

Guide méthodologique

Acceptabilité de matériaux alternatifs en infrastructures linéaires de transport routier

Evaluation environnementale et sanitaire

Vignette 1

Vignette 2

Vignette 3

Photo de fond

Page laissée blanche intentionnellement

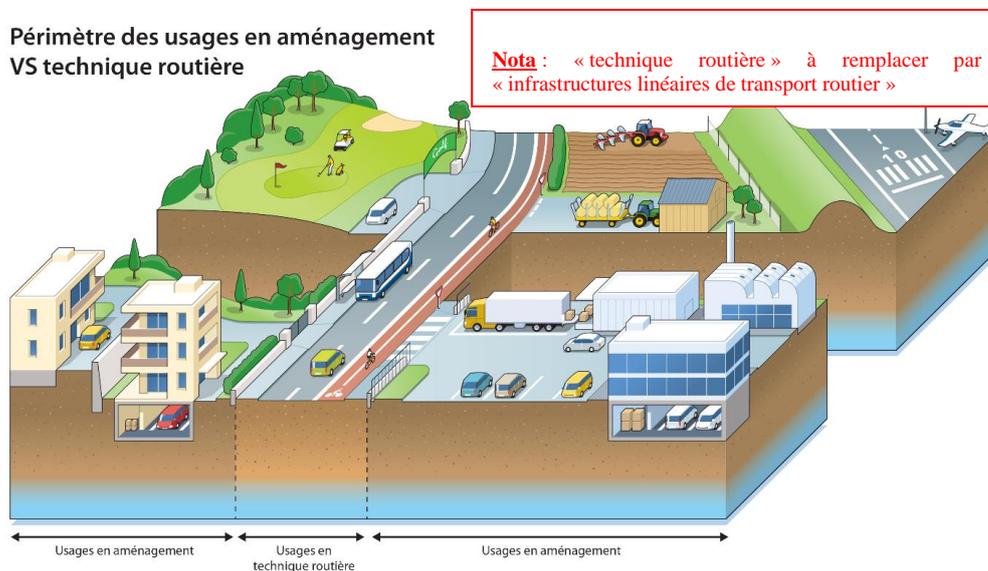


Acceptabilité de matériaux
alternatifs en infrastructures
linéaires de transport routier
Evaluation environnementale et sanitaire

Différents guides définissent des méthodologies permettant de justifier l'absence d'impact sur l'environnement et la santé humaine lié à la valorisation des matériaux alternatifs. Ces guides présentent des méthodologies adaptées aux gisements visés ou aux usages recherchés. Afin d'explicitier quel guide appliquer selon le gisement et les usages visés, la DGPR a mis en place un document aiguilleur, accessible sur le site du ministère [\[lien hypertexte à venir\]](#).

L'objet du présent guide méthodologique est de fournir une démarche d'évaluation de l'acceptabilité environnementale et sanitaire de matériaux alternatifs élaborés à partir de déchets et destinés à être utilisés à des fins de construction, de réhabilitation ou d'entretien d'infrastructures linéaires de transport routier, y compris les ouvrages situés au sein de leurs emprises et dont la construction a été rendue nécessaire par leur existence (protection acoustique, visuelle, etc.).

Bien que pouvant être le siège d'une circulation routière, les plateformes agricoles ou industrielles (plateformes logistiques ou de stockage), les aires de stockage ou de stationnement des entreprises du secteur tertiaire et des équipements publics (salles de spectacle, équipements sportifs, etc.), les pistes et aires de stationnement d'aéronefs, ainsi que tous les ouvrages routiers et remblais techniques situés dans l'emprise foncière des opérations d'aménagement et de construction de bâtiments ne sont pas concernés par le présent guide car relevant des usages en aménagement.



Concernant la valorisation de matériaux alternatifs en aménagement, il convient donc de se référer aux guides suivants, en fonction de la nature des matériaux alternatifs concernés :

- Au guide méthodologique relatif à l'acceptabilité environnementale et sanitaire de matériaux alternatifs en aménagement et à ses guides d'application, produits et édités par le Cerema, pour l'ensemble des matériaux alternatifs élaborés à partir de déchets à l'exception de ceux élaborés uniquement à partir de terres ou sédiments ;
 - Aux guides de valorisation hors site des terres excavées dans des projets d'aménagement, produits par le BRGM et édités par la DGPR, pour les terres ;
- Au [\[futur\]](#) guide de valorisation des sédiments en projets d'aménagement, produit par le BRGM et édité par la DGPR, pour les sédiments.

La démarche d'évaluation environnementale proposée par le présent guide a pour objectif de prévenir les risques de contamination de la ressource en eau et de s'assurer que l'opération de valorisation ne conduit pas à substituer à des matériaux primaires minéraux non pollués des matériaux alternatifs contenant des polluants organiques dans des proportions trop importantes.

- Pour les paramètres inorganiques, la démarche d'évaluation environnementale s'appuie sur la norme NF EN 12920+A1 qui définit la méthodologie de détermination du relargage des constituants d'un matériau vers l'eau, dans des conditions spécifiées d'utilisation ou de stockage. Elle repose sur les résultats de modélisations numériques hydrodynamiques menées dans la continuité des travaux européens du GM-TAC relatif à la définition des critères d'admission en installation de stockage de déchets inertes ;
- Pour les composés organiques, des valeurs limites en contenu total ont été fixées, en cohérence également avec la réglementation relative aux installations de stockage de déchets inertes, en laissant la possibilité de les adapter en fonction de la nature des déchets à l'origine des matériaux alternatifs.

Concernant les aspects sanitaires, le présent guide méthodologique renvoie vers les guides de valorisation en aménagement cités ci-avant pour tout usage de matériaux alternatifs au droit de zones bâties situées dans l'emprise d'une infrastructure linéaire de transport routier dès lors que ces zones constituent des lieux de travail ou de repos de personnels affectés directement ou indirectement à l'exploitation de l'infrastructure (aire de service accueillant une station-service et/ou un espace de vente par exemple). Pour les autres usages, dès lors qu'ils sont non-revêtus et non-recouverts, les valeurs-limites en lixiviation relatives aux éléments traces métalliques ont été abaissées au niveau du référentiel ISDI, en intégrant une tolérance de dépassement, et des valeurs limites en contenu total sont fixées pour certains composés organiques afin de prévenir les risques sanitaires liés à l'ingestion et à l'inhalation de particules.

Enfin, compte tenu de la nature des ouvrages concernés par le présent guide méthodologique dont la déconstruction est nécessaire en cas de changement d'usage et pour lesquels le Dossier des Ouvrages Exécutés (DOE) constitue un outil de conservation de la mémoire des chantiers, aucun critère concernant l'impact sur les sols n'a été retenu.

§§§§§§

Le présent guide méthodologique a vocation à être décliné aux principaux gisements de matériaux alternatifs sous forme de guides d'application. Lorsqu'un guide d'application existe, ses dispositions priment sur celles du présent guide méthodologique.

Les guides d'application et, à défaut, le guide méthodologique constituent un référentiel utile pour toute valorisation sous statut de déchet mais également dans le cadre de toute sortie du statut de déchet explicite, pour les gisements et usages couverts par un arrêté ministériel pris en application de l'article L.541-4-3 du code de l'environnement.

Le présent guide méthodologique révisé le guide « Acceptabilité de matériaux alternatifs en technique routière – Evaluation environnementale » (Sétra, mars 2011).

Le travail de révision rédactionnelle a été conduit sous maîtrise d’ouvrage de la DGPR par :

- Patrick VAILLANT, Cerema
- Alexandre PAVOINE, Cerema
- Henri ESCURE, DGPR
- Fanny PELLISSIER, DGPR

Il a été partagé avec les organisations suivantes :

- ADEME, Karine FILMON
- BRGM, Sophie FAVEREAUX et Samuel COUSSY
- INERIS, Corinne HULOT et Aurélien USTACHE
- AFOCO, Loïc DANEST, Samyr EL BEDOUI et Thomas MUCKENSTURM
- AMORCE, Lena SAMBE
- ANGM, Patrick SZYMKOVIK et Bertrand SZYMKOVIK
- CTIF, Jean-Bernard VIROLLE
- CTPL, Jérémie DOMAS et Shahinaz SAYAGH
- EDF, Emmanuel BRANCHE et Hervé ROMANO
- FNTF, Céline BLANC et Marie TOBIAS
- ROUTES DE FRANCE, Christine LEROY, Sophie DECREUSE et Julien WALIGORA
- SEDDRé, Nathanaël CORNET-PHILIPPE
- SNCF, Aurélie MARTIN et Martin GABORIAU
- SVDU, Guillaume DA COSTA et Pascal LANET
- UFCC, Annie PERRIER-ROSSET
- UNEV, Réda SEMLALI et Albert ZAMUNER
- UMTM, Simon BONNE, Daphnée GLASER et Lilian RAHYR
- UNPG, Raphaël BODET, Frédéric THOUE et Olivier WATERBLEZ
- VNF, Marion DELPLANQUE et Thomas BOISSIEUX

Sommaire

CHAPITRE 1 : OBJET, DEFINITIONS ET CHAMP D'APPLICATION	9
1 - OBJET	10
1.1 - <i>Objet du guide méthodologique</i>	10
2 - DEFINITIONS	10
2.1 - <i>Matériau alternatif</i>	10
2.2 - <i>Matériau routier</i>	10
2.3 - <i>Usage routier</i>	10
2.4 - <i>Elaboration</i>	10
2.5 - <i>Formulation</i>	11
3 - CHAMP D'APPLICATION	11
3.1 - <i>Nature des déchets</i>	11
3.2 - <i>Nature des matériaux alternatifs</i>	11
3.3 - <i>Nature des phases d'élaboration et de formulation</i>	11
3.4 - <i>Nature des usages</i>	12
CHAPITRE 2 : DEMARCHE D'EVALUATION ENVIRONNEMENTALE ET SANITAIRE	16
1 - INTRODUCTION	17
2 - PRESENTATION DE LA DEMARCHE D'EVALUATION	18
2.1 - <i>Etape 1 : Description du déchet et de son gisement</i>	18
2.2 - <i>Etape 2 : Description du matériau alternatif, du matériau routier et de l'usage routier envisagé</i>	19
2.3 - <i>Etape 3 : Caractérisation environnementale et sanitaire du matériau alternatif et du matériau routier</i>	20
3 - OBJET ET CONTENU DES GUIDES D'APPLICATION	25
3.1 - <i>Objet</i>	25
3.2 - <i>Contenu</i>	25
ANNEXES	27
1 - NORMES D'ANALYSES	28
2 - PRINCIPES DE LA MODELISATION ENVIRONNEMENTALE	30
BIBLIOGRAPHIE	32

Avant-propos [A actualiser]

Représentant environ 40% de la production totale de déchets en France, le secteur du bâtiment et des travaux publics, et celui de l'industrie, génèrent chaque année environ 350 millions de tonnes de déchets minéraux.

Aujourd'hui, dans une logique de développement durable, la valorisation des déchets, dans des conditions environnementales maîtrisées, devient incontournable afin de réduire les incidences globales liées à l'utilisation des ressources naturelles. A ce titre, la construction routière constitue une filière adaptée pour la valorisation de la plupart des déchets minéraux, qu'ils soient d'origine naturelle ou artificielle.

Toutefois, le recours à des matériaux alternatifs en technique routière ne pouvant se limiter à la seule vérification de leurs caractéristiques mécaniques et géotechniques, le ministère en charge du développement durable, avec l'appui des organismes publics de son réseau scientifique et technique ou placés sous sa tutelle, a développé une méthodologie permettant d'évaluer les caractéristiques environnementales de ces matériaux.

Ainsi, le présent guide méthodologique vise à fournir une démarche d'évaluation de l'acceptabilité environnementale de matériaux alternatifs élaborés à partir de déchets et destinés à être utilisés en technique routière. Il s'applique aux matériaux alternatifs dont la fonction utile pour des usages routiers a été préalablement justifiée afin de ne pas faire de la route un substitut de la mise en décharge.

Ce guide méthodologique s'adresse principalement aux professionnels des travaux publics et aux industriels qui souhaitent étudier les possibilités de valorisation, en technique routière, des déchets qu'ils détiennent ou qu'ils produisent.

Pour les gisements de matériaux alternatifs dont le retour d'expérience est probant, ce guide méthodologique est décliné en guides d'application, plus directement opérationnels, qui s'adressent principalement aux maîtres d'ouvrage et aux maîtres d'œuvre et ont vocation à leur fournir une référence solide sur laquelle ils peuvent s'appuyer pour l'élaboration de leurs projets ou l'analyse de variantes proposées dans le cadre d'appels d'offres.

Ainsi, pour les matériaux alternatifs disposant d'un guide d'application, il n'est pas utile de se référer à la démarche d'évaluation du présent guide méthodologique. Il convient de suivre directement les prescriptions du guide d'application correspondant¹.

Ce guide méthodologique ainsi que les guides d'application associés s'inscrivent résolument dans une démarche de promotion de l'utilisation de matériaux alternatifs en technique routière, dans des conditions environnementales maîtrisées.

Le directeur général des infrastructures,
des transports et de la mer,

Daniel Bursaux

Le directeur général
de la prévention des risques,

Laurent Michel

¹ Cette remarque vaut également, à titre transitoire, pour les matériaux alternatifs élaborés à partir de laitiers sidérurgiques ou de matériaux de déconstruction routière pour lesquels des guides d'application, élaborés par les fédérations professionnelles concernées, sont attendus d'ici fin 2011.

Chapitre 1 : Objet, définitions et champ d'application

1 - Objet

1.1 - Objet du guide méthodologique

L'objet du présent guide méthodologique est de fournir une démarche d'évaluation de l'acceptabilité environnementale et sanitaire de matériaux alternatifs élaborés à partir de déchets et destinés à être utilisés en infrastructures linéaires de transport routier pour les usages définis au paragraphe 3.4 du présent chapitre.

Il s'adresse principalement aux professionnels des travaux publics et aux industriels et a vocation à être utilisé :

- soit par une fédération professionnelle lorsqu'elle souhaite étudier les possibilités de valorisation en infrastructures linéaires de transport routier d'un gisement de déchets donné. Les conclusions de cette étude donnent alors lieu à l'élaboration d'un guide d'application plus directement opérationnel (cf. § 3 du chapitre 2) auquel peuvent se référer les maîtres d'ouvrage et maîtres d'œuvre pour l'élaboration de leurs projets et l'agrément des matériaux ;
- soit par un exploitant d'une installation classée pour la protection de l'environnement lorsqu'il souhaite directement étudier les possibilités de valorisation en infrastructures linéaires de transport routier des déchets qu'il détient ou qu'il produit, notamment lorsqu'aucun guide d'application ne permet de couvrir son gisement.

2 - Définitions

Dans le présent guide, la terminologie suivante est utilisée :

2.1 - Matériau alternatif

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 routier.

Un matériau alternatif est donc un constituant, éventuellement unique, d'un matériau routier.

2.2 - Matériau routier

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 d'élaboration pour être mis en œuvre en l'état sur les chantiers routiers.

2.3 - Usage routier

Usage pour lequel des matériaux sont utilisés à des fins de construction, de réhabilitation ou d'entretien d'infrastructures linéaires de transport routier, y compris les ouvrages situés dans leurs emprises et dont la construction a été rendue nécessaire par leur existence (protection phonique, visuelle, etc.).

2.4 - Elaboration

Opération reposant uniquement sur une combinaison de traitements physiques (déshydratation, concassage, criblage, scalpage, lavage, et tri) qualifiés de « préparation » et/ou de traitements physico-chimiques qualifiés de « maturation² », visant à produire un matériau alternatif à partir d'un déchet.

2.5 - Formulation

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

3 - Champ d'application

3.1 - Nature des déchets

Les matériaux alternatifs élaborés à partir de déchets, et utilisés en infrastructures linéaires de transport routier, se doivent de pouvoir être mis en œuvre dans les mêmes conditions et avec les mêmes matériels que les matériaux usuels qu'ils remplacent, le plus souvent dans des environnements divers. Par ailleurs, les chantiers n'étant pas des installations classées pour la protection de l'environnement et la réalisation d'ouvrages relevant rarement de la loi sur l'eau, un tel emploi ne sera pas spécifiquement contrôlé par les services de l'Etat.

Pour ces raisons, les matériaux alternatifs susceptibles d'être utilisés en infrastructures linéaires de transport routier ne doivent pas avoir été élaborés à partir de déchets dangereux³ ou contenant une substance radioactive⁴.

Note : Dans le cadre de l'application de la démarche d'évaluation exposée au chapitre 2, la dangerosité doit être évaluée juste avant la phase d'élaboration du matériau alternatif. Ainsi, toute fraction non-dangereuse issue d'une opération de traitement d'un déchet dangereux⁵ – à l'exclusion de toute opération de stabilisation⁶ – est considérée comme un déchet non-dangereux dans le cadre du présent guide méthodologique.

3.2 - Nature des matériaux alternatifs

La démarche d'évaluation environnementale et sanitaire développée au chapitre 2 est applicable à toute typologie de matériaux alternatifs élaborés à partir de déchets – conformes aux dispositions du paragraphe 3.1 du présent chapitre – et utilisés sous forme de granulats, de graves, de matériaux de remblai, de fillers ou de liants au sein de matériaux routiers.

Note : La mise en œuvre de la méthodologie exposée au chapitre 2 est réservée aux seuls matériaux alternatifs dont la fonction utile a été préalablement justifiée et dont les caractéristiques physiques, mécaniques et géotechniques sont conformes aux spécifications techniques fixées pour l'usage visé.

3.3 - Nature des phases d'élaboration et de formulation

² La maturation vise à stabiliser la fraction minérale d'un déchet par carbonatation et/ou oxydation naturelle au contact de l'air, sans adjonction de réactifs particuliers. La maturation peut nécessiter des opérations d'aération particulières, comme la mise en andains et le retournement fréquent.

³ Est considéré comme dangereux, tout déchet présentant au moins une des propriétés de danger définies à l'annexe III de la directive 2008/98/CE relative aux déchets et abrogeant certaines directives. La liste des déchets, établie par la décision 2000/532/CE modifiée, identifie les déchets dangereux à l'aide d'un astérisque.

⁴ Au sens de la directive 2013/59/Euratom est une substance radioactive toute substance qui contient un ou plusieurs radionucléides dont l'activité ou la concentration ne peut être négligée du point de vue de la radioprotection.

⁵ Par exemple, le retrait de la fraction chargée en éléments polluants par attrition et/ou séparation granulométrique.

⁶ Est considérée comme une opération de stabilisation dans le présent guide, toute opération visant à utiliser différents réactifs et liants, notamment hydrauliques ou organiques, dans le but de limiter la solubilité des polluants et par conséquent leur rejet dans l'environnement.

L'objectif principal des phases d'élaboration et de formulation doit rester l'atteinte de performances mécaniques, géotechniques, hydrauliques nécessaires au respect des spécifications d'usage normalisées et/ou le respect d'exigences liées à la compatibilité chimique avec les matériaux ou les éléments en contact (canalisations par exemple).

Note : D'une manière générale, il est interdit de procéder à une opération de stabilisation⁸, une dilution ou à un mélange de déchets dans le seul but de satisfaire aux critères d'acceptabilité environnementale et sanitaire définis dans le présent guide méthodologique.

3.4 - Nature des usages

Les usages routiers envisagés dans le cadre du présent guide méthodologique sont regroupés selon les trois types détaillés ci-après.

Toutefois, pour tout usage de matériaux alternatifs au droit de zones bâties situées dans l'emprise d'une infrastructure linéaire de transport routier dès lors que ces zones constituent des lieux de travail ou de repos de personnels affectés directement ou indirectement à l'exploitation de l'infrastructure (aire de service accueillant une station-service et/ou un espace de vente par exemple), il convient de se référer aux guides de valorisation de matériaux alternatifs en aménagement suivants, en fonction de la nature des matériaux alternatifs concernés :

- au guide méthodologique relatif à l'acceptabilité environnementale et sanitaire de matériaux alternatifs en aménagement et à ses guides d'application, produits et édités par le Cerema, pour l'ensemble des matériaux alternatifs élaborés à partir de déchets à l'exception de ceux élaborés uniquement à partir de terres ou sédiments ;
- aux guides de valorisation hors site des terres excavées dans des projets d'aménagement, produits par le BRGM et édités par la DGPR, pour les terres ;
- au [futur] guide de valorisation des sédiments en projets d'aménagement, produit par le BRGM et édité par la DGPR, pour les sédiments.

3.4.1 - Les usages de type T1

Les usages routiers de type T1 sont les usages d'au plus trois mètres de hauteur en sous-couche de chaussée ou d'accotement d'ouvrages d'infrastructure linéaire de transport routier revêtus⁷ :

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

La figure 2 illustre les différents usages routiers de type T1.

⁷Un ouvrage routier est réputé « revêtu » si sa couche de surface est réalisée à l'aide d'asphalte, d'enrobés bitumineux, d'enduits superficiels d'usure, de béton de ciment ou de pavés jointoyés par un matériau lié, et si elle présente en tout point une pente minimale de 1 %.

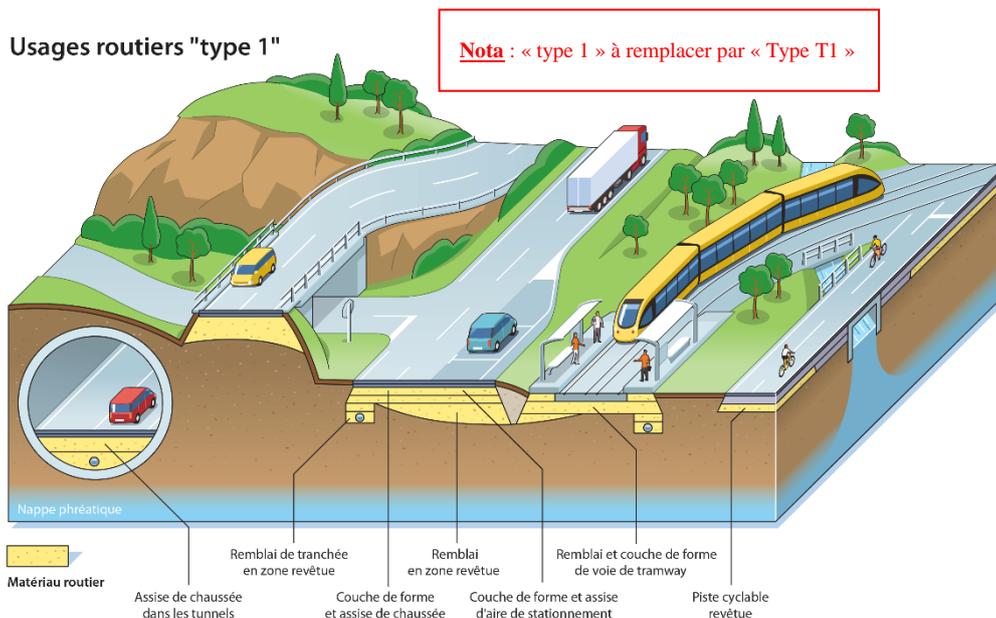


Figure 1 - Usages routiers « type T1 » (Infographie : Lorenzo Timon)

3.4.2 - Les usages routiers de type T2

Les usages routiers de type T2 sont les usages d'au plus six mètres de hauteur en remblai technique connexe à l'infrastructure linéaire de transport routier (ex : merlon de protection phonique ou paysager) ou en accotement, dès lors qu'il s'agit d'usages au sein d'ouvrages recouverts⁸.

Relèvent également des usages routiers de type T2, 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 d'infrastructure linéaire de transport routier revêtus⁹.

La figure 3 illustre les différents usages routiers de type T2.

⁸Un ouvrage routier est réputé « recouvert » si les matériaux routiers qui y sont présents sont recouverts par au moins 30 centimètres de matériaux naturels ou équivalents et s'il présente en tout point de son enveloppe extérieure une pente minimum de 5 %.

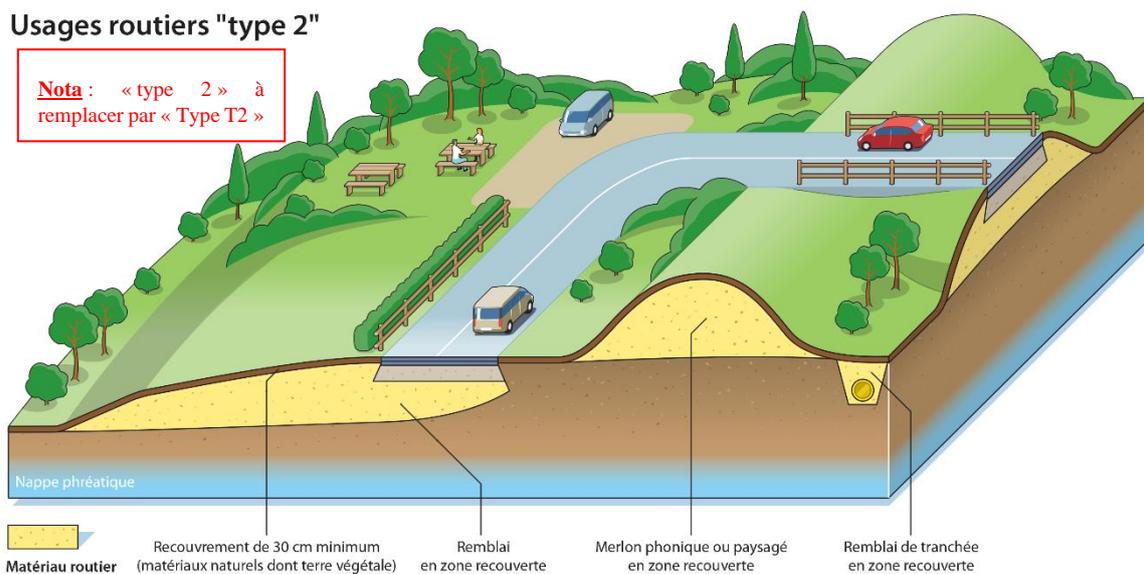


Figure 3 - Usages routiers « type T2 » (Infographie : Lorenzo Timon)

3.4.3 - Les usages routiers de type T3

Les usages routiers de type T3 sont les usages :

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

Rentre également dans cette catégorie des usages de type T3, 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 T3 ne font l'objet d'aucune restriction d'épaisseur de mise en œuvre.

La figure 4 illustre les différents usages routiers de type T3.

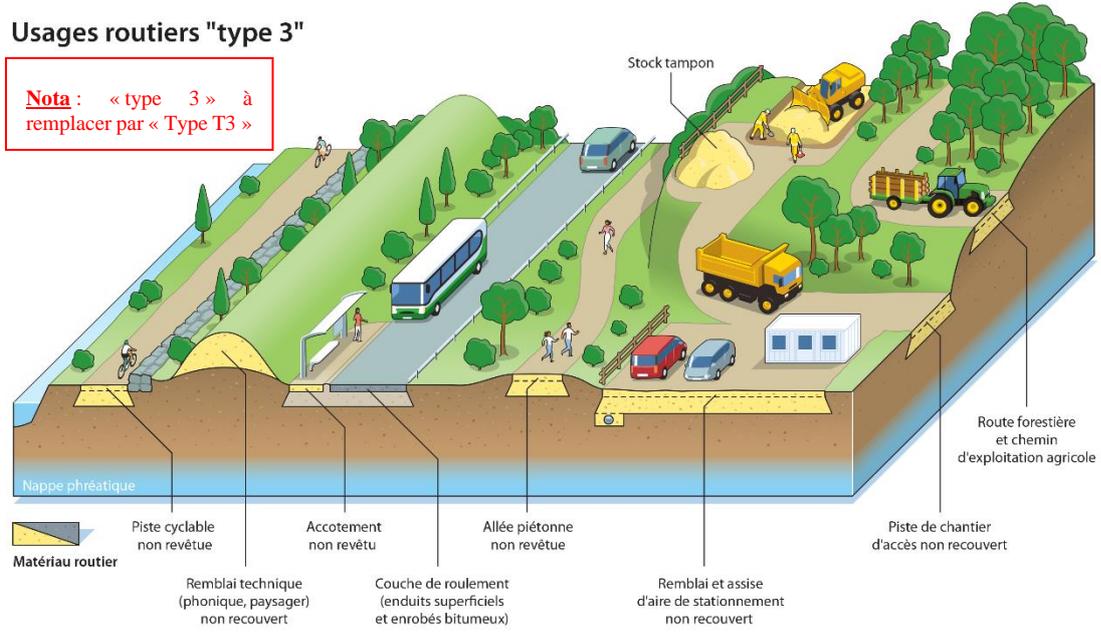


Figure 4 - Usages routiers « type T3 » (Infographie : Lorenzo Timon)

Chapitre 2 : Démarche d'évaluation environnementale et sanitaire

1 - Introduction

L'objet de la démarche d'évaluation environnementale et sanitaire exposée ci-après est de savoir si un matériau alternatif, élaboré à partir de déchets, peut être utilisé au sein d'un matériau routier dans un ou plusieurs usages rentrant dans le champ d'application défini au chapitre 1.

Préalablement à l'application de cette démarche, il convient de s'assurer que le matériau alternatif, dont l'utilisation est proposée en infrastructures linéaires de transport routier, remplit une fonction utile, c'est-à-dire qu'il présente des caractéristiques mécaniques, géotechniques et/ou hydrauliques correspondant à l'usage visé et conformes aux normes de spécifications d'usage en vigueur.

La démarche d'évaluation environnementale proposée par le présent guide a pour objectif de prévenir les risques de contamination de la ressource en eau et de s'assurer que l'opération de valorisation ne conduit pas à substituer à des matériaux primaires minéraux non pollués des matériaux alternatifs contenant des polluants organiques dans des proportions trop importantes.

- Pour les paramètres inorganiques, la démarche d'évaluation environnementale s'appuie sur la norme NF EN 12920+A1⁹ qui définit la méthodologie de détermination du relargage des constituants d'un matériau vers l'eau, dans des conditions spécifiées d'utilisation ou de stockage. Elle repose sur les résultats de modélisations numériques hydrodynamiques menées dans la continuité des travaux européens du GM-TAC relatif à la définition des critères d'admission en installation de stockage de déchets inertes. Elle bénéficie également des enseignements méthodologiques du programme CAREX¹⁰ initié par l'ADEME et mené par le LCPC (devenu UGE) et l'INSA de Lyon.
- Pour les composés organiques, des valeurs limites en contenu total ont été fixées, en cohérence également avec la réglementation relative aux installations de stockage de déchets inertes, en laissant la possibilité de les adapter en fonction de la nature des déchets à l'origine des matériaux alternatifs.

Concernant les aspects sanitaires, le présent guide méthodologique renvoie vers les guides de valorisation en aménagement cités ci-avant pour tout usage de matériaux alternatifs au droit de zones bâties situées dans l'emprise d'une infrastructure linéaire de transport routier dès lors que ces zones constituent des lieux de travail ou de repos de personnels affectés directement ou indirectement à l'exploitation de l'infrastructure (aire de service accueillant une station-service et/ou un espace de vente par exemple). Pour les autres usages, dès lors qu'ils sont non-revêtus et non-recouverts, les valeurs-limites en lixiviation relatives aux éléments traces métalliques ont été abaissées au niveau du référentiel ISDI, en intégrant une tolérance de dépassement, et des valeurs limites en contenu total sont fixées pour certains composés organiques afin de prévenir les risques sanitaires liés à l'ingestion et à l'inhalation de particules.

Enfin, compte tenu de la nature des ouvrages concernés par le présent guide méthodologique dont la déconstruction est nécessaire en cas de changement d'usage et pour lesquels le Dossier des Ouvrages Exécutés (DOE) constitue un outil de conservation de la mémoire des chantiers, aucun critère concernant l'impact sur les sols n'a été retenu.

L'évaluation de l'acceptabilité d'un matériau alternatif en infrastructures linéaires de transport routier repose sur une connaissance précise :

- du déchet à partir duquel est élaboré le matériau alternatif (cf. § 2.1 ci-après) ;
- du mode d'élaboration du matériau alternatif et du matériau routier associé ainsi que de l'usage routier envisagé (cf. § 2.2 ci-après) ;
- de la caractérisation environnementale des matériaux alternatif et routier (cf. § 2.3 ci-après).

⁹ AFNOR. NF EN 12920+A1. Caractérisation des déchets – Méthodologie pour la détermination du comportement à la lixiviation d'un déchet dans des conditions spécifiées. Novembre 2008.

¹⁰ François D., Jullien A., Kerzreho JP., Vernus E. Retour d'expérience sur le comportement mécanique et environnemental d'ouvrages et de plots routiers instrumentés : Etude CAREX. Rapport final. Novembre 2005. (convention ADEME 0372C0006).

2 - Présentation de la démarche d'évaluation

2.1 - Etape 1 : Description du déchet et de son gisement

2.1.1 - Objectifs

Cette première étape a pour but de :

- fournir des informations essentielles concernant le déchet, et son gisement, à partir duquel est élaboré le matériau alternatif ;
- vérifier que le déchet est inclus dans le champ d'application du présent guide (cf. § 3.1 du chapitre 1) ;
- acquérir des connaissances sur le procédé ayant généré ce déchet afin de mieux appréhender les conséquences potentielles sur ses caractéristiques, ainsi que sur celles des matériaux alternatif et routier auxquels il donnera naissance ;

La majorité des informations à fournir pour cette étape relève déjà de la réglementation « déchets » et ne constitue donc pas une investigation importante.

Dans le cas où *in fine* le matériau routier requiert une formulation faisant intervenir plusieurs matériaux alternatifs (granulats, fillers, liants, etc.), chaque gisement de déchets utilisé pour élaborer chacun des matériaux alternatifs est concerné par cette étape 1.

2.1.2 - Contenu

Dans le cadre de la réalisation de l'étape 1, il convient de réunir et synthétiser les informations concernant :

- 1- les sources et origines géographiques du déchet et l'évaluation de l'importance du gisement (tonnage) ;
- 2- l'apparence du déchet : odeur, couleur, forme physique (granulaire, pulvérulent, pâteux, monolithique) ;
- 3- le code à 6 chiffres et le classement du déchet selon la liste des déchets figurant à l'annexe de la décision 2000/532/CE de la Commission du 3 mai 2000 ;

Note : Si le code du déchet relève d'une « entrée miroir »¹¹ ou lorsque le code du déchet se termine par 99¹², la question de la qualification peut être résolue simplement en examinant les filières actuelles d'élimination du déchet concerné. A défaut, le producteur du déchet doit fournir un document justifiant le classement de ce dernier au regard des propriétés de danger mentionnées à l'annexe III de la directive 2008/98/CE relative aux déchets.

- 4- la destination actuelle du déchet : filières de traitement actuelles (valorisation et élimination) ;
- 5- la nature du procédé produisant le déchet et son fonctionnement ;
- 6- les éventuels paramètres spécifiques, non listés dans les tableaux 1 et 2 du paragraphe 2.3.5 ci-après, dont la prise en compte est nécessaire à l'évaluation de l'acceptabilité environnementale et sanitaire des matériaux alternatifs et routiers auxquels il donnera naissance.

¹¹ Un déchet fait l'objet d'une entrée dite « miroir » lorsqu'il est susceptible de relever de deux codes différents, un code où il est classé dangereux et un code où il est classé non dangereux, selon qu'il contient ou non des substances dangereuses. En général, ces entrées « miroir » consistent en deux rubriques successives dans la liste des déchets figurant à l'annexe de la décision 2000/532/CE de la Commission du 3 mai 2000, et le déchet relèvera de la rubrique qui le classe comme dangereux s'il possède au moins une des propriétés de danger définie à l'annexe III de la directive 2008/98/CE relative aux déchets.

¹² Ces codes regroupent l'ensemble des déchets non spécifiés ailleurs dans la liste des déchets figurant à l'annexe de la décision 2000/532/CE de la Commission du 3 mai 2000.

2.2 - Etape 2 : Description du matériau alternatif, du matériau routier et de l'usage routier envisagé

2.2.1 - Objectifs

Pour chaque matériau routier envisagé, cette seconde étape a pour but de :

- fournir des informations essentielles concernant le matériau alternatif, le matériau routier associé et l'usage routier envisagé ;
- acquérir des connaissances sur le procédé d'élaboration du matériau alternatif et du matériau routier, afin de mieux appréhender les conséquences potentielles sur leurs comportements au sein de l'ouvrage.

Dans le cas où le matériau routier est élaboré à partir d'un mélange faisant intervenir plusieurs matériaux alternatifs, les points 1 et 2 du paragraphe 2.2.2 ci-après doivent concerner chacun des matériaux alternatifs entrant dans sa composition.

2.2.2 - Contenu

Dans le cadre de la réalisation de l'étape 2, il convient de réunir et synthétiser les informations concernant :

- 1- les lieux de fabrication, de stockage, d'élaboration du matériau alternatif ainsi que son éventuelle dénomination commerciale et ses utilisations autres qu'en infrastructures linéaires de transport routier ;
- 2- l'élaboration du matériau alternatif à partir du gisement du déchet :
 - a. concernant la préparation, il convient de préciser le type et les caractéristiques des traitements physiques mis en œuvre : déshydratation, concassage, criblage, scalpage, lavage et tri (métaux ferreux, non ferreux, imbrûlés éventuels, phase minérale résiduelle, etc.),
 - b. concernant la maturation, il convient de préciser le type et les caractéristiques des réactions physico-chimiques mises en œuvre (oxydation, carbonatation), la durée et la méthode opératoire - selon qu'elle est passive (simple vieillissement sans action sur le tas) ou active (reprise du tas par exemple par retournement afin d'homogénéiser les réactions dans tout le volume du tas) ;
- 3- le type de matériau routier envisagé¹³ en précisant la fonction utile du matériau alternatif employé au regard de l'usage routier envisagé ainsi que le référentiel technique correspondant (norme ou guide technique) ;
- 4- les lieux de fabrication, de stockage, d'élaboration du matériau routier ainsi que son éventuelle dénomination commerciale ;
- 5- la formulation du matériau routier à partir du matériau routier et d'autres constituants en indiquant la part relative de chaque constituant au sein du mélange et en décrivant le processus de formulation ;
- 6- l'usage en infrastructures linéaires de transport routier envisagé ;
- 7- les exemples nationaux d'emplois antérieurs et les chantiers de référence s'ils existent, en détaillant les informations essentielles (localisation et nature de l'infrastructure linéaire de transport routier, type d'usage, épaisseurs et volumes mis en œuvre, etc.).

¹³ Exemples : équivalent sol, grave non traitée, grave traitée aux liants hydrauliques, grave traitée aux liants hydrocarbonés, mélange granulaire non traité, mélange granulaire traité aux liants hydrauliques ou hydrocarbonés, béton auto-compactant.

2.3 - Etape 3 : Caractérisation environnementale et sanitaire du matériau alternatif et du matériau routier

2.3.1 - Objectifs

L'objectif global de cette étape est de démontrer, pour chaque usage routier envisagé, que :

- les émissions dans l'eau sont compatibles avec le respect des objectifs de qualité des eaux retenus ;
- les risques sanitaires liés à l'ingestion et à l'inhalation de particules sont contenus lorsque l'usage routier envisagé est de type T3 ;
- l'opération de valorisation ne conduit pas à substituer à des matériaux primaires non pollués des matériaux alternatifs contenant des polluants organiques dans des proportions trop importantes.

Cette étape envisage deux niveaux d'investigations, qui peuvent être complémentaires, permettant de structurer l'effort de démonstration de manière proportionnée :

- le niveau 1 repose sur la réalisation d'essais de lixiviation, l'analyse des éluats ainsi que sur des analyses en contenu total (cf. § 2.3.5) ;
- le niveau 2 repose sur la production d'une étude spécifique (cf. § 2.3.6).

2.3.2 - Nature des matériaux à caractériser

La caractérisation environnementale et sanitaire porte sur tout matériau alternatif entrant dans la composition d'un matériau routier ainsi que sur tout matériau routier issu d'une formulation.

Note : La caractérisation environnementale et sanitaire peut porter uniquement sur le(s) matériau(x) routier(s) entrant dans la composition du matériau routier, s'il est démontré que la formulation n'a pas d'effet défavorable sur le comportement du ou des matériau(x) alternatif(s) concerné(s). Cette décision doit toutefois obtenir la validation du ministère en charge de l'environnement, notamment dans le cadre de l'élaboration d'un guide d'application.

Note : Si le matériau alternatif ne peut en aucun cas être utilisé seul en tant que matériau routier et que l'étape de formulation n'a pas pour objet de stabiliser ou diluer les polluants au sein du matériau routier, alors il est possible d'envisager de restreindre la caractérisation environnementale et sanitaire au seul matériau routier. Cette décision doit toutefois obtenir l'accord préalable du ministère en charge de l'environnement, notamment dans le cadre de l'élaboration d'un guide d'application.

2.3.3 - Paramètres à suivre

Les paramètres à suivre dans le cadre de la réalisation de cette étape sont *a minima* ceux listés dans les tableaux 1 et 2 du paragraphe 2.3.5 ci-après.

A ces paramètres génériques sont ajoutés les paramètres spécifiques mis en évidence lors de l'étape 1 et dont la prise en compte est nécessaire à l'évaluation de l'acceptabilité environnementale et sanitaire des matériaux alternatif et routier.

Pour chacun des paramètres spécifiques ajoutés, il convient de proposer les valeurs limites associées afin de compléter le tableaux 1 et 2 du paragraphe 2.3.5 ci-après.

La liste des paramètres spécifiques et les valeurs limites associées doivent obtenir la validation du ministère en charge de l'environnement, notamment dans le cadre de l'élaboration d'un guide d'application.

2.3.4 - Techniques d'échantillonnage et d'analyse

Les techniques d'échantillonnage doivent respecter les référentiels normatifs existants afin de permettre à chaque élément présent dans le matériau d'être représenté dans l'échantillon selon la même probabilité.

Les techniques d'analyse, conformes aux normes en vigueur, doivent être choisies de manière que les limites de quantification associées permettent de positionner sans ambiguïté les résultats avec les valeurs limites des paramètres suivis (cf. tableaux 4 et 5 en annexe 1).

2.3.5 - Niveau 1 : méthodologie générale

2.3.5.1 - Objectif

L'objectif du niveau 1 de caractérisation est de justifier l'acceptabilité des matériaux alternatif et routier au regard des usages envisagés en s'appuyant sur la réalisation d'essais de lixiviation, l'analyse des éluats ainsi sur des analyses en contenu total.

2.3.5.2 - Contenu

Dans le cadre du niveau 1 de caractérisation, il convient d'étudier la variabilité du matériau étudié et de juger de son acceptabilité pour l'usage visé en procédant de la manière suivante :

- 1- déterminer la stratégie d'échantillonnage à adopter pour évaluer l'acceptabilité du gisement de matériau étudié, compte tenu de la variabilité spatiale et temporelle de la production ;
 - 2- constituer les échantillons à analyser en suivant la stratégie d'échantillonnage retenue ;
 - 3- soumettre une prise d'essai¹⁴ de chaque échantillon à l'essai de lixiviation NF EN 12457-2 et déterminer les quantités relarguées au ratio L/S=10 l/kg pour les paramètres à suivre en émission dans l'eau ;
- Note** : Si l'application de la norme NF EN 12457-2 nécessite une réduction granulométrique, il est toléré d'appliquer la norme NF EN 12457-4.
- 4- mesurer, sur une autre prise d'essai de chaque échantillon, les teneurs au sein du matériau pour les paramètres à suivre en contenu total sur brut ;
 - 5- comparer les résultats obtenus aux valeurs limites des tableaux 1 et 2 ci-après pour les paramètres génériques et aux valeurs limites proposées pour les paramètres spécifiques.

Note : Pour chaque prise d'essai ayant enregistré au moins un dépassement des valeurs limites, il est possible d'envisager de renouveler l'essai correspondant sur deux nouvelles prises d'essai du même échantillon et de prendre pour valeur représentative de chaque paramètre la moyenne des trois valeurs ainsi obtenues.

L'acceptabilité d'un échantillon est validée si les résultats des essais de lixiviation et des analyses en contenu total sont inférieurs ou égaux aux valeurs limites des tableaux 1 et 2 ci-après pour les paramètres génériques et aux valeurs proposées pour les paramètres spécifiques.

La proportion d'échantillons conformes fournit une indication sur la pertinence d'élaborer des matériaux alternatifs pour l'usage visé.

Afin d'améliorer le taux de conformité, il est possible de recourir à une caractérisation de niveau 2.

¹⁴ La définition d'une « prise d'essai » est donnée dans les normes NF EN 12457-2 et NF EN 12457-4.

Tableau 1 : Valeurs limites en émission dans l'eau à ne pas dépasser en fonction de l'usage envisagé

Paramètre	Analyse en lixiviation (NF EN 12457-2 ou NF EN 12457-4) (mg/kg de matière sèche à L/S=10 l/kg)		
	Usages Type T1	Usages Type T2	Usages Type T3
As	0,8	0,6	0,6
Ba	56	28	25
Cd	0,4	0,2	0,05
Cr total	4	2	0,6
Cu	50	50	3
Hg	0,08	0,04	0,01
Mo	5,6	2,8	0,6
Ni	1,6	0,8	0,5
Pb	0,8	0,6	0,6
Sb	0,4	0,2	0,08
Se	0,5	0,4	0,1
Zn	50	50	5
Fluorures	60	30	30
Chlorures (*)	10 000	5 000	5 000
Sulfates (*)	10 000	5 000	5 000
Fraction soluble (*)	20 000	10 000	10 000

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

Tableau 2 : Valeurs limites en contenu total à ne pas dépasser en fonction de l'usage envisagé

Paramètre	Analyse en contenu total (mg/kg de matière sèche)		
	Usages Type T1	Usages Type T2	Usages Type T3
COT (*), (**), (***) (Carbone Organique Total)	30 000		
BTEX (Benzène, Toluène, Ethylbenzène et Xylènes)	6		
Benzène	/	/	2,5
PCB (Polychlorobiphényles, 7 congénères)	1		
HC (Hydrocarbures totaux, C10-C40)	500		
HAP (Hydrocarbures Aromatiques Polycyclique, 16 US-EPA)	50		
Benzo[a]Pyrène	/	/	7
Dioxines et Furanes (****)	10 ng I-TEQ _{OMS, 2005} / kg de matière sèche		

(*) Si la teneur en COT est déterminée selon la norme NF EN 15936, il est possible de retrancher à la valeur obtenue la teneur en carbone élémentaire mesurée selon la norme DIN 19539.

(**) Si la teneur en COT, éventuellement corrigée selon (*), est supérieure à 30 000 mg/kg MS mais inférieure à 60 000 mg/kg MS, l'échantillon peut être déclaré conforme au regard de ce paramètre si la valeur limite de 500 mg/kg MS est respectée sur éluat (NF EN 12457-2 ou 4).

(***) Les valeurs limites associées au carbone organique total (COT), aux hydrocarbures totaux (HC) et aux hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) peuvent être adaptés pour tenir compte de composés organiques dont la présence ne peut être évitée du fait de la technique constructive retenue (liants hydrocarbonés par exemple), sous réserve de justifier l'absence d'impact environnemental et sanitaire lié à la présence de ces composés aux teneurs observées.

(****) Lorsque la concentration d'un congénère est inférieure à la limite de quantification alors elle est considérée comme nulle dans le calcul de la quantité cumulée pour tous les congénères.

2.3.6 - Niveau 2 : Etude spécifique

2.3.6.1 - Objectif

Dans l'hypothèse où le niveau 1 de caractérisation ne permet pas de justifier l'acceptabilité d'un matériau alternatif et/ou routier, ou que les procédures ou les essais associés ne semblent pas adaptés à la nature ou au comportement de ces matériaux, le présent guide méthodologique laisse la possibilité de justifier leur acceptabilité environnementale et sanitaire en infrastructures linéaires de transport routier sur la base d'une étude spécifique.

Cette étude spécifique nécessite d'être validée par le ministère en charge de l'environnement.

2.3.6.2 - Principes à respecter

Le choix des investigations à entreprendre est laissé libre sous réserve que :

- l'étude de l'altération du matériau et de l'émission des polluants soit menée selon les prescriptions de la norme méthodologique NF EN 12920+A1 ou de toute autre méthodologie équivalente ;
- les impacts environnementaux et sanitaires soient étudiés de manière à démontrer un niveau de protection de l'environnement et de la santé humaine au moins équivalent à celui considéré dans le cadre du présent guide méthodologique ;
- en cas de recours à des modélisations, les principes précisés à l'annexe 2 du présent guide soient respectés.

En cas de recours à des essais de percolation (NF EN 14405), les résultats sont donnés graphiquement pour chaque paramètre suivi en termes de concentration (mg/l ou µg/l) et de quantité relarguée cumulée (mg/kg), en fonction du ratio liquide/solide (l/kg). Les concentrations et les quantités relarguées cumulées obtenues pour chaque ratio liquide/solide spécifié dans la norme d'essai sont à consigner dans un tableau. Lorsqu'une concentration est inférieure à la limite de quantification, d'une part reporter la valeur de cette limite de quantification dans le tableau des concentrations précédée du symbole « < », et d'autre part prendre cette concentration égale à la moitié de la limite de quantification pour le calcul de la quantité relarguée cumulée.

En cas de recours à des essais lysimétriques et/ou à des plots expérimentaux, des recommandations concernant la conception et le suivi de tels dispositifs ont été développés par le Cerema¹⁵.

Des exemples concrets d'essais adaptés à l'étude de l'altération du matériau et de l'émission des polluants sont proposés par le BRGM¹⁶ et l'ADEME^{17,18}. Ces essais permettent d'étudier l'influence de paramètres tels que l'alternance humidification/séchage ou le contact avec des organismes vivants (cas d'un contact avec de la terre végétale par exemple).

De même, les enseignements méthodologiques et scientifiques des études suivantes peuvent être utiles à la réalisation de l'étude spécifique :

- étude CAREX¹⁹ initiée par l'ADEME et menée par le LCPC et l'INSA de Lyon ;
- étude BILENV²⁰ initiée par l'ADEME et menée par l'INSA de Lyon.

2.3.6.3 - Limites à respecter

Quel que soit le choix des investigations retenu, l'étude spécifique ne peut en aucun cas aboutir à proposer des valeurs-limites supérieures à celles fixées dans le tableau 3 ci-après.

Tableau 3 : Valeurs limites maximales en émission dans l'eau à ne pas dépasser

Paramètre	Analyse en lixiviation (NF EN 12457-2 ou NF EN 12457-4) (mg/kg de matière sèche à L/S=10 l/kg)
	Usages de type T1, T2 et T3
As	2
Ba	100
Cd	1
Cr tot	10
Cu	50
Hg	0,2
Mo	10
Ni	10

¹⁵ La note d'information est téléchargeable depuis le site du cerema (<https://www.cerema.fr>)

¹⁶ Piantone P., Bodéan F. (2001). Résidus de Procédés Thermiques (RPT) : Apport de la minéralogie dans l'optimisation de la démarche et la prédiction de leur évolution. BRGM/RP-51259-FR. 149 p.

¹⁷ Evaluation de l'écocompatibilité des scénarios de stockage et de valorisation des déchets. Principes généraux. ADEME, juin 2002. Réf. 3655. 27 p. (gratuit)

¹⁸ Evaluation de l'écocompatibilité des scénarios de stockage et de valorisation des déchets. Guide d'usage. ADEME, novembre 2002. Réf. 4445. 147 p.

¹⁹ François D., Jullien A., Kerzreho JP., Vernus E. Retour d'expérience sur le comportement mécanique et environnemental d'ouvrages et de plots routiers instrumentés : Etude CAREX. Rapport final. Novembre 2005. (convention ADEME 0372C0006).

²⁰ Bröns-Laot G., Giraud M-C., Schiopu N., Crest M., Méhu J. (2004). Bilan de la mise en œuvre de la norme ENV12920. Etude BILENV. Rapport final, décembre 2004. EEDEMS (convention ADEME 0372C0109).

Pb	10
Sb	0,7
Se	0,5
Zn	50
Fluorures	150
Chlorures	15 000
Sulfates	20 000

3 - Objet et contenu des guides d'application

3.1 - Objet

L'objet principal des guides d'application est de consigner, pour les principaux gisements de déchets valorisables en infrastructures linéaires de transport routier, les conclusions obtenues lors de l'application de la démarche d'évaluation environnementale et sanitaire du présent guide méthodologique (caractérisation initiale) et de définir le cadre dans lequel devra s'inscrire le plan d'assurance qualité de la production des matériaux alternatifs et des matériaux routier associés (contrôle de conformité).

Contrairement au présent guide méthodologique, les guides d'application sont rédigés dans l'optique de fournir, aux maîtres d'ouvrage et aux maîtres d'œuvre, une référence sur laquelle ils peuvent directement s'appuyer pour l'élaboration de leurs projets et l'agrément des matériaux.

Ainsi, pour les matériaux alternatifs disposant d'un guide d'application, il n'est pas utile de se référer à la démarche d'évaluation du présent guide méthodologique. Il convient de suivre directement les prescriptions du guide d'application correspondant.

3.2 - Contenu

Chaque guide d'application doit, pour le gisement concerné :

- organiser et présenter les informations demandées au stade des étapes 1 et 2 ainsi que les conclusions associées aux résultats obtenus au stade de l'étape 3 de la démarche d'évaluation définie dans le présent chapitre ;
- définir des couples matériaux/usages envisageables ;
- définir le contenu du contrôle de conformité, notamment :
 - les procédures d'assurance qualité de la production des matériaux alternatifs et des matériaux routiers (plan d'échantillonnage, fréquence de prélèvement, etc.),
 - les paramètres environnementaux et sanitaires pertinents à suivre,
 - le référentiel de conformité à respecter (type d'essais et valeurs limites associées) ;
- préciser les éventuelles limitations d'usage et recommandations à observer concernant :
 - l'utilisation de matériaux alternatifs dans les zones à fort relief ou fortement fracturées ;
 - l'utilisation de matériaux alternatifs à une côte inférieure aux plus hautes eaux connues, à proximité d'un cours d'eau, dans les zones répertoriées comme présentant une sensibilité particulière vis-à-vis des milieux aquatiques et de leurs usages (exemples : périmètre de protection rapprochée d'un captage d'alimentation en eau potable) ou faisant l'objet d'une protection générale (parcs nationaux ou régionaux) ;
 - la constitution et la gestion des stocks-tampons dans l'emprise du chantier ;

- préciser les obligations des différents acteurs afin d’assurer la conservation de la mémoire des chantiers.

Pour les gisements de déchets qui sont déjà valorisés en infrastructures linéaires de transport routier, les résultats issus du retour d’expérience peuvent être utilisés autant que de besoin lors de l’élaboration du guide d’application correspondant, notamment lorsqu’ils permettent de répondre aux exigences de la démarche d’évaluation exposée dans le présent chapitre.

Les guides d’application sont élaborés à l’initiative des principales fédérations professionnelles concernées et validés par le ministère en charge de l’environnement, avec l’appui éventuel d’organismes publics experts placés sous sa tutelle, en concertation avec des représentants de la maîtrise d’ouvrage et des associations de protection de l’environnement. Ils sont révisés dans les mêmes conditions.

Note : Les guides d’application ainsi élaborés et validés peuvent également servir de référentiel pour justifier l’absence d’effets globaux nocifs sur l’environnement et la santé humaine d’une opération de valorisation dans le cadre de la mise en œuvre des dispositions de l’article L.541-4-3 du code de l’environnement (sortie du statut de déchet).

Annexes

1 - Normes d'analyses

Tableau 4 : Normes d'essai et limites de quantification minimale pour les analyses sur éluats.

Paramètre	Limite de quantification minimale (mg/kg de MS)	Normes pour l'analyse des éluats selon FD CEN/TR 16192	
		Norme d'essai à respecter	Norme d'essai alternative ²¹
As	0,05	NF EN ISO 11885 ou NF ISO 17378-1 ou NF ISO 17378-2	NF EN ISO 17294-2
Ba	1	NF EN ISO 11885	NF EN ISO 17294-2
Cd	0,01	ISO 8288 ou NF EN ISO 11885	NF EN ISO 17294-2
Cr total	0,1	NF EN ISO 11885	NF EN ISO 17294-2
Cu	1	ISO 8288 ou NF EN ISO 11885	NF EN ISO 17294-2
Hg	0,005	NF EN ISO 12846	NF EN ISO 17294-2 ou EN ISO 17852
Mo	0,1	NF EN ISO 11885	NF EN ISO 17294-2
Ni	0,1	ISO 8288 ou NF EN ISO 11885	NF EN ISO 17294-2
Pb	0,1	ISO 8288 ou NF EN ISO 11885	NF EN ISO 17294-2
Sb	0,04	NF EN ISO 11885	NF EN ISO 17294-2 ou NF ISO 17378-1 ou NF ISO 17378-2
Se	0,05	NF EN ISO 11885	NF EN ISO 17294-2 ou pr NF ISO 17379-1 ou pr NF ISO 17379-2
Zn	1	ISO 8288 ou NF EN ISO 11885	NF EN ISO 17294-2
Fluorures	1	EN ISO 10304-1 ou ISO 10359-1	NF T90-004
Chlorures	10	ISO 9297 ou EN ISO 10304-1	NF EN ISO 15682
Sulfates	10	EN ISO 10304-1	NF T90-040
Fraction soluble	100	NF EN 15216	NF T90-029

²¹ En cas d'utilisation de normes d'analyse alternatives, comme les méthodes validées pour l'analyse de l'eau, telles que les techniques FG-SAA, ICP-MS pouvant être utilisées dans ce cadre, leur adéquation à l'analyse des éluats doit être vérifiée et justifiée par le laboratoire conduisant l'analyse. La raison de la divergence doit être indiquée dans le rapport d'essai.

Tableau 5 : Normes d'essai et limites de quantification minimales pour les analyses en contenu total

		Normes pour l'analyse des composés organiques	
Paramètre	Limite de quantification minimale	Norme d'essai à respecter	Norme d'essai alternative ²²
COT	1 000 mg/kg de matière sèche	NF EN 15936	NF ISO 10694
BTEX	Benzène : 0,05 mg/kg de matière sèche TEX : 0,1 mg/kg de matière sèche	NF EN ISO 22155 ou NF EN ISO 15009	-
PCB	0,01 mg/kg de matière sèche	NF EN 17322	-
HC	25 mg/kg de matière sèche	NF EN 14039	ISO 16703
HAP	0,1 mg/kg de matière sèche	NF EN 17503	-
Dioxines et furanes	1 ng I-TEQ _{OMS,2005} /kg de matière sèche	NF ISO 11464 + soxhlet + NF EN 1948	-

²² En cas d'utilisation de normes d'analyse alternatives, leur adéquation à l'analyse du matériau doit être vérifiée et justifiée par le laboratoire conduisant l'analyse. La raison de la divergence doit être indiquée dans le rapport d'essai.

2 - Principes de la modélisation environnementale

Les valeurs limites proposées dans le tableau 1 ont été déterminées sur la base de travaux de modélisation de l'impact potentiel, sur les eaux souterraines, d'ouvrages utilisant des matériaux alternatifs.

L'objectif a été de déterminer le relargage en sortie d'un ouvrage (terme source) permettant de respecter une qualité donnée des eaux souterraines en aval hydraulique de cet ouvrage (terme impact). Pour cela, une relation mathématique a été établie. Ces modélisations font appel à des hypothèses qui ont été sélectionnées en raison de leur caractère raisonnablement majorant et en référence à celles utilisées pour la définition des critères d'admission des déchets dans les différentes catégories d'installations de stockage²³.

Deux scénarios-type d'ouvrage ont été définis en distinguant d'une part les sous-couches de chaussée ou d'accotement revêtus et d'autre part les remblais techniques ou accotements recouverts.

On citera parmi les hypothèses de calcul celles :

- d'un transfert de polluants dans les eaux souterraines au sein d'un milieu poreux ;
- d'une interaction nulle des polluants avec les sols traversés ;
- d'écoulements verticaux depuis la source (l'ouvrage) vers la cible (les eaux souterraines) ;
- de valeurs de pluie efficace moyennes pour le territoire métropolitain ;
- du respect de la qualité des eaux destinées à la consommation humaine.

Les principaux facteurs d'influence pris en compte, et pour lesquels des calculs de sensibilité ont été réalisés, sont les suivants :

- les dimensions de l'ouvrage ;
- le taux d'infiltration des eaux de pluie à travers la structure ;
- le taux d'infiltration des eaux de pluie à travers les sols environnants ;
- la présence d'un seul ouvrage ou de deux ouvrages proches.

Les autres paramètres hydrogéologiques de dimensionnement du modèle sont détaillés dans le rapport BRGM RP-57322-FR²⁴.

La modélisation du transfert conduit à des facteurs d'atténuation entre la source de polluants et le point de contrôle.

Ainsi, connaissant ces facteurs et en fixant la valeur de l'objectif de qualité des eaux à respecter pour un élément donné (en concentration), il est possible de déterminer la valeur en concentration de cet élément que l'ouvrage doit respecter. Par convention, on considère que cet élément est uniquement issu du matériau alternatif.

Les valeurs limites, exprimées en quantités relarguées cumulées, sont dérivées de ces concentrations. Pour cela, deux hypothèses ont été prises :

²³ Décision du Conseil 2003/33/CE du 19/12/2002 établissant des critères et des procédures d'admission des déchets dans les décharges, conformément à l'article 16 et à l'annexe II de la directive 1999/31/CE (JOCE du 16/01/2003).

²⁴ BRGM (2009). Modélisation des impacts liés à l'utilisation de matériaux alternatifs ou hors spécifications en technique routière. Référence RP-57322-FR

- l'une conservative en prenant, pour chaque élément, un relargage sous forme d'une concentration constante (hypothèse qui englobe l'ensemble des comportements des éléments observés expérimentalement),
- l'autre plus conventionnelle d'exigence de limitation des quantités relarguées à un niveau égal à la moitié de celles obtenues en considérant un relargage constant sur un horizon de temps donné, exprimé en termes d'exposition à l'eau par un ratio liquide/solide massique de 10. La prise en compte de cette hypothèse a été toutefois limitée aux seuls éléments fortement mobiles (sels).

Bibliographie

Réglementation

Décision du Conseil 2003/33/CE du 19/12/2002 établissant des critères et des procédures d'admission des déchets dans les décharges, conformément à l'article 16 et à l'annexe II de la directive 1999/31/CE (JOCE du 16/01/2003).

Normes

NF EN 12920+A1 (2008). Caractérisation des déchets – Méthodologie pour la détermination du comportement à la lixiviation d'un déchet dans des conditions spécifiées.

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

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

NF EN 14405 (2017). Caractérisation des déchets - Essai de comportement à la lixiviation - Essai de percolation à écoulement ascendant (dans des conditions spécifiées).

Autres documents

Bellenfant G., Guyonnet D. (2009). Modélisation des impacts liés à l'utilisation de matériaux alternatifs ou hors spécifications en technique routière. Référence RP-57322-FR.

LCPC (2005). François D., Jullien A., Kerzreho JP., Vernus E. Retour d'expérience sur le comportement mécanique et environnemental d'ouvrages et de plots routiers instrumentés : Etude CAREX. Rapport final (convention ADEME 0372C0006).

EEDEMS (2004). Bröns-Laot G., Giraud M-C., Schioppa N., Crest M., Méhu J. Bilan de la mise en œuvre de la norme ENV12920. Etude BILENV. Rapport final (convention ADEME 0372C0109).

ADEME (2002). Evaluation de l'écocompatibilité des scénarios de stockage et de valorisation des déchets. Principes généraux. Réf. 3655. 27 p.

ADEME (2002). Evaluation de l'écocompatibilité des scénarios de stockage et de valorisation des déchets. Guide d'usage. Réf. 4445. 147 p.

Piantone P., Bodéan F. (2001). Résidus de Procédés Thermiques (RPT) : Apport de la minéralogie dans l'optimisation de la démarche et la prédiction de leur évolution. BRGM/RP-51259-FR. 149 p.

Le présent guide méthodologique vise à fournir une démarche d'évaluation de l'acceptabilité environnementale de matériaux alternatifs élaborés à partir de déchets et destinés à être utilisés en technique routière.

Il s'applique aux matériaux alternatifs dont la fonction utile pour des usages routiers a été préalablement justifiée afin de ne pas faire de la route un substitut de la mise en décharge.

Ce guide méthodologique s'adresse principalement aux professionnels des travaux publics et aux industriels qui souhaitent étudier les possibilités de valorisation, en technique routière, des déchets qu'ils détiennent ou qu'ils produisent.

Pour les gisements de matériaux alternatifs dont le retour d'expérience est probant, ce guide méthodologique est décliné en guides d'application, plus directement opérationnels, qui s'adressent principalement aux maîtres d'ouvrage et aux maîtres d'œuvre et ont vocation à leur fournir une référence solide sur laquelle ils peuvent s'appuyer pour l'élaboration de leurs projets et l'agrément des matériaux.

Ainsi, pour les matériaux alternatifs disposant d'un guide d'application, il n'est pas utile de se référer à la démarche d'évaluation du présent guide méthodologique. Il convient de suivre directement les prescriptions du guide d'application correspondant.

Ce guide méthodologique ainsi que les guides d'application associés s'inscrivent pleinement dans une démarche de promotion de l'utilisation de matériaux alternatifs en technique routière, dans des conditions environnementales maîtrisées.

