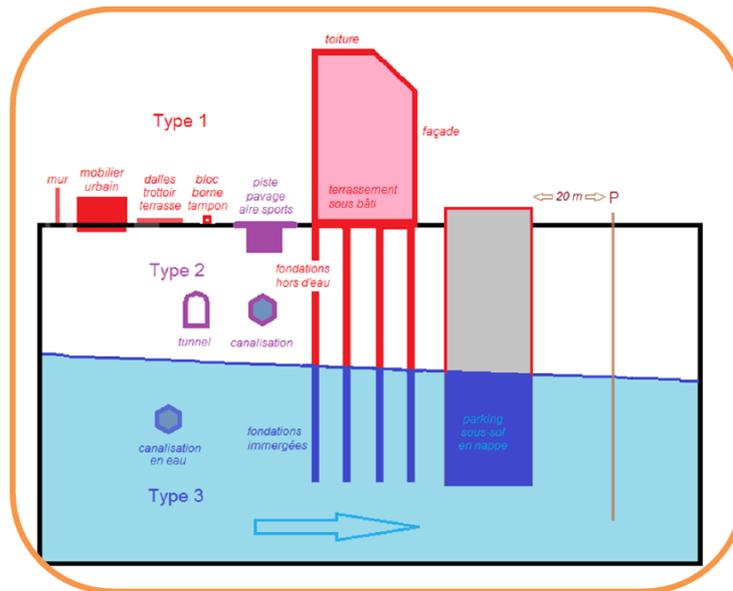


Figure 15 : Illustration des 3 comportements de constructions étudiées précédemment [Source : le guide GAMAC]

Cette figure met en exergue, le comportement des différentes constructions susceptibles de contenir des matériaux alternatifs potentiellement en contact avec de l'eau. Comme construction, il s'agit : des constructions de types 1 (murs, mobilier urbain, dalles trottoir, pistes pavage d'aire de sport, façade, toiture, terrassement), des constructions de types 2 (tunnels, canalisations), des constructions de types 3 (canalisation d'eau, fondations immergées, parking sous-sol en nappe).

I.2. Usage en aménagement connexe au bâtiment (y compris la PST sous bâtiment)

L'acceptabilité environnementale et sanitaire des matériaux alternatifs en PST sous bâtiment sont déclinés dans le projet de guide méthodologique d'acceptabilité des matériaux alternatifs en aménagement [39] (**voir chapitre 5**). Ainsi, le contenu de ce guide reste déterminant pour la caractérisation des matériaux en PST (**voir annexes 4 et 5**).

II. Critères sanitaires

L'utilisation des matériaux alternatifs dans le cadre de projet de construction qu'ils soient impliqués dans la structure de bâtiments ou dans la PST sous bâtiment, est assurément liée à une évaluation des valeurs limites sanitaires desdits matériaux.

A ce titre, la caractérisation sanitaire permet de s'assurer du caractère dangereux du matériau pour la santé humaine. Toutefois, certains scénarios n'ont pas été pris en compte dans le cadre de l'élaboration de ce chapitre, à savoir :

- L'exposition des travailleurs lors de la phase de manipulation de matériaux alternatifs pour en élaborer un matériau de construction,
- Les scénarios conduisant à l'exposition indirecte des populations humaines par ingestion de denrées alimentaires issues de l'agriculture, de jardins potagers et de l'élevage¹ (œuf, lait, viande, etc.),

Les domaines d'emploi des matériaux alternatifs en construction pris en compte sont :

- En intérieur : des éléments de structure (mur, cloison, escalier), dallage (revêtements de sol), bordures pavées, parements (enduits d'intérieur),
- En extérieur : des éléments de structure (mur, escalier), mobilier urbain et de chantier, dallage, bordures pavées, parement (enduits de façade), couverture (tuile, toit terrasse).

D'ores et déjà, il convient de rappeler que la liste de substances retenues dans le cadre de cette évaluation sanitaire est fortement inspirée de celle définie par l'ANSES (**voir l'annexe 7**). A ce titre, ces substances seront analysées en fonction de leur pertinence et de leur voie d'exposition.

Les trois voies d'exposition concernées par la démarche mise en œuvre pour l'élaboration de seuils sanitaires proposés sont déclinées comme suit¹⁷ :

- L'inhalation de vapeur émise par le matériau pour les substances volatiles et semi-volatiles,
- L'inhalation de particules issues du matériau pour les substances non volatiles,
- L'ingestion de particules issues du matériau pour les substances non volatiles.

En ce qui concerne les scénarii associés :

- La voie d'exposition par inhalation de vapeurs et de particules, la démarche est définie par l'ANSES¹⁸ relative aux matériaux de construction. Cette démarche tient compte

¹⁷ Les risques sanitaires associés à la voie d'exposition par contact cutanée ne sont pas évalués en l'absence de valeur toxicologie de référence spécifique, conformément à la note d'information N°DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31 octobre 2014 relative aux modalités de sélection des substances chimiques et de choix des valeurs toxicologiques de référence pour mener les évaluations des risques sanitaires dans le cadre des études d'impact et de la gestion des sites et sols pollués.

¹⁸ Agence Nationale de Sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail-ANSES (2015) - « Expertise en appui à l'étiquetage des produits d'ameublement ». Juin 2015 (saisine n° 2013-SA-0040).

premièrement des Valeurs Guides de la qualité de l'Air Intérieur (VGAI)¹⁹. Il s'agit de contribuer à l'élaboration de recommandations visant in fine à éliminer, ou à réduire à un niveau acceptable du point de vue sanitaire, les contaminants ayant un effet néfaste sur la santé humaine et le bien-être, que cet effet soit connu ou supposé.

Lorsqu'il n'existe pas de valeurs guides pour une substance, ce sont les Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR) pour une exposition chronique par voie respiratoire qui sont retenues et à défaut les Valeurs Limites d'exposition Professionnelle (VLEP)²⁰. [source : note de synthèse, CEREMA, février 2018]

- Ainsi, pour la voie inhalation de vapeurs émise par le matériau, la démarche prend en compte des valeurs de gestion existant pour l'air intérieur ou des VTR avec dans ce cas la réalisation d'une Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires (EQRS) tenant compte des paramètres d'exposition spécifiques aux scénarios étudiés (**Voir l'annexe 7**). [source : note de synthèse, CEREMA, février 2018]
- La voie d'exposition par ingestion de particules issues des matériaux, la démarche consiste en la mise en œuvre d'une EQRS basée sur des paramètres d'exposition avec un choix de valeur de paramètres d'exposition conservatoires (**voir l'annexe 7**). [source : note de synthèse, CEREMA, février 2018]

À ce jour, seuls les résultats de mesures de la bioaccessibilité (permettant d'approcher la notion de biodisponibilité) du plomb, de l'arsenic et du cadmium pour la voie ingestion pourraient permettre d'ajuster la dose d'exposition, et cela, avec des données spécifiques à chaque matériau.

¹⁹ Définies comme des concentrations dans l'air d'une substance chimique en dessous desquelles aucun effet sanitaire ou aucune nuisance ayant un retentissement sur la santé n'est attendu pour la population générale en l'état des connaissances actuelles.

²⁰ Cela en cohérence avec la note de la DGS d'information n°DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31 octobre 2014 relative aux modalités de sélection des substances chimiques et de choix des valeurs toxicologiques de référence pour mener les évaluations des risques sanitaires dans le cadre des études d'impact et de la gestion des sites et sols pollués qui recommande de ne pas utiliser les VLEP. En outre, les adaptations effectuées par l'ANSES.

Chapitre 7 : Impact de la COVID 19 dans la filière du BTP

Au regard de la débâcle sanitaire que traverse le monde, nous avons souhaité relever les impacts que cette pandémie a eu sur l'activité, tout en saisissant ses imbrications et ses articulations afin d'y trouver des voies de sorties favorables ou des exutoires qui constitueraient un havre de paix pour la valorisation matière des déchets non dangereux dans le secteur BTP.

Le virus identifié en janvier 2020 en Chine est un nouveau coronavirus, nommé SARS-CoV-2. La maladie provoquée par ce coronavirus a été nommée COVID-19 par l'Organisation mondiale de la Santé (OMS) et sont une famille de virus qui provoquent des maladies allant d'un simple rhume (certains virus saisonniers sont des coronavirus) à des pathologies plus sévères (comme les détresses respiratoires du MERS, du SRAS ou de la COVID-19).

Selon certaines personnalités publiques à l'instar de Klaus SCHWAB le fondateur du forum économique mondial qui prétend que « la pandémie représente une fenêtre d'opportunité rare et étroite pour repenser, réinventer, réinitialiser notre monde », il est sans nul doute important de préciser que la filière de BTP a subi de grand bouleversement non sans conséquences et a dû s'adapter aux différents changements.

En effet, la COVID 19 permet aujourd'hui l'accroissement du développement du numérique à travers des outils de visio-conférences, nous avons fait preuve d'une capacité d'innovation et d'un sens de l'inventivité qui seront primordiaux pour affronter les crises à venir, nous avons été solidaire comme jamais.

Cependant, la COVID 19 a amené avec elle son lot de souffrance, ce qui a dégagé un sens des responsabilités inégale parfois, un manque de souveraineté dans les missions souvent et enfin, un détachement de la culture d'entreprise quand il s'agit du télétravail (nous n'avons pas eu suffisamment de temps pour apprendre à connaître nos collègues). Mais, cette souffrance a d'avantage été marquée par des mœurs encore plus important que sont, les pertes en vies humaines et le gouffre financier qui s'en est suivi.

En somme, la COVID 19 a été un frein dans l'activité du BTP, ceci a été visible par :

- L'arrêt et le report des chantiers pour cause de COVID-19 a mis un coup d'arrêt à l'activité dans le secteur du BTP. Ne pouvant assurer le strict respect des mesures sanitaires, les entreprises du BTP ont été parmi les premières à cesser leur activité en mars dernier ;
- La perte d'activité pour cause de COVID-19 et de confinement, les conséquences sur l'emploi BTP n'ont pas tardé à se faire sentir. Des pertes d'emplois et des chômages partiels ont été fortement enregistrés ;
- La cessation de contrat d'apprentissage. Car le secteur du BTP emploie traditionnellement un grand nombre d'apprentis (16% d'apprentis en France).

Conclusion

Ma mission à l'UNPG dans le cadre de mon stage de fin d'études avait pour objectif de réaliser une cartographie des guides d'acceptabilité environnementale des matériaux alternatifs issus de l'économie circulaire. Ce travail a nécessité une analyse approfondie des textes réglementaires (directives européennes, textes de lois, décrets, arrêtés, ordonnances...), des guides nationaux (soit publiés, soit encore au stade de projet de texte) en matière de valorisation de déchets dans le secteur du bâtiment et travaux publics, et des spécifications existantes (normes, guides) sur les sols, terrassements, graves de recyclage et produits de construction (granulats, GNT, enrobés, bétons...).

Cette étude peut être divisée en deux axes d'actions :

- Le premier axe a consisté à dresser un état des lieux concernant les guides d'acceptabilité environnementale des matériaux alternatifs existants, ainsi que ceux en cours ou à venir,
- Le second axe a eu pour objet d'identifier l'impact des nouvelles normes européennes ainsi que celui du futur guide GTR : évolution de la classification des roches, sols et sous-produits industriels.

Il ressort d'après les résultats de ce travail qu'il existe une multitude de guides nationaux et régionaux qui encadrent l'utilisation des matériaux issus des déchets non dangereux dans le BTP.

Le travail réalisé au cours de cette mission a permis dans un premier temps d'établir des tableaux comparatifs des spécifications environnementales, sanitaires et géotechniques liées à la valorisation des matériaux alternatifs dans les différentes filières de valorisation à savoir respectivement la technique routière, les projets d'aménagement et les produits de construction de bâtiments. Afin de préciser les différentes étapes de validation de la conformité, dans un second temps des logigrammes ont été réalisés. Ceux-ci permettent au lecteur de mieux comprendre les méthodologies déployées dans les guides étudiés.

En complément du rapport rédigé, un vadémécum a également été élaboré dans le cadre de ma mission. Ces deux livrables constituent l'aboutissement de mon travail. Dans ce vadémécum, les opérateurs du recyclage y trouveront un outil d'aide à la décision qui, en fonction de la qualité des matériaux élaborés, permettra d'orienter ceux-ci vers les bonnes filières de valorisation. Ce vadémécum étant uniquement réservé aux adhérents de l'UNPG, il n'a pas été inclus dans le présent mémoire.

Conscient des efforts et du travail accompli, il n'en demeure pas moins que des marges de progression sont encore envisageables. En effet, des projets de guides sont en cours de rédaction et leur contenu technique peut être amené à évoluer.

En outre, la perpétuelle révision des normes existantes, l'édition de nouvelles normes, la rédaction de nouveaux guides d'acceptabilités environnementales, ainsi que la publication de nouveaux textes réglementaires sont autant d'éléments qu'ils faudra prendre en compte lors des prochaines révisions du rapport d'étude et du vadémécum.

Bibliographie

Normes

[N1] DTU 13.3 de Mai 2007 « Dallages – Conception, calcul et exécution » vise les règles de conception, le calcul et la mise en œuvre de dallage en béton à base de liants hydrauliques pour différents types de réalisations.

[N2] NF 12920+A1 de Novembre 2008, spécifie une méthodologie permettant de déterminer le comportement à la lixiviation d'un déchet dans des conditions spécifiées (c'est-à-dire pour un scénario spécifié sur une période donnée), afin de fournir une solution à un problème déterminé.

[N3] NF EN 14405 d'Avril 2017, Caractérisation des déchets - Essais de comportement à la lixiviation - Essai de percolation à écoulement ascendant (dans des conditions spécifiées).

[N4] NF EN 16516 d'octobre 2017, décrit une méthode de référence horizontale pour la détermination des émissions de substances dangereuses réglementées générées par les produits de construction dans l'air intérieur.

[N5] NF EN 12457-2 ou 4, décembre 2002. Caractérisation des déchets - Lixiviation - Essai de conformité pour lixiviation des déchets fragmentés et des boues - Partie 4 : essai en bûchée unique avec un rapport liquide-solide de 10 l/kg et une granularité inférieure à 10 mm (sans ou avec réduction de la granularité).

[N6] NF P11-300 de septembre 1992, « Exécution des terrassements, classification des matériaux utilisables dans la construction des remblais et des couches de forme d'infrastructures routières ».

[N7] NF P18-545 de septembre 2011, « Granulats - Éléments de définition, conformité et codification ».

[N8] NF EN 13242 d'Août 2003, « Granulats pour matériaux traités aux liants hydrauliques et matériaux non traités utilisés pour les travaux de génie civil et pour la construction des chaussées ».

[N9] NF EN 13285 de Mai 2006, « Graves non traitées – Spécifications ».

[N10] NF P98-331 Février 2005, « Tranchées : ouverture, remblayage, réfection ».

[N11] NF EN 13043 Août 2003, « Granulats pour mélanges hydrocarbonés et pour enduits superficiels utilisés dans la construction des chaussées, aéroports et d'autres zones de circulation »

[N12] NF EN 206+A1 de Novembre 2016, « Béton - Spécification, performances, production et conformité »

[N13] NF EN 206/CN de Décembre 2014, « Béton - Spécification, performance, production et conformité - Complément national »

[N14] NF EN 13877-1 d'octobre 2013, « Chaussées en béton - Partie 1 : matériaux »

[N15] NF EN 450 d'octobre 2005, « *Cendres volantes pour béton Partie 2 : Evaluation de la conformité* »

[N16] NF EN 15167-1 de Septembre 2006, « Laitier granulé de haut-fourneau moulu pour utilisation dans le béton, mortier et coulis - Partie 1 : définitions, exigences et critères de conformité »

[N17] NF EN 12620+A1 de Juin 2008, « Granulats pour béton »

[N18] NF ISO 15176 d'Avril 2018, « Lignes directrices sur la caractérisation de la terre excavée et d'autres matériaux du sol destinés à la réutilisation »

[N19] NF ISO 18400-100 de Mai 2017, « Qualité du sol - Échantillonnage - Partie 100 : lignes directrices sur la sélection des normes d'échantillonnage »

[N20] NF ISO 18400-201 de Décembre 2017, « Qualité du sol - Échantillonnage - Partie 201 : prétraitement physique dans le terrain »

[N21] NF EN 932-1 et -2 de Décembre 1996, « Essais pour déterminer les propriétés générales des granulats - Partie 1 : méthodes d'échantillonnage »

[N22] NF EN 933-11 de Juillet 2009, « Essais pour déterminer les caractéristiques géométriques des granulats - Partie 11 : essai de classification des constituants de gravillons recyclés »

[N23] NF EN 14899 d'avril 2006, « Caractérisation des déchets - Prélèvement des déchets - Procédure-cadre pour l'élaboration et la mise en œuvre d'un plan d'échantillonnage »

Textes réglementaires, guides et notes d'informations

[1] *Statistiques de UNPG sur l'utilisation des granulats en France (2017)*. Récupéré sur <http://www.unicem.fr/wp-content/uploads/stat-unpg-chiffres-2017-web.pdf>

[2] Loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte (1) du 17 août 2015 (JORF n°0189 du 18 août 2015) - NOR : DEVX1413992L.

[3] Loi n° 2020-105 du 10 février 2020 relative à la lutte contre le gaspillage et à l'économie circulaire (JORF n°0035 du 10 février 2020) – NOR : TREP1902395L.

[4] Directive UE 2018/851 du parlement européen et du conseil du 30 mai 2018 modifiant la directive 2008/98/CE relative aux déchets.

[5] Directive (UE) 2018/850 du Parlement Européen et du Conseil du 30 mai 2018 modifiant la directive 1999/31/CE concernant la mise en décharge des déchets donne un encadrement législatif à cette démarche.

[6] CEREMA (ex-Setra). - « *Guide méthodologiques d'acceptabilité des matériaux alternatifs en technique routière* » (mars 2011). Récupéré sur <https://www.cerema.fr/fr/centre-ressources/boutique/acceptabilite-materiaux-alternatifs-technique-routiere>

[7] *Arrêté du 27 juillet 2012 modifiant divers arrêtés relatifs au traitement de déchets (JORF n°00262694227 juillet 2012) - NOR : DEVP1230939A*. Récupéré sur <https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000026269426>

- [8] *Décret portant diverses dispositions d'adaptation et de simplification dans le domaine de la prévention et de la gestion des déchets à l'article L. 123-19-1 du code de l'environnement.* Récupéré sur <http://www.consultations-publiques.developpement-durable.gouv.fr/decret-portant-diverses-dispositions-d-adaptation-a2180.html>
- [9] *Arrêté du 18 novembre 2011 relatif au recyclage en technique routière des mâchefers d'incinération de déchets non dangereux (JORF n°0277 du 30 novembre 2011 page 20152) – NOR : DEVP1131516A.* Récupéré sur <https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000024873229&categorieLien=id>
- [10] CEREMA. - « *Guide d'acceptabilité des matériaux de déconstruction issus du BTP en technique routière* » (2016). Récupéré sur http://dtrf.setra.fr/pdf/pj/Dtrf/0006/Dtrf-0006935/DT6927.pdf?openerPage=notice&qid=sdx_q4
- [11] CEREMA. - « *Guide d'acceptabilité de matériaux alternatifs en technique routière – les laitiers sidérurgiques* » (2012). Récupéré sur http://dtrf.setra.fr/pdf/pj/Dtrf/0006/Dtrf-0006530/DT6530.pdf?openerPage=resultats&qid=sdx_q0#search=%22environnementale%20acceptabilite%22
- [12] CEREMA. – « *Guide d'acceptabilité des matériaux alternatifs en techniques routières – les MIDND* » (2012). Récupéré sur http://dtrf.setra.fr/pdf/pj/Dtrf/0006/Dtrf-0006531/DT6531.pdf?openerPage=resultats&qid=sdx_q0#search=%22environnementale%20acceptabilite%22
- [13] CEREMA. – « *Guide d'acceptabilité environnementale des matériaux alternatifs en technique routière – centres de centrale thermique au charbon* » (2011). Récupéré sur <http://dtrf.cerema.fr/pdf/pj/Dtrf/0007/Dtrf-0007881/DT8021.pdf?openerPage=notice>
- [14] CEREMA. – « *Guide d'acceptabilités des matériaux alternatifs en technique routière – les sables de fonderies* » (2011). Récupéré sur <http://dtrf.setra.fr/pdf/pj/Dtrf/0007/Dtrf-0007880/DT8020.pdf?openerPage=notice>
- [15] *Cahier des clauses techniques des dallages à usage industriel ou assimilés - 2005, en cours de révision.*
- [16] *Projet d'arrêté fixant les critères de sortie du statut de déchet pour les terres excavées et sédiments* (2019). Récupéré sur <http://www.consultations-publiques.developpement-durable.gouv.fr/projet-d-arrete-fixant-les-criteres-de-sortie-du-a1955.html>
- [17] Le Laboratoire Central des Ponts et Chaussées - « *Guide technique (GTR) Réalisation des remblais et des couches de forme* », (juillet 2000).
- [18] Note d'information N°32 de l'IDRRIM « *Acceptabilité environnementale des matériaux alternatifs en technique routière* », d'avril 2017. Récupéré sur https://www.idrrim.com/ressources/documents/9/5426-2017_CP-Note-d-info-n-32.pdf
- [19] Note technique à l'intention des DREAL précisant la nature des ouvrages de travaux publics comparables aux ouvrages routiers pour l'examen de l'acceptabilité environnementale des matériaux alternatifs employés, DGPR, mars 2016.
- [20] Note d'information N°22 de l'IDRRIM « *classification et aide au choix des matériaux granulaires recyclés pour leurs usages routiers hors agrégats d'enrobés* », février 2011. Récupéré sur <https://www.idrrim.com/ressources/documents/1/574,IDRRIM-Notedinfo22-V2.pdf>.

- [21] Note d'information CEREMA N°117 : Remblayage des tranchées et réfection des chaussées de 2007.
- [22] Guide technique des terrassements routiers « réalisation des remblais et des couches de formes » - juillet 2000.
- [23] Note d'information n° 24 « Aide au choix des granulats pour chaussées basée sur les normes européennes », IDRRIM – avril 2013.
- [24] Note d'information de la DGPR du 29 décembre 2016 à l'attention des DREAL.
- [25] Guide de valorisation hors site des terres excavées non issues de sites et sols pollués dans des projets d'aménagement – Avril 2020.
- [26] Guide de valorisation hors site des terres excavées issues de sites et sols potentiellement pollués dans des projets d'aménagement – Avril 2020.
- [27] Guide d'application des sédiments de dragage et de curage pour les usages en technique routière.
- [28] Ordonnance n°2020-920 du 29 juillet 2020 relative à la prévention et à la gestion de déchets.
- [29] Loi n° 2020-105 du 10 février 2020 relative à la lutte contre le gaspillage et à l'économie circulaire (AGEC).
- [30] Livret commun – matériaux alternatifs en région Normandie.
- [31] Manuel 1, matériaux alternatifs en infrastructures sols limoneux & craies.
- [32] Manuel 2, matériaux alternatifs en infrastructures grave de mâchefer.
- [33] Manuel 3, matériaux alternatifs en infrastructures excédents & coproduits de carrières.
- [34] Manuel 4, matériaux alternatifs en infrastructures graves de déconstruction.
- [35] Le guide d'orientation « Acceptation des déblais et terres excavées » version 2 septembre 2018
- [36] Le guide régional d'utilisation en technique routière des graves recyclées issues de la déconstruction du pays de la Loire, décembre 2019
- [37] Le guides techniques régionaux relatifs à la valorisation des déchets et co-produits industriels, Nord et Pas de Calais [37] ;
- [38] Le guide technique pour l'utilisation des matériaux alternatifs de Franche-Comté en technique routière, décembre 2015.
- [39] Le projet de guide d'acceptabilité en projet d'aménagement, octobre 2019.
- [40] Note de synthèse CEREMA, 2018.
- [41] Guide technique Remblayage des tranchées et réfection des chaussées, décembre 1994.

Sites internet :

www.aida.ineris.fr

www.anses.fr

www.cerema.fr

www.consultations-publiques.developpement-durable.gouv.fr

www.ecologie.gouv.fr

www.idrrim.com

www.legifrance.gouv.fr

www.unpq.fr

www.unev.fr

www.materrio.fr

www.brgm.fr

Annexes

Annexe 1 : Matrice synthétisant les critères environnementaux des matériaux alternatifs pour les usages en technique routière

Usage en technique routière																									
Critères environnementaux																									
VALEURS LIMITES A RESPECTER POUR L'USAGE PREVU																									
Paramètres	Matériaux de déconstruction du BTP						MIDND		Laitiers sidérurgiques			Sables de fonderies			Cendres de centrales thermiques au charbon			Terres excavées non issues SSP			Terres excavées issues SSP		Sédiments		
	Béton	Agrégats d'enrobés - Usage de type 1	Agrégats d'enrobés - Usage de type 3	Mixte - Usage de type 1	Mixte - Usage de type 2	Mixte - Usage de type 3	Usages de types 1 (arrêté)	Usages de types 2 (arrêté)	Usages de types 1	Usages de types 2	Usages de types 3	Usages de types 1	Usages de types 2	Usages de types 3	Usages de types 1	Usages de types 2	Usages de types 3	Usages de types 1	Usages de types 2	Usages de types 3	Usages de types 1	Usages de types 2	Usages de types 1	Usages de types 2	Usages de types 3
Analyse en lixiviation (NF EN 12457-2 ou NF EN 12457-4) (mg/kg de matière sèche)																									
Arsenic (As)	0.6	/	/	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
Bore (B)	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	50	25	25	/	/	/	/	/	/
Baryum (Ba)	25	/	/	36	25	25	56	28	36	25	25	25	25	56	28	25	36	25	25	36	25	36	25	36	25
Cadmium (Cd)	0.05	/	/	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Chrome total (Cr Total)	0.6	/	/	4	2	0.6	2	1	4	2	0.6	0.8	0.6	0.6	4	2	0.6	4	2	0.6	4	2	4	2	0.6
Chrome hexavalent (Cr VI)	/	/	/	1.2*	0.6*	/	/	/	1.2*	0.6*	/	/	/	1.2	0.6	/	/	/	/	1.2	0.6	/	/	/	
Cuivre (Cu)	3	/	/	10	5	3	50	50	3	3	3	3	3	3	3	3	10	5	3	10	5	10	5	3	
Mercure (Hg)	0.01	/	/	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Molybdène (Mo)	0.6	/	/	5.6	2.8	0.6	5.6	2.8	5.6	2.8	0.6	0.6	0.6	0.6	4.8	2.4	0.6	5.6	2.8	0.6	5.6	2.8	5.6	2.8	0.6
Nickel (Ni)	0.5	/	/	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	4	2	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Plomb (Pb)	0.6	/	/	0.6	0.6	0.6	1.6	1	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
Antimoine (Sb)	0.08	/	/	0.6	0.3	0.08	0.7	0.6	0.08	0.08	0.08	0.7	0.4	0.08	0.4	0.2	0.08	0.6	0.3	0.08	0.6	0.3	0.6	0.3	0.08
Sélénium (Se)	0.1	/	/	0.5	0.4	0.1	0.1	0.1	0.5	0.4	0.1	0.1	0.1	0.1	0.5	0.3	0.1	0.5	0.4	0.1	0.5	0.4	0.5	0.4	0.1
Zinc (Zn)	5	/	/	5	5	5	50,0	50,0	5	5	5	20	10	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Fluorures (F-)	30**	/	/	60	30	30**	60,0	30	60	30	30**	60	30	30**	60	30	30**	60	30	13	60	30	60	30	13
Chlorures (Cl-)	5 000**	/	/	10 000	5 000	5 000**	10 000**	5 000**	10 000	5 000	5 000**	1 000	1 000	5 000**	10000	5000	5 000**	10000	5000	1000	10000	5000	10 000	5 000	1000
Sulfates (SO2-4)	5 000**	/	/	10 000	5 000	5 000**	10 000**	5 000**	10 000	5 000	5 000**	10 000	5000	5 000**	10000	5000	5 000**	10000	5000	1300	10000	5000	10 000	5 000	1 300
Indice Phénol	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	2	2	1	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
Fraction soluble (FS)	/	/	/	/	/	/	20 000**	10 000**	/	/	/	/	/	5000**	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
Analyse en contenu total exprimée en mg/kg de matière sèche																									
COT	/	/	/	30000/60000***	30000/60000***	30000/60000***	30000	30000	/	/	/	30000/60000***	30000/60000***	30000/60000***	60000	60000	60000	/	/	/	30 000/60000***	30 000/60000***	30000/60000***	30000/60000***	30000/60000***
BTEX	/	/	/	6	6	6	6	6	/	/	/	6	6	6	6	6	6	/	/	/	6	6	6	6	6
Benzène	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0,05	0,05	/	/	/
PCB (7 congénères)	/	/	/	1	1	1	1	1	/	/	/	1	1	1	1	1	1	/	/	/	1	1	1	1	1
HCT (C5-C10)	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	200	200	/	/	/
HCT (C10-C21)	/	300	300	300	300	300	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
HCT (C10-C40)	500	/	/	/	/	/	500	500	/	/	/	500	500	500	500	500	500	/	/	/	500	500	/	/	/
HAP (16 US EPA)	/	50/500****	50	50/500****	50	50	50	50	/	/	/	50	50	50	50	50	50	/	/	/	50	50	50	50	50
Dioxines et furannes (ng I-TEQOMS2005/ kg de matière sèche)	/	/	/	/	/	/	10	10	/	/	/	/	/	/	/	/	10	10	10	/	/	/	10	10	/
Naphtalène	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	5	5	/	/	/

Tétrachloroéthylène	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	1	1	/	/	/
Trichloroéthylène	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	1	1	/	/	/
Cis-Dichloroéthylène	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0,3	0,3	/	/	/
Chlorure de vinyle	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0,2	0,2	/	/	/
Tributylétain	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0,1	0,1	0,1

(*) 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.

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

(***) Une valeur limite de 60000 mg/kg de matière sèche peut être admise, à condition que la valeur limite de 500mg/kg de matière sèche soit respectée pour le carbone organique total sur éluât (analyse en lixiviation).

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

(*/) Nouveaux seuils validés par la DGPR en date du 19 novembre 2020

Usages routiers de type 1 « 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 %

Usages routiers de type 2 « 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 %

Usages routiers de type 3 « non revêtu et non recouvert »

Légende :



Guides en cours d'élaboration

Annexe 2 : Matrice synthétisant les critères géotechniques liés à l'utilisation des matériaux alternatifs pour les utilisations en technique routière

Usage en technique routière											
Critères géotechniques											
USAGES	Conformités Normatives	Matériaux de déconstruction du BTP			MIDND	Laitiers sidérurgiques	Sables de fonderies	Cendres de centrales thermiques au charbon	Terres excavées SSP et non SSP	Sédiments	Ballasts
		Bétons	Agrégats d'enrobé	Mixtes							
USAGES EN TRANCHEES	Chaussées et dépendances - Tranchées : ouverture, remblayage, réfection - Février 2005	NF P98-331	NF P98-331	NF P98-331	NF P 98-331		NF P98-331	NF P98-331	NF P98-331	NF P98-331	
	Classification des matériaux utilisables dans la construction des remblais et des couches de forme d'infrastructures routières - Septembre 1992	NF P11-300	NF P11-300	NF P11-300			NF P11-300	NF P11-300		NF P11-300	
	Guide technique « Terrassements routiers, réalisation de remblais et des couches de formes »	GTR	GTR	GTR	GTR		GTR	GTR		GTR	
	Guide technique « Remblayage et réfections des tranchées », Sétra/LCPC - Mai 1994 (mise à jour Janvier 1998)	Guide technique « Remblayage et réfections des tranchées », Sétra/LCPC - Mai 1994 (mise à jour Janvier 1998)	Guide technique « Remblayage et réfections des tranchées », Sétra/LCPC - Mai 1994 (mise à jour Janvier 1998)	Guide technique « Remblayage et réfections des tranchées », Sétra/LCPC - Mai 1994 (mise à jour Janvier 1998)			Guide technique « Remblayage et réfections des tranchées », Sétra/LCPC - Mai 1994 (mise à jour Janvier 1998)	Guide technique « Remblayage et réfections des tranchées », Sétra/LCPC - Mai 1994 (mise à jour Janvier 1998)	Guide technique « Remblayage et réfections des tranchées », Sétra/LCPC - Mai 1994 (mise à jour Janvier 1998)	Guide technique « Remblayage et réfections des tranchées », Sétra/LCPC - Mai 1994 (mise à jour Janvier 1998)	Guide technique « Remblayage et réfections des tranchées », Sétra/LCPC - Mai 1994 (mise à jour Janvier 1998)
	Note d'information sur le remblayage des tranchées et réfection des chaussées - Complément au guide technique Céréma/LCPC de Mai 1994, Sétra - Juin 2007	Note d'information sur le remblayage des tranchées et réfection des chaussées - Complément au guide technique Sétra/LCPC de Mai 1994, Sétra - Juin 2007	Note d'information sur le remblayage des tranchées et réfection des chaussées - Complément au guide technique Sétra/LCPC de Mai 1994, Sétra - Juin 2007	Note d'information sur le remblayage des tranchées et réfection des chaussées - Complément au guide technique Sétra/LCPC de Mai 1994, Sétra - Juin 2007			Note d'information sur le remblayage des tranchées et réfection des chaussées - Complément au guide technique Sétra/LCPC de Mai 1994, Sétra - Juin 2007	Note d'information sur le remblayage des tranchées et réfection des chaussées - Complément au guide technique Sétra/LCPC de Mai 1994, Sétra - Juin 2007	Note d'information sur le remblayage des tranchées et réfection des chaussées - Complément au guide technique Sétra/LCPC de Mai 1994, Sétra - Juin 2007	Note d'information sur le remblayage des tranchées et réfection des chaussées - Complément au guide technique Sétra/LCPC de Mai 1994, Sétra - Juin 2007	Note d'information sur le remblayage des tranchées et réfection des chaussées - Complément au guide technique Sétra/LCPC de Mai 1994, Sétra - Juin 2007
	Guide technique « Études et réalisations de tranchées », Céréma - Novembre 2000	Guide technique « Études et réalisations de tranchées », Sétra - Novembre 2000	Guide technique « Études et réalisations de tranchées », Sétra - Novembre 2000	Guide technique « Études et réalisations de tranchées », Sétra - Novembre 2000			Guide technique « Études et réalisations de tranchées », Sétra - Novembre 2000	Guide technique « Études et réalisations de tranchées », Sétra - Novembre 2000	Guide technique « Études et réalisations de tranchées », Sétra - Novembre 2000	Guide technique « Études et réalisations de tranchées », Sétra - Novembre 2000	Guide technique « Études et réalisations de tranchées », Sétra - Novembre 2000
USAGES EN PST/REMBLAI ET COUCHES DE FORME	Classification des matériaux utilisables dans la construction des remblais et des couches de forme d'infrastructures routières - Septembre 1992	NF P11-300	NF P11-300	NF P11-300	NF P11-300		NF P11-300	NF P11-300	NF P11-300	NF P11-300	
	Exécution des travaux géotechniques spéciaux - Remblais renforcés - Janvier 2007	NF EN 14475	NF EN 14475	NF EN 14475		NF EN 14475	NF EN 14475	NF EN 14475		NF EN 14475	
	Guide technique « Terrassements routiers, réalisation de remblais et des couches de formes »	GTR	GTR	GTR	GTR	GTR	GTR	GTR		GTR	
	Guide technique « Traitement des sols à la chaux et/ou aux liants hydrauliques - Application à la réalisation des remblais et des couches de forme »	GTS	GTS	GTS		GTS	GTS	GTS		GTS	
	Guide technique « Conception et réalisation des terrassements - Fascicule 1 : études et exécution des travaux », Sétra - mars 2007	Guide technique « Conception et réalisation des terrassements - Fascicule 1 : études et exécution des travaux », Sétra - mars 2007		Guide technique « Conception et réalisation des terrassements - Fascicule 1 : études et exécution des travaux », Sétra - mars 2007		Guide technique « Conception et réalisation des terrassements - Fascicule 1 : études et exécution des travaux », Sétra - mars 2007	Guide technique « Conception et réalisation des terrassements - Fascicule 1 : études et exécution des travaux », Sétra - mars 2007	Guide technique « Conception et réalisation des terrassements - Fascicule 1 : études et exécution des travaux », Sétra - mars 2007		Guide technique « Conception et réalisation des terrassements - Fascicule 1 : études et exécution des travaux », Sétra - mars 2007	
	Note d'information n° 22 « Classification et aide au choix des matériaux granulaires recyclés pour leurs usages routiers hors agrégats d'enrobés », Idtrim - Février 2011	Note d'information n° 22 « Classification et aide au choix des matériaux granulaires recyclés pour leurs usages routiers hors agrégats d'enrobés », Idtrim - Février 2011		Note d'information n° 22 « Classification et aide au choix des matériaux granulaires recyclés pour leurs usages routiers hors agrégats d'enrobés », Idtrim - Février 2011							
	Sols : reconnaissance et essais - Sol traité au liant hydraulique, éventuellement associé à la chaux, pour utilisation en couche de forme										NF P 94-102-1
	Guide technique « Drainage routier », Sétra - mars 2006	Guide technique « Drainage routier », Sétra - mars 2006		Guide technique « Drainage routier », Sétra - mars 2006		Guide technique « Drainage routier », Sétra - mars 2006	Guide technique « Drainage routier », Sétra - mars 2006	Guide technique « Drainage routier », Sétra - mars 2006			
	Granulats pour ballasts de voies ferrées										NF EN 13450

USAGES EN COUCHES D'ASSISE	Granulats - Eléments de définition, conformité et codification - Septembre 2011	NF P18-545	NF P18-545	NF P18-545	NF P18-545	NF P18-545	NF P18-545		NF P18-545	
	Granulats légers - Partie 1 : granulats légers pour bétons et mortiers					NF EN 13055	NF EN 13055	NF EN 13055	NF EN 13055	
	Granulats pour mélanges hydrocarbonés et pour enduits superficiels	NF EN 13043		NF EN 13043		NF EN 13043				
	Graves non traitées - Spécifications - Décembre 2010	NF EN 13285	NF EN 13285	NF EN 13285	NF EN 13285	NF EN 13285	NF EN 13285			
	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	NF EN 13242+A1	NF EN 13242+A1	NF EN 13242+A1		NF EN 13242+A1	NF EN 13242+A1	NF EN 13242+A1		
	Mélanges traités aux liants hydrauliques - Spécifications - Partie 1 : Mélanges granulaires traités au ciment - Août 2013	NF EN 14227-1	NF EN 14227-1	NF EN 14227-1	NF EN 14227-1		NF EN 14227-1	NF EN 14227-1		NF EN 14227-1
	Mélanges traités aux liants hydrauliques - Spécifications - Partie 5 : Mélanges granulaires traités aux liants hydrauliques routiers - Août 2013	NF EN 14227-5	NF EN 14227-5	NF EN 14227-5		NF EN 14227-5	NF EN 14227-5			NF EN 14227-5
	Mélanges traités aux liants hydrauliques - Spécifications - Partie 3 : mélanges traités à la cendre volante							NF EN 14227-3	NF EN 14227-3	NF EN 14227-3
	Mélanges traités aux liants hydrauliques - Spécifications - Partie 4 : cendre volante pour mélanges traités aux liants hydrauliques							NF EN 14227-4	NF EN 14227-4	
	Guide technique « Utilisation des normes enrobés à chaud », Sétra – janvier 2008	Guide technique « Utilisation des normes enrobés à chaud », Sétra – janvier 2008	Guide technique « Utilisation des normes enrobés à chaud », Sétra – janvier 2008	Guide technique « Utilisation des normes enrobés à chaud », Sétra – janvier 2008			Guide technique « Utilisation des normes enrobés à chaud », Sétra – janvier 2008	Guide technique « Utilisation des normes enrobés à chaud », Sétra – janvier 2008	Guide technique « Utilisation des normes enrobés à chaud », Sétra – janvier 2008	Guide technique « Utilisation des normes enrobés à chaud », Sétra – janvier 2008
Note d'information n° 22 « Classification et aide au choix des matériaux granulaires recyclés pour leurs usages routiers hors agrégats d'enrobés », Idtrim – février 2012	Note d'information n° 22 « Classification et aide au choix des matériaux granulaires recyclés pour leurs usages routiers hors agrégats d'enrobés », Idtrim – février 2012		Note d'information n° 22 « Classification et aide au choix des matériaux granulaires recyclés pour leurs usages routiers hors agrégats d'enrobés », Idtrim – février 2012							
Note d'information n° 24 « Aide au choix des granulats pour chaussées basée sur les normes européennes », Idtrim – avril 2013	Note d'information n° 24 « Aide au choix des granulats pour chaussées basée sur les normes européennes », Idtrim – avril 2013	Note d'information n° 24 « Aide au choix des granulats pour chaussées basée sur les normes européennes », Idtrim – avril 2013	Note d'information n° 24 « Aide au choix des granulats pour chaussées basée sur les normes européennes », Idtrim – avril 2013			Note d'information n° 24 « Aide au choix des granulats pour chaussées basée sur les normes européennes », Idtrim – avril 2013	Note d'information n° 24 « Aide au choix des granulats pour chaussées basée sur les normes européennes », Idtrim – avril 2013	Note d'information n° 24 « Aide au choix des granulats pour chaussées basée sur les normes européennes », Idtrim – avril 2013	Note d'information n° 24 « Aide au choix des granulats pour chaussées basée sur les normes européennes », Idtrim – avril 2013	
USAGES EN COUCHES DE SURFACE	Granulats - Eléments de définition, conformité et codification - Septembre 2011	NF P18-545	NF P18-545	NF P18-545		NF P18-545	NF P18-545		NF P18-545	
	Granulats pour mélanges hydrocarbonés et pour enduits superficiels utilisés dans la construction des chaussées, aéroports et d'autres zones de circulation - Août 2003	NF EN 13043	NF EN 13043	NF EN 13043		NF EN 13043	NF EN 13043		NF EN 13043	
	Mélanges bitumineux - Spécifications des matériaux - Partie 1 : Enrobés bitumineux - Février 2007	NF EN 13108-1	NF EN 13108-1	NF EN 13108-1		NF EN 13108-1				
	Mélanges bitumineux - Spécifications des matériaux - Partie 8 : Agrégats d'enrobés - Mars 2006	NF EN 13108-8	NF EN 13108-8	NF EN 13108-8		NF EN 13108-8				
	Mélanges bitumineux - Spécifications des matériaux - Partie 20 : Epreuve de formulation - Juin 2006	NF EN 13108-20	NF EN 13108-20	NF EN 13108-20		NF EN 13108-20				
	Guide technique « Utilisation des normes enrobés à chaud », Sétra – janvier 2008	Guide technique « Utilisation des normes enrobés à chaud », Sétra – janvier 2008	Guide technique « Utilisation des normes enrobés à chaud », Sétra – janvier 2008	Guide technique « Utilisation des normes enrobés à chaud », Sétra – janvier 2008			Guide technique « Utilisation des normes enrobés à chaud », Sétra – janvier 2008	Guide technique « Utilisation des normes enrobés à chaud », Sétra – janvier 2008	Guide technique « Utilisation des normes enrobés à chaud », Sétra – janvier 2008	Guide technique « Utilisation des normes enrobés à chaud », Sétra – janvier 2008
	Note d'information n° 24 « Aide au choix des granulats pour chaussées basée sur les normes européennes », Idtrim – avril 2013	Note d'information n° 24 « Aide au choix des granulats pour chaussées basée sur les normes européennes », Idtrim – avril 2013	Note d'information n° 24 « Aide au choix des granulats pour chaussées basée sur les normes européennes », Idtrim – avril 2013	Note d'information n° 24 « Aide au choix des granulats pour chaussées basée sur les normes européennes », Idtrim – avril 2013			Note d'information n° 24 « Aide au choix des granulats pour chaussées basée sur les normes européennes », Idtrim – avril 2013	Note d'information n° 24 « Aide au choix des granulats pour chaussées basée sur les normes européennes », Idtrim – avril 2013	Note d'information n° 24 « Aide au choix des granulats pour chaussées basée sur les normes européennes », Idtrim – avril 2013	Note d'information n° 24 « Aide au choix des granulats pour chaussées basée sur les normes européennes », Idtrim – avril 2013
	Graves non traitées – Spécifications				NF EN 13285					
	Granulats pour graves traitées aux liants hydrauliques et graves non traitées				NF EN 13242					
	Mélanges traités aux liants hydrauliques - Spécifications - Partie 5 : mélanges granulaires traités aux liants hydrauliques routiers									
Granulats - Eléments de définition, conformité et	NF P18-545	NF P18-545	NF P18-545		NF P18-545	NF P18-545	NF P18-545	NF P18-545	NF P18-545	

	codification - Septembre 2011									
	Granulats pour béton - Juin 2008	NF EN 12620+A1	NF EN 12620+A1	NF EN 12620+A1		NF EN 12620+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	NF EN 13242+A1	NF EN 13242+A1	NF EN 13242+A1		NF EN 13242+A1				
	Cendres volantes pour béton Partie 2 : Evaluation de la conformité							NF EN 450		
	Chaussées en béton - Partie 1 : matériaux								NF EN 13877-1	
USAGES POUR BETON ROUTIER	Note d'information n° 24 « Aide au choix des granulats pour chaussées basée sur les normes européennes », Idrrim – avril 2013	Note d'information n° 24 « Aide au choix des granulats pour chaussées basée sur les normes européennes », Idrrim – avril 2013				Note d'information n° 24 « Aide au choix des granulats pour chaussées basée sur les normes européennes », Idrrim – avril 2014	Note d'information n° 24 « Aide au choix des granulats pour chaussées basée sur les normes européennes », Idrrim – avril 2014	Note d'information n° 24 « Aide au choix des granulats pour chaussées basée sur les normes européennes », Idrrim – avril 2014	Note d'information n° 24 « Aide au choix des granulats pour chaussées basée sur les normes européennes », Idrrim – avril 2014	Note d'information n° 24 « Aide au choix des granulats pour chaussées basée sur les normes européennes », Idrrim – avril 2014
	Chaussées en béton - Partie 1 : Matériaux - Octobre 2013	NF EN 13877-1				NF EN 13877-1	NF EN 13877-1	NF EN 13877-1		NF EN 13877-1
	Laitier granulé de haut-fourneau moulu pour utilisation dans le béton, mortier et coulis - Partie 1 : définitions, exigences et critères de conformité					NF EN 15 167				
	Assises de chaussées et plates-formes - Bétons compactés routiers et graves traitées aux liants hydrauliques à hautes performances - Définition, composition et classification	NF P98-128		NF P98-128		NF P98-128				NF P98-128
	Guide technique « Recommandations pour les aménagements cyclables », Certu – Septembre 2008									Guide technique « Recommandations pour les aménagements cyclables », Certu – Septembre 2008
USAGES EN CHAUSSEES URBAINES	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	NF P98-335				NF P98-335				
	Note d'information n° 24 « Aide au choix des granulats pour chaussées basée sur les normes européennes », Idrrim – avril 2013							Note d'information n° 24 « Aide au choix des granulats pour chaussées basée sur les normes européennes », Idrrim – avril 2013	Note d'information n° 24 « Aide au choix des granulats pour chaussées basée sur les normes européennes », Idrrim – avril 2013	Note d'information n° 24 « Aide au choix des granulats pour chaussées basée sur les normes européennes », Idrrim – avril 2013
USAGES EN PISTE CYCLABLE	Guide technique « Recommandations pour les aménagements cyclables », Certu - Septembre 2008	Guide technique « Recommandations pour les aménagements cyclables », Certu - Septembre 2008				Guide technique « Recommandations pour les aménagements cyclables », Certu - Septembre 2008				

Légende :



Non applicable

Annexe 3 : Matrice synthétisant les critères environnementaux liés à la valorisation des terres excavées en projet d'aménagement

USAGE DES TERRES EXCAVEES EN PROJET D'AMENAGEMENT			
Famille	Substances	TERRES ISSUES DES SITES ET SOLS POLLUEES	TERRES NON ISSUES DES SITES ET SOLS POLLUEES
		Valeurs seuils de niveau 1 (mg/kg MS, analyse en contenu total)	
Eléments traces métalliques	As	25	25
	Ba*	150	/
	Cd	0,4	0,4
	Co*	20	/
	Cr	90	90
	Cu	40	40
	Hg	0,1	0,1
	Mo*	1,5	/
	Ni	60	60
	Pb	50	50
	Sb*	1	/
	Se*	1	/
	Zn	150	150
Composés organiques persistants	PCB (somme des 7 congénères)	0,1	/
	Dioxines/furannes*	2 ng/kg MS (exprimé en TEQ OMS 1998 (nd=LQ) et hors contribution PCB-dl)	2 ng/kg MS (exprimé en TEQ OMS 1998 (nd=LQ) et hors contribution PCB-dl)

	Somme des 16 HAP	10	10
HC	Hydrocarbures C5-C10	40	/
	Hydrocarbures C10-C40	50	/
BTEX	Benzène	0,05	/
	Somme des TEX (Toluène, Ethylbenzène, Xylènes)	1,5	/
COHV	Tétrachloroéthylène	0,2	/
	Trichloroéthylène	0,1	/
	Cis-Dichloroéthylène	0,1	/
	Chlorure de vinyle	0,1	/
HAP	Naphtalène	0,1	/
* Les substances comportant un astérisque ne sont pas vérifiées systématiquement mais éventuellement recherchées en fonction des résultats de l'étude historique et documentaire.			
1 En cas de présence de Cr (VI) ou de mercure organique, il sera nécessaire d'adopter une démarche de niveau 3 et de ne pas prendre en compte les valeurs proposées dans ce tableau.			
2 Le naphtalène fait également l'objet d'une valeur seuil spécifique présentée dans le tableau 2.			

Annexe 4 : Valeurs limites en émission dans l'eau à ne pas dépasser par un matériau pour être candidat à une utilisation en projets d'aménagement

Paramètres	Quantité relarguée à L/S = 10 l/kg exprimée en mg/kg de matière sèche	
	Essai de percolation NF EN 14405	Essai de lixiviation NF EN 12457-2 ou 4
	Usages de types 1, 2 et 3	Usages de type 4
As	0,5	0,5
Ba	36	20
Cd	0,26	0,04
Cr tot	2,6	0,5
Cu	50	2
Hg	0,05	0,01
Mo	3,6	0,5
Ni	1,0	0,4
Pb	0,5	0,5
Sb	0,3	0,06
Se	0,5	0,1
Zn	50	4
Fluorures	40	10
Chlorures	6 500	800
Sulfates	6 500	1 000

Annexe 5 : Valeurs limites en contenu total à ne pas dépasser par un matériau pour être candidat aux différentes typologies d'usage en projets d'aménagement

Paramètres		Concentration analysée en contenu total			
		Usages de type 1	Usages de type 2	Usages de type 3	Usages de type 4
		En mg/kg de matière sèche			
COT		30 000 *	30 000 *	30 000 *	30 000 *
BTEX	Benzène	0,05	0,05	0,05	0,05
	Somme des TEX (Toluène, Ethylbenzène, Xylènes)	0,1	0,5	5,5	5,5
PCB	Somme des 7 congénères	1	1	1	1
HCT	C5-C10	40	40	200	200
	C10-C16	50	50	-	-
	C10-C40	500	500	500	500
HAP	Somme des 16 HAP (US-EPA)	50 **	50 ***	50	50
	Naphtalène	0,1	0,3	5	5
PCDD/PCDF	Dioxines/furannes ****	10 ng I-TEQ _{OMS,2005} /kg MS	10 ng I-TEQ _{OMS,2005} /kg MS	10 ng I-TEQ _{OMS,2005} /kg MS	2 ng I-TEQ _{OMS,2005} /kg MS

Annexe 6 : Matrice synthétisant les critères environnementaux liés à l'utilisation des matériaux alternatifs pour les utilisations en produit de construction de bâtiment

Acceptabilité environnementale des matériaux alternatifs en usage produit de construction	
Paramètres	Usage en produit de construction
	Valeurs limites en percolation permettant de justifier l'acceptabilité environnementale d'un matériau alternatif en usage produit de construction (PC ENV) - NF EN 14405 (en mg/kg)
As	1
Ba	71,4
Cd	0,52
Cr tot	5,2
Cr VI	0,6
Cu	50
Hg	0,01
Mn	5,1
Mo	7,14
Ni	2
Pb	1
Sb	0,51
Se	0,5
Zn	50
Chlorures	12 750
Fluorures	76
Sulfates	12 750

Annexe 7 : Matrice synthétisant les critères sanitaires liés à l'utilisation des matériaux alternatifs pour les utilisations en produit de construction de bâtiment

Acceptabilité sanitaire des matériaux alternatifs en usage produit de construction			
Paramètres		Usage en produit de construction	
		Valeurs limites liées au risque d'ingestion (PC SANIT Ingest), (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ d'air).	Valeurs limites liées au risque d'inhalation (PC SANIT inhal vapeur), (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ d'air)
Métaux et métalloïdes	As	43	/
	Cd	213	/
	Cr VI	136	/
	Hg inorganique	390	/
	Pb	373	/
	Sb	237	/
BTEX	Benzène	/	1
	Toluène	/	2 900
	Ethylbenzène	/	850
	Xylène	/	500
	Somme des TEX (Toluène, Ethylbenzène, Xylènes)	/	/

HAP	benzo[a]pyrène	66	/
	dibenzo [a, h] anthracène	66	/
	Naphtalène	/	10
	Somme des 16 HAP	/	/
Alcane	Hexane	/	4 300
	Phénol	/	70
HC	Aliphatique C6-C8	/	14 000
	Aliphatique C9-16	/	6 000
	Hydrocarbures C5-C10	/	/
	Hydrocarbures C10-C40	/	/
PCB	PCB-NDL sur la base somme des 7 congénères (28, 52, 101, 138, 153 et 180)	5	/
Composés organiques persistants	Dioxines/furannes	/	/
COHV	Tétrachloroéthylène	/	/
	Trichloroéthylène	/	/
	Cis-Dichloroéthylène	/	/
	Chlorure de vinyle	/	/