

# Rapport

## Schéma Régional des Carrières

Volet Ressources Minérales Secondaires

Septembre 2019



Crédit photo : © prénom Nom/Cerema

### Partenaire(s) de l'étude

*Si besoin, logos maître d'ouvrage, partenaires, ...*

# Schéma Régional des Carrières

## Volet Ressources Minérales Secondaires

Historique des versions du document

Version	Date	Commentaire
V0 -	09/04/2019	envoi DREAL pour avis
V1	31/04/2019	Envoi V1 suite à prise en compte des commentaires
V2	31/07/2019	Envoi V2 à la DREAL - prise en compte des remarques du GT suite à la réunion du 7 mai 2019
VF	30/09/2019	Envoi VF à la DREAL - prise en compte des remarques du GT suite à la consultation du document

Affaire suivie par

<b>Agathe DENOT - DETC – Unité Déchets - Sols pollués - Eau Souterraine (DSPES)</b>
Tél. : 04 74 27 51 43 / Fax : +33 (0)4 74 27 52 52
Courriel : <a href="mailto:agathe.denot@cerema.fr">agathe.denot@cerema.fr</a>
Cerema Centre-Est 46, rue Saint-Théobald - BP 128 - 38081 L'ISLE D'ABEAU CEDEX

Références

N° d'affaire : N° C18LE0027

Maître d'ouvrage : Elodie CONAN

Devis n° Pré-programmé

Rapport	Nom	Date	Visa
Établi par	Agathe DENOT		
Contrôlé par	Lydie WATERKEYN		
Validé par	Laurent EISENLOHR Responsable de l'unité DSPES		

Résumé de l'étude :

**Inventaire des gisements de ressources minérales secondaires en Auvergne Rhône-Alpes :  
localisation des lieux de production, estimation quantitative des gisements**

# Sommaire

<b>A. Page intercalaire.....</b>	<b>5</b>
Introduction.....	6
1 - Gisement de Ressources Minérales Secondaires (RMS) en Auvergne Rhône-Alpes.....	8
1.1 - Graves de recyclage issus des activités du BTP.....	10
1.2 - Mâchefers d'incinération de déchets non dangereux (MIDND).....	12
1.3 - Laitiers sidérurgiques.....	13
1.4 - Sables de fonderie.....	13
1.5 - Schistes houillers.....	15
1.6 - Sédiments de dragage.....	15
1.7 - Synthèse quantitative.....	17
2 - Usages des Ressources Minérales Secondaires (RMS).....	18
2.1 - Techniques routières et ouvrages comparables.....	21
2.2 - Aménagements.....	23
2.3 - Comblement de cavités souterraines.....	23
2.4 - Autres usages.....	23
3 - Perspectives à 12 ans.....	25
<b>Annexes.....</b>	<b>27</b>
Annexe A - Installations de recyclage des déchets du BTP.....	27
Annexe B - Gisement de déchets du BTP.....	27
Annexe C - Localisation des IME et gisement des graves de mâchefer.....	27
Annexe D - Localisation / gisement de laitiers sidérurgiques.....	27
Annexe E - Gisement de sables de fonderie.....	27
<b>Bibliographie.....</b>	<b>33</b>

# A. Page intercalaire

# Introduction

## Contexte

La loi ALUR réforme les Schémas des Carrières en modifiant l'article L.515-3 du code de l'environnement. Le décret n°2015-1676 du 15 décembre 2015 en précise les contours. Les dispositions du nouvel article visent à pouvoir mettre en œuvre une partie de la « stratégie nationale de gestion durable des granulats terrestres et marins et des matériaux et substances de carrières » (mars 2012).

Cette stratégie propose en particulier :

- une évolution des outils de programmation, notamment par rapport à leur échelle de mise en œuvre, à savoir la régionalisation des Schémas des Carrières via la mise en œuvre d'un Schéma Régional des Carrières,
- une plus large reconnaissance des ressources marines et issues de recyclages,
- une modification de la portée juridique de ces schémas sur les documents d'urbanisme, en particulier les ScoT intégrateurs, et à défaut de ScoT sur les PLU(i) ; le niveau d'opposabilité étant la prise en compte.

Intégrant la prise en compte des ressources secondaires, cette réforme est pleinement cohérente aux dispositions de l'article L. 110-1-2 du code de l'environnement, introduit par la loi n° 2015-992 du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte, qui stipule que « les dispositions du présent code ont pour objet, en priorité, de **prévenir l'utilisation des ressources, puis de promouvoir une consommation sobre et responsable des ressources, puis d'assurer une hiérarchie dans l'utilisation des ressources, privilégiant les ressources issues du recyclage ou de sources renouvelables, puis les ressources recyclables, puis les autres ressources, en tenant compte du bilan global de leur cycle de vie** ».

**L'article L.515-3 du code de l'environnement prévoit ainsi que les schémas régionaux des carrières doivent favoriser les approvisionnements de proximité, une utilisation rationnelle et économes des ressources et le recyclage.**

Le décret n°2015-1676 du 15 décembre 2015 vient quant à lui compléter le cadre réglementaire applicable aux schémas régionaux de carrières qui vont venir progressivement remplacer les actuels schémas départementaux. Bien qu'il n'en donne pas la définition, il introduit la notion de ressource minérale secondaire.

Notamment, le décret impose :

- un inventaire des ressources minérales secondaires utilisées dans la région, de leurs usages, et une estimation des ressources mobilisables à l'échelle de la région,
- une réflexion prospective à douze ans portant sur l'utilisation rationnelle et économe des ressources minérales primaires par un développement de l'approvisionnement de proximité et l'emploi de ressources minérales secondaires,
- de prévoir les mesures nécessaires à l'atteinte des objectifs des plans de prévention et de gestion des déchets prévus à l'article L. 541-11, en termes de recyclage et de valorisation des déchets permettant la production de ressources minérales secondaires,
- de localiser les lieux de production des ressources minérales secondaires, accompagnée de l'identification de ces dernières et de l'importance de leur production,
- la projection sur douze ans concernant la localisation des bassins de production des ressources minérales secondaires.

Ce rapport vise à répondre à ces objectifs réglementaires. L'utilisation de ressources minérales secondaires permet de substituer les ressources primaires et contribue ainsi à l'économie circulaire. Pour ce faire, il est nécessaire que les acteurs de l'acte de construire connaissent ces ressources (localisation des gisements et les usages possibles). Ainsi, les maîtres d'ouvrage pourront intégrer les ressources minérales secondaires dans le cadre de l'élaboration de leurs projets.

Ce rapport est complété par des fiches pédagogiques pour permettre à l'ensemble des acteurs de connaître les ressources minérales secondaires (Fiche Donneurs d'ordre, BTP, MIDND, Laitier) ainsi qu'une fiche "Marché" pour indiquer les principaux éléments à intégrer dans les marchés de travaux.

## Définitions

L'instruction du gouvernement du 4 août 2017 relative à la mise en œuvre des schémas régionaux des carrières définit le terme ressource :

*Une **ressource minérale** est une minéralisation connue dans le sous-sol et présente en quantité et en qualité significatives.*

*Les matériaux et substances extraits de carrières (ressources minérales primaires d'origine terrestre) et les matériaux extraits des fonds marins (ressources minérales primaires d'origine marines) constituent les "**ressources minérales primaires**".*

*Les matériaux et substances issus de l'économie circulaire (réutilisation, réemploi et recyclage de matériaux provenant de chantiers de construction ou de déconstruction, par exemple) tels que les granulats de béton, le plâtre, le verre recyclé, les pavés, les tuiles, les déchets inertes du BTP, le laitier inerte de hauts fourneaux, les déblais inertes, les mâchefers d'incinération de déchets non dangereux (MIDND), etc., qui peuvent se substituer pour tout ou partie aux ressources minérales primaires, sans préjudice du respect des dispositions applicables en matière de statut des déchets et de sortie de celui-ci, constituent les "**ressources minérales issues du recyclage**".*

**Ressource minérale secondaire** : tout matériau minéral, issus des travaux du BTP ou de processus industriels, destiné à être utilisé, seul ou en mélange, en substitution de ressource minérale primaire. Une ressource minérale secondaire peut être, par exemple, un matériau réemployé dans le cadre d'un chantier du BTP, un matériau alternatif tel que défini dans les guides d'acceptabilité (cf. § 2) ou un déchet minéral utilisé dans le cadre d'un process industriel (plâtre, verre, etc.)

**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 de construction (technique routière/ouvrage routier et ouvrages comparables, notamment les plateformes d'activités économiques, aménagement ou cavité souterraine).

**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.). Par extension, tout ouvrage d'infrastructure linéaire de transport ou ouvrage situé dans l'emprise de l'infrastructure et dont la construction a été rendue nécessaire par son existence (protection phonique, visuelle, etc.).

**Plateforme d'activités économiques** : Toute plateforme dont la construction a été rendue nécessaire à l'exercice direct d'activités économiques. Sont donc 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.

**Aménagement** : Opérations d'aménagement (au sens de l'article L300-1 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 d'aménagement (zone d'aménagement concertée (ZAC), déclaration préalable, permis de construire, permis d'aménager...) et le mode de financement (financement dans le cadre de la ZAC, projet urbain partenarial (PUP...)).

**Installation de stockage de déchets inertes<sup>1</sup>** : installation de dépôt de déchets inertes, à l'exclusion des installations de dépôt de déchets où :

- les déchets sont entreposés pour une durée inférieure à trois ans afin de permettre leur préparation à un transport en vue d'une valorisation dans un endroit différent ;
- les déchets sont entreposés pour une durée inférieure à un an avant leur transport sur un lieu de stockage définitif ;
- les déchets sont valorisés

**Installation de recyclage** : Installation relevant de la réglementation sur les installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) destinée à réceptionner des déchets et à les transformer en matériau alternatif après une étape d'élaboration suivie, le cas échéant, d'une étape de formulation. Ce type d'installation, permanente ou temporaire, relève en général des rubriques 2515 et 2517 ou des rubriques 2791 et 2716 de la nomenclature des ICPE.

## 1 - Gisement de Ressources Minérales Secondaires (RMS) en Auvergne Rhône-Alpes

Les ressources minérales secondaires sont utilisées, depuis de nombreuses années, dans les industries (notamment du plâtre, du verre, des ciments) ou en génie civil. Au niveau national, les principaux gisements concernent :

- Granulats issus de déchets inertes du BTP : production sur les plateformes équipées d'installation de traitement fixe de 23,6 millions de tonnes en 2017 (source : UNICEM/UNPG; 2019 [1]),
- Graves de Mâchefers d'incinération de déchets non dangereux : 2 millions de tonnes sont recyclées chaque année après une phase de maturation et de préparation (source : AMORCE / ANGM / UNPG, 2018 [2]),
- Déchets d'emballages ménagers en verre : en 2017, gisement annuel de 2,4 millions de tonnes (source - Ademe, 2018 [3]),
- Laitiers d'aciérie: production de 1,77 millions de tonnes en 2018 (source : CTPL - 2018, [4]),
- Sédiments issus des domaines fluvial et maritime, gérés à terre : pour le domaine public, la moyenne annuelle est de 1,9 millions de m<sup>3</sup> (source : Cerema, 2018 [5]),
- Schistes : production annuelle de 1 million de tonne (source : plaquette UNICEM/UNPG, 2019 [1]),
- Plâtre issu du BTP : gisement annuel de 400 000 tonnes en 2014 (source : SOeS, 2017 [6]),
- Sable de fonderie : gisement annuel d'environ 350 000 tonnes (source : B. Torralba, 2017 [7]),
- Verre plat de déconstruction et de rénovation du bâtiment : gisement d'environ 200 000 tonnes en 2017 (source : engagement pour la croissance verte du 20/10/2017 [8]).

1 Arrêté du 12 décembre 2014 relatif aux prescriptions générales applicables aux installations du régime de l'enregistrement relevant de la rubrique n° 2760 de la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement

Une filière REP (responsabilité élargie des producteurs) a été mise en place pour la gestion des déchets ménagers de verre d'emballage. Un des objectifs est de développer le recyclage. Le taux de recyclage est, en 2017, de 84,8%, soit plus de 2 millions de tonnes recyclés par an.

Pour le verre plat et le plâtre, des engagements pour la croissance verte relatifs à leur recyclage ont été signés entre le ministère en charge de l'environnement, les fédérations et industrie du verre ou du plâtre.

Les ressources minérales secondaires pris en compte dans le document sont celles dont le tonnage est le plus important et dont les usages en construction sont techniquement documentés (particulièrement sur les aspects mécanique, géotechnique et environnemental). Il s'agit des matériaux alternatifs ayant fait l'objet d'une préparation particulière en vue de leur réutilisation :

- graves de recyclage issues des activités du BTP,
- graves de mâchefer d'incinération de déchets non dangereux,
- laitiers sidérurgiques,
- schistes houillers,
- sables de fonderie,
- sédiments de dragage et curage des canaux, cours d'eau, ports et retenues de barrage.

Une fiche pédagogique, à destination des donneurs d'ordre publics et privés, présente les ressources minérales secondaires pris en compte dans le document (cf. Fiche n°1 - Donneurs d'ordre).

L'illustration 1 localise les installations produisant des matériaux alternatifs ainsi que le gisement de sables de fonderie. Le gisement de sédiments de dragage, variable dans le temps et leur lieu de production, n'est pas localisé sur l'illustration 1.

Les zones de chalandises, pour un usage en travaux publics, sont en moyenne de l'ordre de 20 à 30 km autour de l'installation de recyclage pour les graves de recyclage issus des activités du BTP et les graves de mâchefers, et en moyenne de 20 à 50 km pour les laitiers sidérurgiques et les sables de fonderie. En fonction des performances et de la valeur marchande de la ressource et de la matière substituée, la zone de chalandise peut-être plus importante et dépasser les 100 km, notamment pour les laitiers sidérurgiques.

La localisation et les informations quantitatives de chaque gisement sont précisées dans les paragraphes suivants.

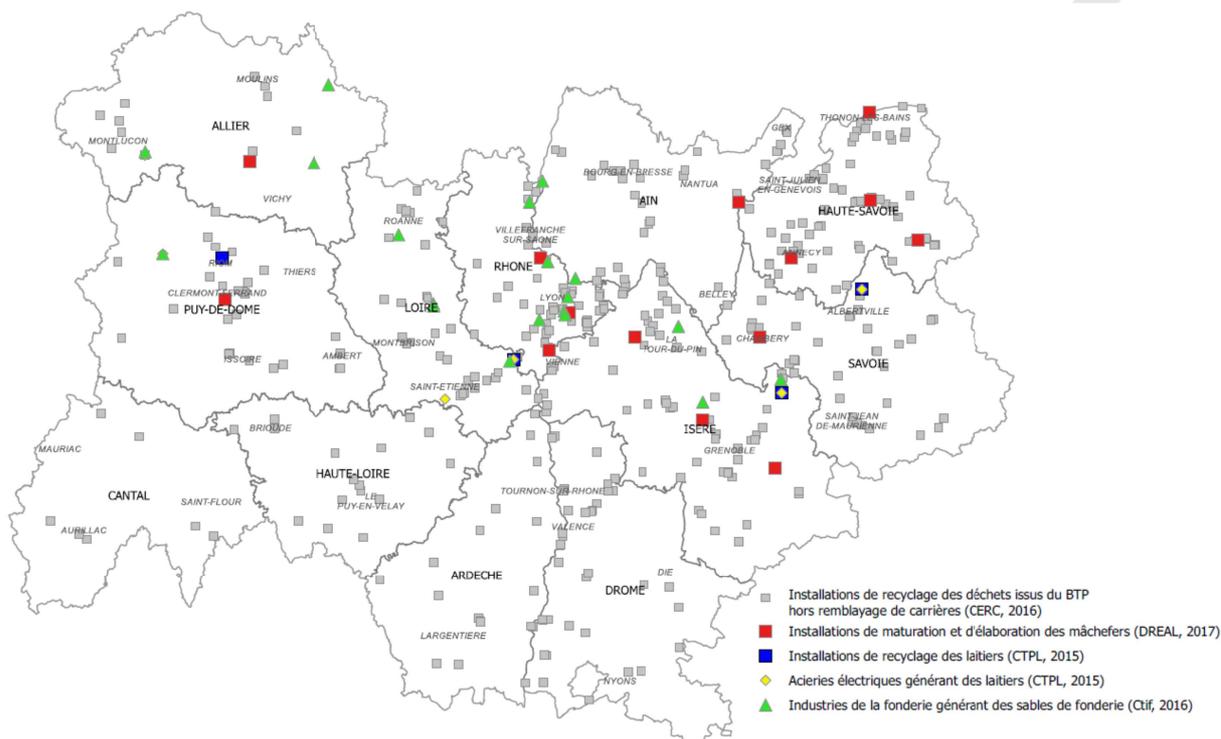


Illustration 1: localisation des principaux gisements de ressources minérales secondaires

## 1.1 - Graves de recyclage issus des activités du BTP

Les informations sur la localisation des installations, la typologie et les quantités de déchets minéraux entrant dans les installations de recyclage des déchets du BTP sont issues du rapport final de la CERC Auvergne-Rhône-Alpes "Analyse des filières de gestion des déchets du Bâtiment et des Travaux Publics dans le cadre de l'élaboration du plan de prévention et de gestion des déchets en Auvergne-Rhône-Alpes", données 2016, rapport du 30 mars 2018 et de données transmises par la CERC.

Les ressources minérales secondaires issues de la préparation des déchets du BTP (ou, selon la terminologie CERC, les déchets minéraux inertes) proviennent des activités de construction, déconstruction, réhabilitation ou entretien de bâtiment ou d'ouvrage de génie civil.

Les déchets minéraux sont principalement des terres ou matériaux meubles non pollués, des gravas et matériaux rocheux, des bétons, des déchets inertes en mélange non triés, des enrobés; et, dans une moindre mesure, des briques, tuiles et céramiques. Les sédiments de dragage et de curage des canaux, cours d'eau, ports et retenues de barrages font l'objet d'un paragraphe distinct.

Les déchets minéraux issus des activités du BTP sont, en fonction de leur qualité et du besoin :

- utilisés directement dans le cadre du chantier,
- utilisé directement dans le cadre d'un autre chantier
- envoyés sur une installation de recyclage pour être élaborés, transformés en un matériau alternatif répondant à un usage,

Une autre voie de valorisation consiste à utiliser les déchets en remblayage de carrières.

Les déchets non valorisés sont envoyés en installation de stockage de déchets inertes (ISDI).

L'illustration 2 présente les tonnages en Auvergne-Rhône-Alpes des différentes filières de gestion des déchets issus du BTP (à l'exception des sédiments de dragage). A noter qu'environ 0,9 millions de tonnes de déchets inertes ne sont pas tracés.

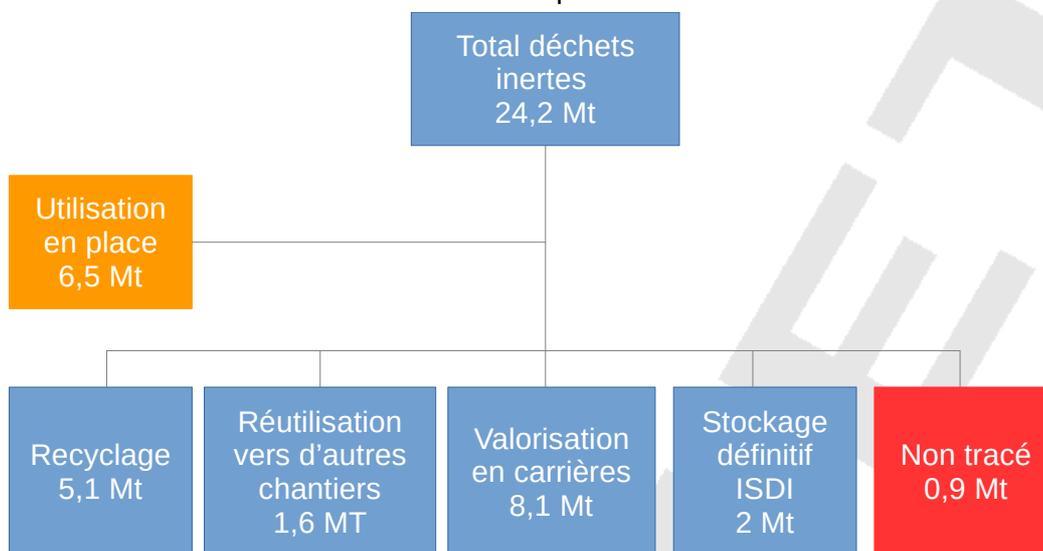


Illustration 2: Filières de gestion des déchets inertes issus du BTP (sauf sédiments de dragage) (données issues de la CERC)

## Localisation des gisements actuels

Il existe 359 installations dont l'activité principale ou secondaire est le recyclage des déchets inertes issus du BTP (hors valorisation en carrières, classées sous la rubrique 2510 des installations classées pour la protection de l'environnement, dans cadre de leur réaménagement) en région Auvergne Rhône-Alpes (**cf. Annexe A**). Les installations de recyclage génèrent 4,9 millions de tonnes de graves de recyclage issues du BTP.

La CERC précise dans son rapport final du 30 mars 2018 que les installations de recyclage des déchets du BTP (hors carrières) sont très présentes dans les zones de montagne (42 % des installations situées en Haute-Savoie, Isère et Savoie), où la problématique des distances de transport est particulièrement importante mais également dans le Rhône (14 % des sites de ce type). Selon le document de la CERC (2018), l'ouest de la région est relativement dépourvu d'installations de recyclage et les installations de stockage y sont plus présentes : 26 % des installations de stockage de la région se situent dans l'Allier ou le Cantal.

## Quantification des gisements actuels

Au niveau de la région Auvergne Rhône-Alpes, les quantités de grave de recyclage issue du BTP sont les suivantes :

- environ 4,9 millions de tonnes sont produites par les installations de la zone d'étude
- 1,6 millions de tonnes sont réutilisées sur un autre chantier (0,9 millions de tonnes issus d'installations de tri, transit, regroupement et 0,6 millions de tonnes utilisées directement de chantier à chantier)
- 6,5 millions de tonnes sont réemployées (utilisés directement sur le chantier de production)

Près de 72 % des déchets sont recyclés par les grandes aires urbaines de la région (Lyon, Grenoble, Clermont-Ferrand, Saint-Étienne, Genève - Annemasse, Annecy, Chambéry, Valence, Bourg-en-Bresse, Roanne et Chamonix - Mont-Blanc).

Les quantités et la nature des graves de recyclages issues du BTP sortant des installation de

recyclages d'Auvergne-Rhône-Alpes sont présentées dans le tableau 1.

*Tableau 1: Quantité et nature des graves issues du BTP sortant des installations de recyclage d'Auvergne-Rhône-Alpes*

	Quantité de grave issue du BTP sortant d'une installation de recyclage (en millier de tonnes)
Terres, matériaux meubles non pollués	848
Graves et matériaux rocheux	1 004
Bétons	1 100
Déchets inertes en mélange non triés	978
Enrobés	783
Briques, tuiles, céramiques	88
Autres déchets inertes	123

L'**Annexe B** illustre les données sur les principales aires urbaines de la région Auvergne Rhône-Alpes.

### Identification des gisements potentiels

Les gisements potentiels correspondent aux déchets dirigés actuellement vers une filière sans valorisation matière mais qui, par leur qualité mécanique, pourrait substituer un matériau issu de carrière. Il s'agit :

- d'une partie des terres et matériaux meubles, qui pourraient être traitée aux liants hydrauliques,
- les graves et matériaux rocheux, béton, enrobés briques, tuiles et céramiques qui seraient dirigés vers des installations de recyclage à la place d'un usage en réaménagement de carrière ou d'un stockage définitif
- de la partie recyclable des déchets en mélange pouvant faire l'objet d'un tri sur chantier
- d'une partie des déchets non tracés, notamment les dépôts sauvages.

Les quantités de matériaux recyclables (graves et matériaux rocheux et mélange de déchets inertes) mis en réaménagement de carrière et en ISDI sont estimées à 2 millions de tonnes (source : Plan régional de prévention et de gestion des déchets).

## 1.2 - Mâchefers d'incinération de déchets non dangereux (MIDND)

Les mâchefers d'incinération de déchets non dangereux (MIDND) sont les résidus solides récupérés en sortie du four des installations de traitement thermique de déchets non dangereux (ITTDND). Avant recyclage en travaux publics, ces MIDND sont transformés en graves de mâchefer sur les installations de maturation et d'élaboration (IME). Deux étapes permettent l'élaboration des graves de mâchefer :

- la maturation,
- la préparation (concassage / criblage, extraction des imbrûlés légers de grande taille ainsi que des métaux ferreux et non ferreux).

## Localisation des gisements actuels

En 2018, Il existe 13 IME sur la région Auvergne Rhône-Alpes.

A noter, en 2017, la fermeture de l'IME de Livet Gavet et en 2018, l'ouverture d'une IME à Loire sur Rhône.

## Quantification des gisements actuels

Les informations relatives au gisement de mâchefer ont été recueillies auprès des exploitants d'IME par la DREAL-Auvergne Rhône-Alpes pour l'année 2017. Le bilan 2017 est le suivant :

- graves de mâchefer utilisées en technique routière : 209 000 tonnes
- mâchefers (non valorisables ou non valorisés) envoyés en ISDND : 12 000 tonnes
- stock de mâchefers sur IME en fin d'année : de l'ordre de 100 000 à 140 000 tonnes

Le bilan 2017 peut fluctuer d'une année à l'autre en fonction des opportunités de chantier.

L'**annexe C** présente la localisation et le gisement des graves de mâchefers.

## 1.3 - Laitiers sidérurgiques

Les laitiers sidérurgiques sont les matières co-générées lors des processus de fusion du fer et de l'acier : la sidérurgie. En fonction du type de fabrication, plusieurs types de laitiers sont générés. Ceux de la région Auvergne Rhône-Alpes sont issus des aciéries électriques produisant des aciers par refonte de ferrailles usagées.

Les données relatives à la localisation et la quantification des gisements sont des données de l'année 2018, issues de l'enquête annuelle que mène le CTPL<sup>2</sup> au niveau national.

## Localisation des gisements actuels

Il existe 6 sites sidérurgiques générant les laitiers en région Auvergne Rhône-Alpes.

Les laitiers sont refroidis, déferraillés puis concassés et/ou criblés pour être amené à la granulométrie en fonction de l'usage. Plus rarement, une phase de vieillissement / maturation physico-chimique complète les étapes de transformation.

Actuellement, dans la région Auvergne Rhône-Alpes, il existe 4 sites de transformation des laitiers.

## Quantification des gisements actuels

La production de laitier, avant les années 2008 était de l'ordre de 180 000 à 200 000 tonnes. Depuis 2008, la production de laitier est en diminution pour se stabiliser. A partir de 2016, la production est de l'ordre de 80 000 tonnes à 90 000 tonnes par an.

D'après le CTPL, les stocks historiques sont, en 2009, estimés à 300 000 tonnes. En 2018, près de 25 000 tonnes de ressources minérales secondaires fabriquées à partir de laitiers sidérurgiques extraits et exploités à partir des crassiers historiques qui ont été utilisées.

Les stocks historiques de laitiers sidérurgiques constituent potentiellement des gisements de ressources minérales secondaires. Certains sont d'ailleurs actuellement exploités et sont progressivement en cours de résorption.

L'**annexe D** présente les données sous forme cartographique.

## 1.4 - Sables de fonderie

L'industrie de la fonderie produit des pièces à usage divers obtenues par remplissage d'une empreinte avec un alliage métallique en fusion. Cette empreinte appelée « moule » est conçue

2 CTPL : Centre technique et de promotion des laitiers sidérurgiques.

comme la réplique en creux de la pièce à fournir après solidification et refroidissement du métal coulé. Pour les pièces creuses, les formes d'évidement sont obtenues au moyen de noyaux.

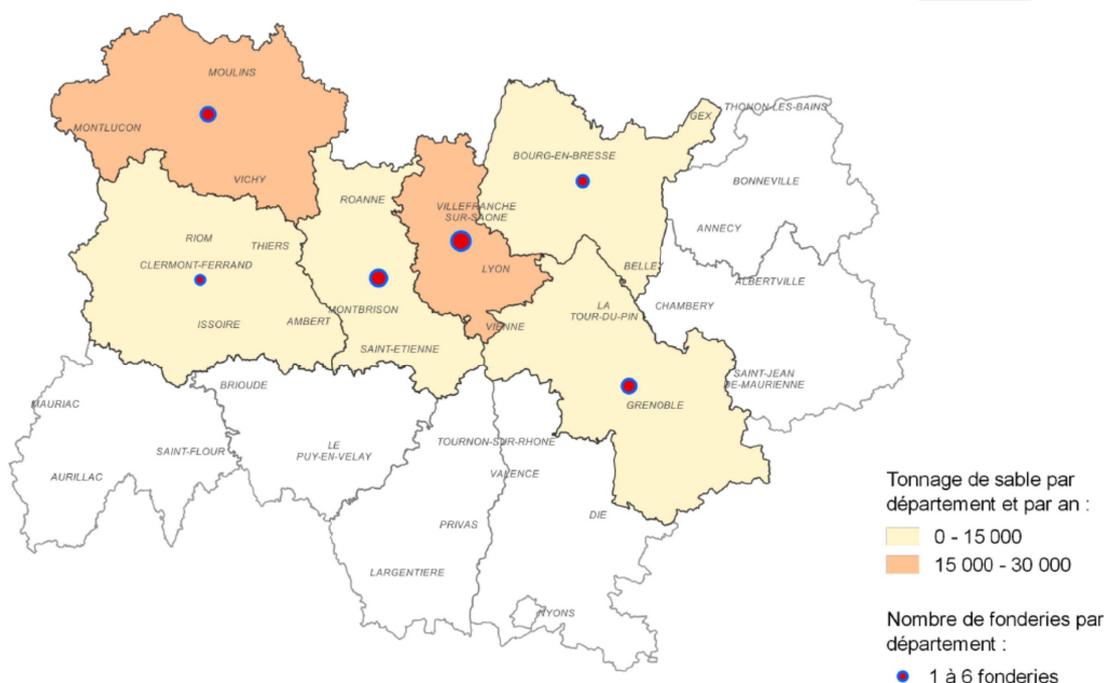
Les moules peuvent être métalliques, en sable ou en cire tandis que les noyaux sont essentiellement en sable. Le procédé de moulage sable est le plus largement utilisé par la branche fonderie.

Les déchets de sable de fonderie sont générés par les fonderies mettant en œuvre des procédés de moulage et/ou noyautage avec du sable et plus particulièrement des opérations de fabrication de moules et noyaux avec du sable, de décochage et dessablage des pièces de fonderie, de recyclage ou régénération du sable.

Les données relatives à la localisation et la quantification des gisements ont été fournies par le Cetif<sup>3</sup>.

### Localisation des gisements actuels

En 2016, 19 fonderies sont présentes en Auvergne Rhône-Alpes.



Illustration

### 3: Répartition de la production de sable et des fonderies en AURA (9)

L'annexe E localise les installations.

### Quantification des gisements actuels

En 2016, le tonnage annuel de sable de fonderies générés par les fonderies représente environ 41 000 tonnes. Ils sont principalement envoyés en cimenterie.

Ne disposant pas d'installation de recyclage en Auvergne Rhône-Alpes, seules, les fonderies disposant d'un flux important peuvent élaborer elles-mêmes les sables pour un usage en technique routière.

L'information sur les lieux d'élaboration des sables et les quantités sur la région Auvergne-Rhône-Alpes n'est pas connue du Ctif.

### 3 Centre technique industriel de référence en métallurgie et transformation des métaux

## 1.5 - Schistes houillers

Les schistes houillers sont des sous-produits de l'industrie minière de la houille. Ils résultent de la séparation entre le charbon et le schiste lors de son extraction. Ils sont stockés et forment des terrils. Des combustions spontanées de la matière organique contenu dans les résidus de l'exploitation se déroulent au cœur des terrils. Le niveau de température détermine la couleur finale du matériau.

### Localisation des gisements actuels

Le gisement en région Auvergne Rhône-Alpes correspond à l'exploitation d'un stock historique situé à la Ricamarie (Loire).

### Quantification des gisements actuels

L'arrêté préfectoral de l'installation de 2016 autorise l'exploitation du terril de schiste pour une production moyenne de 50 000 t/an et une production maximale de 75 000 t/an. La durée d'exploitation est de 15 ans.

## 1.6 - Sédiments de dragage

Les sédiments sont des matériaux hétérogènes meubles accumulés au sein des masses d'eaux. L'accumulation des sédiments dans les infrastructures portuaires ou fluviales, ou encore dans les ouvrages hydro-électriques, perturbe leur bon fonctionnement.

Des opérations de dragage ou de curage sont réalisées pour assurer le transport fluvial et portuaire ainsi que pour réaliser l'entretien courant des ouvrages. Lors de ces opérations, les sédiments sont extraits des masses d'eau et dans certains cas<sup>4</sup>, gérés à terre.

Les sédiments sont principalement constitués de particules minérales et de matières organiques végétales et animales.

### Localisation des gisements actuels

Les informations relatives aux gisements ont été recueillies auprès de la DREAL, la CNR, EDF et VNF.

Jusqu'à présent, pour la CNR, hormis un dragage sur la Drôme, réalisé en 2016-2017, toutes les opérations ont conduit à une remise au cours d'eau des sédiments.

Sur le réseau VNF, les sédiments gérés à terre concernent uniquement la partie du canal de Roanne à Digoin et, à venir, le port de Roanne.

Selon la DREAL, la métropole lyonnaise procède à des opérations de curage dans le Vieux-Rhône de Neyron avec une gestion à terre des sédiments.

La DREAL indique également trois arrêtés préfectoraux autorisant la gestion à terre des sédiments au niveau des concessions hydroélectriques :

- la concession de Sautet Cordéac,
- la concession de Randens, barrage d'Aigueblanche,
- la concession de Passy avec un curage sur la retenue des Houches.

4 L'arrêté ministériel du 30 mai 2008 fixant les prescriptions générales applicables aux opérations d'entretien de cours d'eau ou canaux soumis à autorisation ou à déclaration en application des articles L.214-1 à 6 du Code de l'environnement, et relevant de la rubrique 3.2.1.0 de la nomenclature annexée au tableau de l'article R.214-1 du Code de l'environnement, précise dans son article 9 que les matériaux mobilisés lors d'une opération de curage doivent être remis prioritairement au cours d'eau. Toutefois, ils peuvent faire l'objet en priorité d'un traitement approprié permettant leur utilisation en tant que granulats en fonction des conditions technico-économiques qui se présentent lors de l'opération de dragage.

## Quantification des gisements actuels

Les informations relatives à la quantification des gisements ont été recueillies auprès de la DREAL, la CNR, EDF et VNF.

Les gisements sont variables d'une année à l'autre en fonction des opérations de dragages prévues.

- Pour la CNR, la métropole de Lyon et VNF, les gestions à terre des sédiments représentent de 0 à 240 000 m<sup>3</sup> (correspondant à environ 450 000 tonnes). La fréquence de dragage varie de 2 à 10 ans.
- Pour EDF, le gisement correspond en moyenne à 50 000 à 100 000 tonnes par an avec des opérations ponctuelles pouvant représenter 5 000 à 300 000 tonnes.
- L'estimation des quantités de sédiment à gérer à terre du département de la Savoie (source DREAL) est de l'ordre de 175 000 tonnes/an.

## 1.7 - Synthèse quantitative

Le tableau 2 présente la synthèse des quantités de ressources minérales secondaires de la région Auvergne Rhône-Alpes.

Tableau 2 : Synthèse quantitative des ressources minérales secondaires sur Auvergne-Rhône-Alpes

Ressources minérale secondaire	Quantité annuelle	Gisement potentiel	Source, année
Graves de recyclage issus du BTP entrant dans les installations de recyclage	Recyclage dans les installations : 5,1 millions de tonnes Réutilisés sur un autre chantier sans passer par une installation de recyclage : 1,6 millions de tonnes Réemploi sur le chantier : 6,5 millions de tonnes	1,8 millions de tonnes de graves et matériaux rocheux et de mélange de déchets inertes mieux triés pour éviter la mise en réaménagement de carrière et en stockage en ISDI	CERC, 2016 Plan régional de prévention et de gestion des déchets, 2018
Mâchefer d'incinération de déchets non dangereux entrant dans les IME	209 000 tonnes	entre 100 000 à 140 000 tonnes stockées sur IME	Rapports d'activités réglementaires transmis annuellement par les exploitants d'IME aux DREAL (2017)
Laitiers sidérurgiques	Issus d'aciéries : de 80 000 à 90 000 tonnes Issus de stocks historiques : 25 000 tonnes	Environ 300 000 tonnes de stocks historiques	CTPL, 2016-2018
Sables de fonderie	41 000 tonnes (pas de données sur le % valorisé)		Ctif, 2016
Schistes houillers	50 000 tonnes (production annuelle moyenne)		Arrêté d'exploitation de l'installation, 2016
Sédiment de dragage	CNR, VNF et Métropole de Lyon : de 0 à 450 000 tonnes avec une fréquence de dragage de 2 à 10 ans Savoie : 175 000 tonnes par an EDF - Ouvrages hydroélectriques : de 50 000 à 100 000 tonnes par an		DREAL, EDF, VNF, CNR

## 2 - Usages des Ressources Minérales Secondaires (RMS)

Pour être mis en œuvre, les ressources minérales secondaires doivent valider, pour un usage donné, les mêmes performances mécaniques que les ressources primaires.

De plus, ces matériaux sont encadrés par des référentiels environnementaux, validés par le Ministère en charge de l'Environnement, en fonction de l'usage pour lequel ils sont mis en œuvre (cf. § 2.2). Sous réserve de respecter l'acceptabilité environnementale et de démontrer la fonction utile, les matériaux alternatifs pourront être utilisés :

- en technique routière : les infrastructures linéaires de transport et les accotements,
- sur les ouvrages comparables aux ouvrages routiers :
  - la construction, la réhabilitation ou l'entretien de les plateformes d'activités économiques (plateformes, logistiques ou de stockage, agricoles ou industrielles, aires de stockage ou de stationnement des équipements publics et des entreprises du secteur tertiaire, pistes et aires de stationnement d'aéronefs),
  - les merlons de protection visuelle, acoustique, thermique ou anti-déflagration non associés à une infrastructure,
- en comblements de cavité souterraines,
- en aménagements.

Dans le cas des MIDND, le guide technique a été rédigé sur la base d'un Arrêté Ministériel spécifique à ce matériau alternatif (Arrêté ministériel du 18 novembre 2011).

Des guides techniques relatifs aux graves chaulés précisent les prescriptions sur la fabrication, le contrôle de la performance géotechnique des matériaux, les usages et la mise en œuvre de la grave chaulée.

Les tableaux 3 et 4 présentent les référentiels environnementaux et principaux usages.

Tableau 3 : Référentiels environnementaux et, pour les graves chaulées, techniques

<b>LISTE DES RÉFÉRENTIELS VALIDES PAR LE MINISTERE EN CHARGE DE L'ENVIRONNEMENT</b>	
<b>Chiffre repris dans le tableau 4</b>	<b>INFRASTRUCTURE LINEAIRE DE TRANSPORT</b>
(1)	Guide méthodologique « Acceptabilité de matériaux alternatifs en technique routière – Évaluation environnementale » (Sétra, mars 2011)
(5)	Guide d'application « Acceptabilité environnementale de matériaux alternatifs en technique routière – Les matériaux de déconstruction issus du BTP » (Cerema, janvier 2016)
(6)	Arrêté ministériel du 18 novembre 2011 relatif au recyclage en technique routière des mâchefers d'incinération de déchets non dangereux (JO du 30 novembre 2011, NOR : DEVP1131516A)
(7)	Guide d'application « Acceptabilité environnementale de matériaux alternatifs en technique routière – Les mâchefers d'incinération de déchets non-dangereux » (Sétra, octobre 2012)
(8)	Guide d'application « Acceptabilité environnementale de matériaux alternatifs en technique routière – Les laitiers sidérurgiques » (Sétra, octobre 2012)
(9)	Guide d'application « Acceptabilité environnementale de matériaux alternatifs en technique routière – Les sables de fonderie » (Cerema, 2019)
(10)	Guide d'application « Acceptabilité environnementale de matériaux alternatifs en technique routière – Les terres excavées » (Cerema, à paraître)
(11)	Guide d'application « Acceptabilité environnementale de matériaux alternatifs en technique routière – Les sédiments de dragage et de curage » (Cerema, à paraître)
<b>OUVRAGE DE TRAVAUX PUBLICS COMPARABLE A UN OUVRAGE ROUTIER</b>	
(2)	Note DGPR du 29 mars 2016 relative à la nature des ouvrages de travaux publics dont l'examen de l'acceptabilité environnementale est comparable aux ouvrages routiers
<b>REMBLAI SOUS BÂTIMENT (hors cas des terres excavées)</b>	
(12)	Guide méthodologique « Acceptabilité de matériaux alternatifs en construction – Évaluation environnementale » (Cerema, à paraître)
<b>COMPLEMENT DE CAVITE SOUTERRAINE</b>	
(3)	Guide méthodologique de comblement de cavités à l'aide de matériaux alternatifs (BRGM, décembre 2016)
<b>AMENAGEMENT (cas des terres excavées uniquement)</b>	
(4)	Guide de valorisation hors site des terres excavées issues de sites et sols pollués dans des projets d'aménagement (DGPR, novembre 2017) - en révision pour toutes types de terres
<b>GUIDES TECHNIQUES POUR LES MATÉRIAUX CHAULES</b>	
<b>INFRASTRUCTURE LINEAIRE DE TRANSPORT</b>	
(13)	Guide Rhône-Alpes d'utilisation en Travaux Publics - Graves de valorisation - Graves chaulées, (CETE de Lyon, mars 2013)
(14)	Guide technique national - Valorisation des matériaux par traitement à la chaux sur les installations de recyclages (SEDDRe, 2018)

Tableau 4 : Usages pour les ressources minérales secondaires

Ressource minérale secondaire	USAGE ENVISAGE POUR LA RESSOURCE MINÉRALE SECONDAIRE				
	Infrastructure linéaire de transport (*)	Ouvrage de travaux publics comparable à un ouvrage routier	Remblai sous bâtiment (hors cas des terres excavées)	Aménagement	Comblement de cavité souterraine
Graves de recyclage issue du BTP	(5)	(2)	(12)		(13)
Terres excavées	(10)	(2) par extension		(4)	(3)
Graves Chaulées	(13), (14)				
Sédiments de dragage et de curage	(11)	(2) par extension	(12)		(3)
Laitiers sidérurgiques	(8)	(2)	(12)		(3)
Sables de fonderie	(9)	(2) par extension	(12)		(3)
Graves de mâchefer	(6) + (7)	(2)	(12)		(3)

(\*) Tous matériaux alternatifs sont concernés par le guide méthodologique « Acceptabilité de matériaux alternatifs en technique routière – Évaluation environnementale » (1)

Des fiches pédagogiques relatives aux graves de recyclage issus du BTP, aux graves de mâchefer et aux laitiers sidérurgiques, à destination des services techniques de la maîtrise d'ouvrage ou de la maîtrise d'œuvre présentent les différentes ressources minérales secondaires (CF. Fiches n°2 - 3 -4).

Une plaquette de sensibilisation sur l'utilisation des mâchefers a été réalisée, en 2016, à l'initiative du Ministère en charge de l'environnement [9].

## 2.1 - Techniques routières et ouvrages comparables

Les usages en techniques routières et ouvrages comparables sont les principaux usages des ressources minérales secondaires :

- Au niveau des graves de recyclage issues du BTP, le recyclage matière représente 6,7 millions de tonnes (5,1 millions de tonnes sont issus des installations de recyclage et 1,6 million de tonnes sont réutilisés directement sur un autre chantier) (source : CERC)
- Les graves de mâchefers sont principalement utilisés en techniques routières et plateformes d'activités économiques (source AMORCE, ANGM, UNPG)
- Pour les laitiers sidérurgiques, le CTPL précise que 85 % des laitiers de fraîche production générés en Auvergne-Rhône-Alpes ont été valorisés en 2018 comme matériaux granulaires pour la construction d'ouvrages de TP.

Trois types d'usages sont définis dans les guides d'acceptabilité environnementale (cf. tableau 4). Ils sont présentés dans les illustrations 4, 5 et 6. Les ressources minérales secondaires répondant aux caractéristiques des guides sont également identifiées en fonction des usages.

Usages revêtus<sup>5</sup> en sous-couche de chaussée ou d'accotement, (appelé Usages routier "type 1"): remblai sous ouvrage, couche de forme, couche de fondation, couche de base, et couche de liaison ;

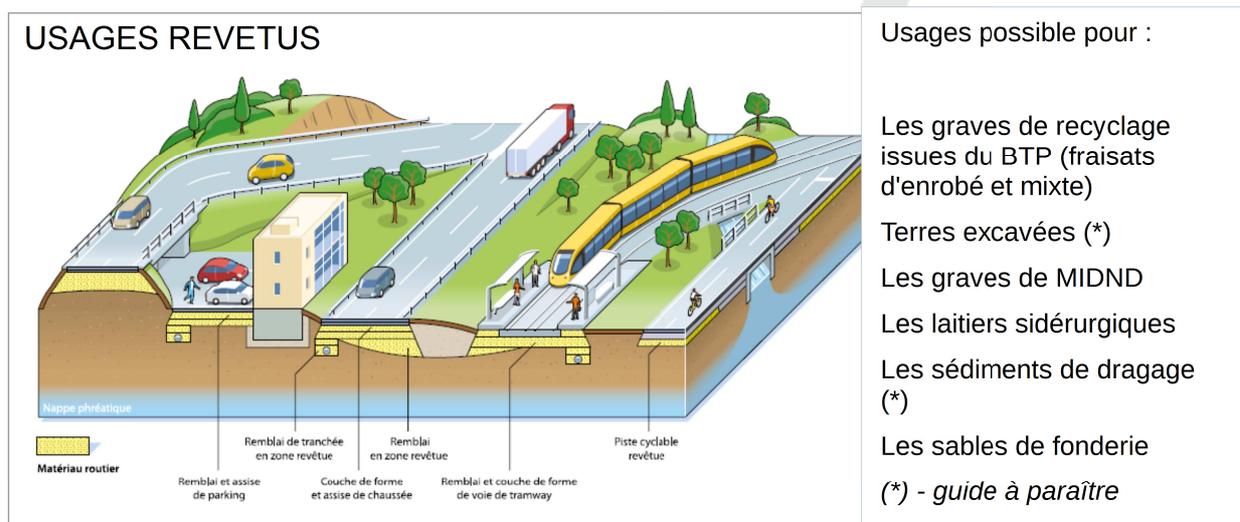


Illustration 4: Usages revêtus (source Guides "Acceptabilité environnementale de matériaux alternatifs en technique routière" du tableau 4)

Usages recouverts<sup>6</sup> en remblai technique connexe à l'infrastructure routière (ex : protection phonique) ou en accotement, dès lors qu'il s'agit d'usages (appelés Usages de type 2) ;

- 5 Revêtus d'une couche de surface réputée imperméable (asphalte, enrobés, enduits superficiels, béton, pavés jointoyés) et présentant une pente minimum de 1%.
- 6 Recouverts par au moins 30 cm de matériaux naturels (dont terre végétale), avec une pente minimum de 5% sur le dessus de cette couverture, afin de limiter l'infiltration de l'eau.

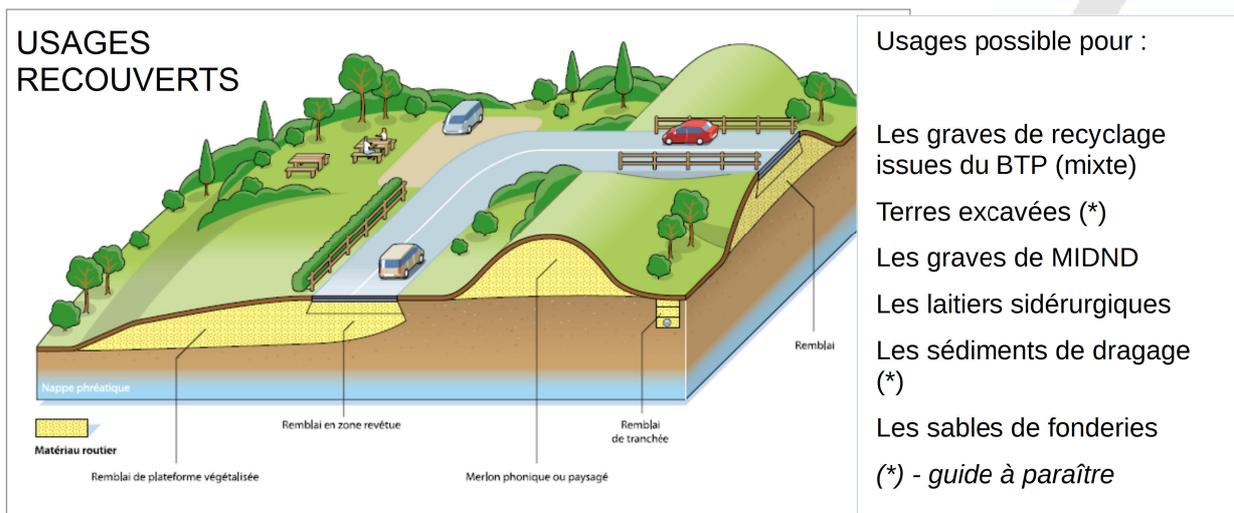


Illustration 5: Usages recouverts (source Guides "Acceptabilité environnementale de matériaux alternatifs en technique routière" du tableau 4)

Usages routiers non-recouverts ou non-revêtus (appelés Usages de type 3) :

- en couche de roulement,
- en sous-couche de chaussée ou d'accotement, non revêtus ;
- en remblai technique connexe à l'infrastructure routière ou en accotement, non recouverts ;
- en remblai de préchargement nécessaire à la construction d'une infrastructure routière ;
- en système drainant (ex : tranchée ou éperon drainant, chaussée réservoir).

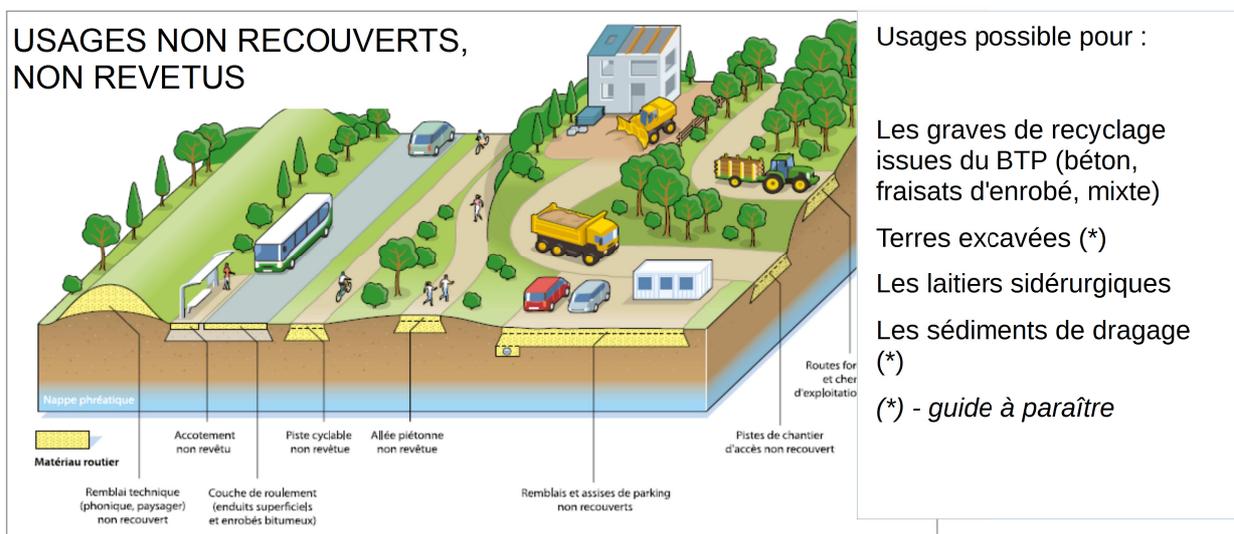


Illustration 6: Usages routiers non recouverts non revêtus (source Guides "Acceptabilité environnementale de matériaux alternatifs en technique routière" du tableau 4)

A noter qu'il existe des techniques de traitement pour augmenter les performances de certains déchets et les rendre compatibles avec un des usages décrit précédemment. Ainsi, le chaulage de certaines terres et cailloux excavés fins, graveleux, sensibles à l'eau, gélifs (13), (14), et/ou l'ajout de liant hydraulique routier permettent de les utiliser en génie civil.

## 2.2 - Aménagements

Les usages définis actuellement concernent uniquement les terres excavées non dangereuses issues de sites et sols potentiellement pollués. Le document est en cours de révision pour inclure toutes les terres excavées.

Par rapport au guide actuel, Les projets d'aménagement concernent :

- ceux définis au sens de l'article L300-1 du code de l'urbanisme
- les opérations de construction faisant l'objet d'une procédure ou autorisation d'urbanisme et ce, quels que soient la procédure d'aménagement et le mode de financement,
- les travaux d'aménagement concourant à l'activité d'un site, à sa remise en état dans le cadre de la cessation d'activité ou opération de démantèlement, réalisés sur les installations classées pour la protection de l'environnement ou sur les installations nucléaires de base

Les terres respectant les préconisations du guide peuvent être utilisées :

- sous bâtiments sans sous-sol avec des logements collectifs, des bureaux ou des logements industriels ou commerciaux
- sous bâtiments ou contre la structure du bâtiment au niveau du sous-sol, pour des bâtiments avec sous-sol avec des logements collectifs, des bureaux ou des logements industriels ou commerciaux
- 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
- dans un aménagement routier revêtu.

## 2.3 - Comblement de cavités souterraines

Les usages en comblement de cavités souterraines concernent les cavités d'origine anthropique (exploitations de ressources minérales, puits, sapes, infrastructures souterraines, etc.) ou naturelle (cavités de dissolution, de suffosion ou volcanique).

Les matériaux alternatifs pouvant être envisagés sont les déchets du bâtiment et de démolition, les terres excavées, les mâchefers. Pour cela, il faut vérifier sa compatibilité chimique, complétée, le cas échéant, d'une étude hydrogéologique et de caractérisation de la vulnérabilité de la nappe et/ou de la caractérisation du fond géochimique local en cas d'une infiltration et/ou usage avéré de la nappe.

## 2.4 - Autres usages

Des travaux sont en cours pour incorporer certaines ressources minérales secondaires en travaux maritimes et fluviaux et en construction (y compris sous bâtiment).

Le tableau 5 présente d'autres usages et pistes de développement.

Tableau 5 : Autres usages et pistes de développement

Type de ressource	Autres usages	Pistes de développement	Source des données
Graves de recyclage issues du BTP	Granulats pour béton		Projet de recherche Recybéton
Graves de mâche-fer	Couches intercalaires et réaménagement d'installations de stockage de déchets non dangereux (ISDND)	En Construction (hors Route)	DREAL Groupe de travail national
Laitiers sidérurgiques	Produits de construction (béton) Liant hydraulique	Enrochements, Granulats pour bétons Matériaux d'isolation.	CTPL
Sables de fonderies	Cimenterie		Ctif
Sédiments de dragage	Régalaie sur le contre halage Granulat pour béton	Restructuration ou amendement de sol agricole	CNR / VNF / EDF
Schistes houillers	Infrastructure de transport Plateformes d'activités Aménagements paysagers. Matériaux de décoration Sols sportifs		Producteur de schiste du territoire

### 3 - Perspectives à 12 ans

Pour les déchets issus des activités du BTP, le plan de prévention et de gestion des déchets a retenu un taux d'évolution des déchets inertes du BTP de + 0,62 % / an sur les différents secteurs (bâtiment, travaux public et chantiers des ménages).

Le scénario retenu dans le plan présente une stabilité des déchets inertes gérés hors des chantiers producteurs (17,9 millions de tonnes) et une augmentation des utilisations sur le chantier (de 6,6 millions de tonnes en 2016 à 8,1 millions de tonnes en 2025 et 9 millions de tonnes en 2031). Sur les 17,9 millions de tonnes gérés hors des chantiers producteurs, le plan prévoit une augmentation du recyclage des terres et matériaux meubles, des graves et matériaux rocheux et des mélanges de déchets inertes par rapport au remblaiement de carrières ou à l'élimination. Le tableau ci-dessous présente les objectifs du plan.

Objectifs Réutilisation et recyclage	Quantités réutilisées et recyclées en 2016 (millions de tonnes)	Objectifs 2025 (millions de tonnes)	Objectifs 2031 (millions de tonnes)
Terres et matériaux meubles	1,26	1,54	1,77
Graves et matériaux rocheux	1,03	1,08	1,14
Mélanges de déchets inertes	1,36	1,98	2,58
<b>Evolution (millions de tonnes)</b>		<b>+ 1</b>	<b>+ 1,8</b>

Certains grands projets pourront avoir un impact sur la production de déchets et potentiellement de ressources minérales secondaires. Le plan de prévention et de gestion des déchets a identifié les grands projets :

- Sur le territoire de la métropole de Lyon,
  - pour le prolongement de la ligne B du métro SYTRAL, les déblais sont estimés à 325 000 m<sup>3</sup> sur la période 2018 - 2020 (source plan de prévention et de gestion des déchets)
  - pour l'anneau des sciences, les déblais sont estimés à 3 millions de m<sup>3</sup> sur la période 2022 - 2027
- Pour le projet ferroviaire Lyon -Turin, la partie savoyarde devrait générer 22 millions m<sup>3</sup> de matériaux excavés à l'horizon 2030 (source plan de prévention et de gestion des déchets)

Au niveau des chantiers État, à noter :

- le chantier A480 - Rondeau sur le territoire de Grenoble Alpes Métropole qui devrait générer de l'ordre de 80 000 à 90 000 m<sup>3</sup> de déblais tout au long du chantier qui devrait se terminer en 2022.
- le chantier de la RCEA, entre Montmarault et Digoin (pas de données actuelles sur les quantités de déchets excédentaires).

Pour les graves de mâchefers, le gisement devrait être stable.

Pour le CTPL, les quantités de laitiers sidérurgiques devraient être stables, avec une production annuelle comprise entre 70 000 et 90 000 tonnes. Au cours de cette période, il est probable que les stocks historiques de laitiers seront progressivement résorbés.

Pour les sables de fonderie, le CTif précise que les sables sont principalement utilisés en

cimenteries et en travaux publics. La valorisation en technique routière est pour le moment faible. Une des raisons est le manque d'installation de recyclage permettant d'élaborer le sable de fonderie en matériaux alternatifs. Un chantier routier correspond souvent à un minimum de 3000 tonnes de sable, et seules les grosses fonderies disposent de stockage ou flux suffisant pour répondre à ce type de besoin sans installation de recyclage.

Si la filière de recyclage des sables s'organise, les sables élaborés, pourraient être en grande partie valorisés.

Pour les sédiments de dragage, lorsque la restitution au cours d'eau n'apparaît pas possible sur les plans techniques, environnementales ou économiques, il est permis d'envisager une production annuelle de l'ordre de 500 000 tonnes avec une forte variabilité spatiale et temporelle.

Quelle que soit la ressource minérale secondaire, pour favoriser leur utilisation en technique routière, il est important d'adapter les marchés de travaux. Une fiche a été rédigée pour apporter, aux rédacteurs des marchés, les éléments à intégrer (cf. Fiche n°2 - marchés).

Pour les graves de mâchefer, un groupe de travail national rédige un CCTP qui devrait compléter la fiche n°2 (parution prévue pour fin 2019).

Rédigé, le  
Le chargé d'Affaire

Agathe DENOT

Vu et approuvé, le  
Le responsable de groupe

Laurent EISENLOHR

# Annexes

---

Annexe A - Installations de recyclage des déchets du BTP

Annexe B - Gisement de déchets du BTP

Annexe C - Localisation des IME et gisement des graves de mâchefer

Annexe D - Localisation / gisement de laitiers sidérurgiques

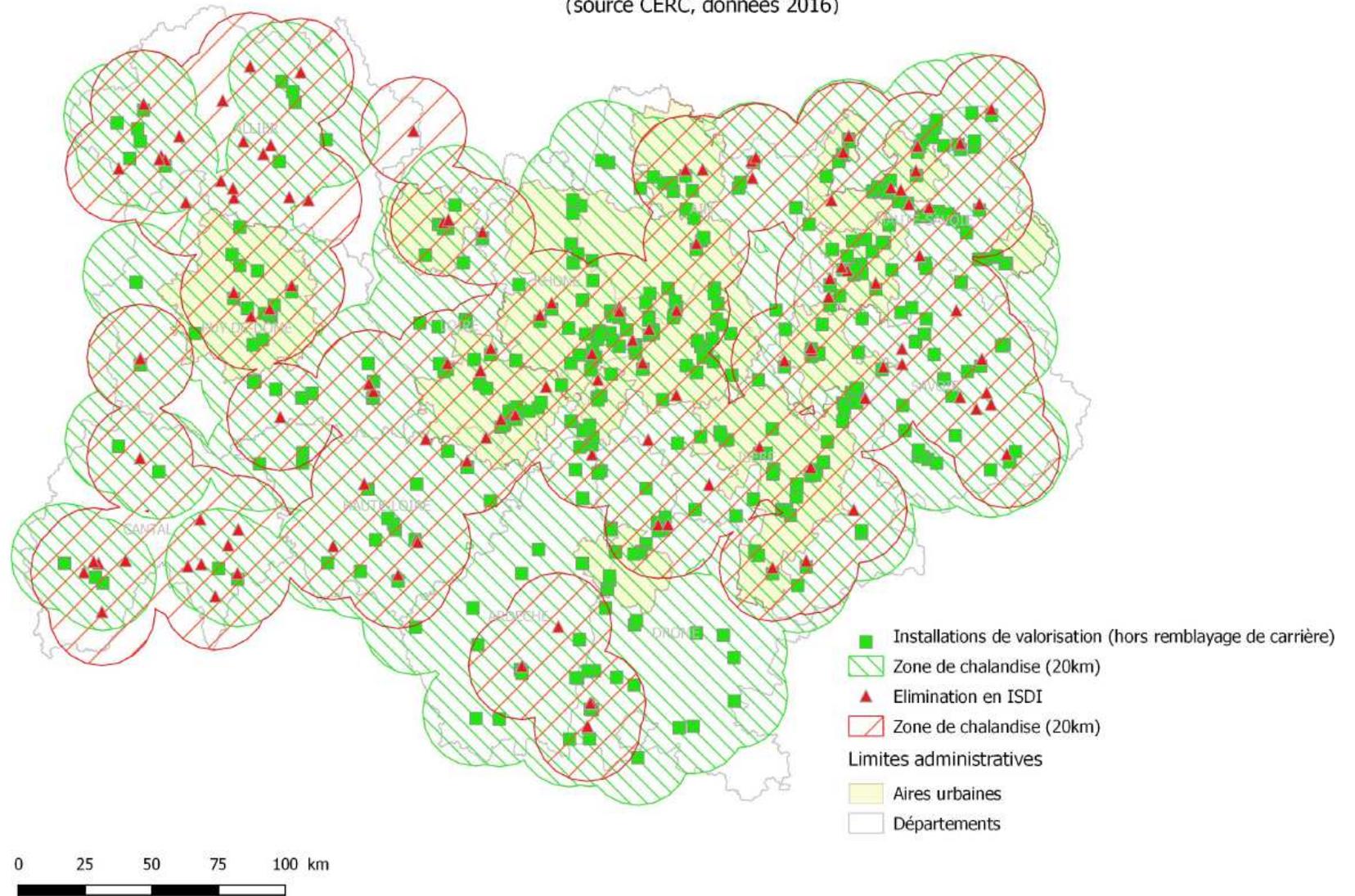
Annexe E - Gisement de sables de fonderie

PROJET

**Annexe A**

**Les installations de valorisation (hors remblayage de carrière) et d'élimination en Auvergne Rhône - Alpes**

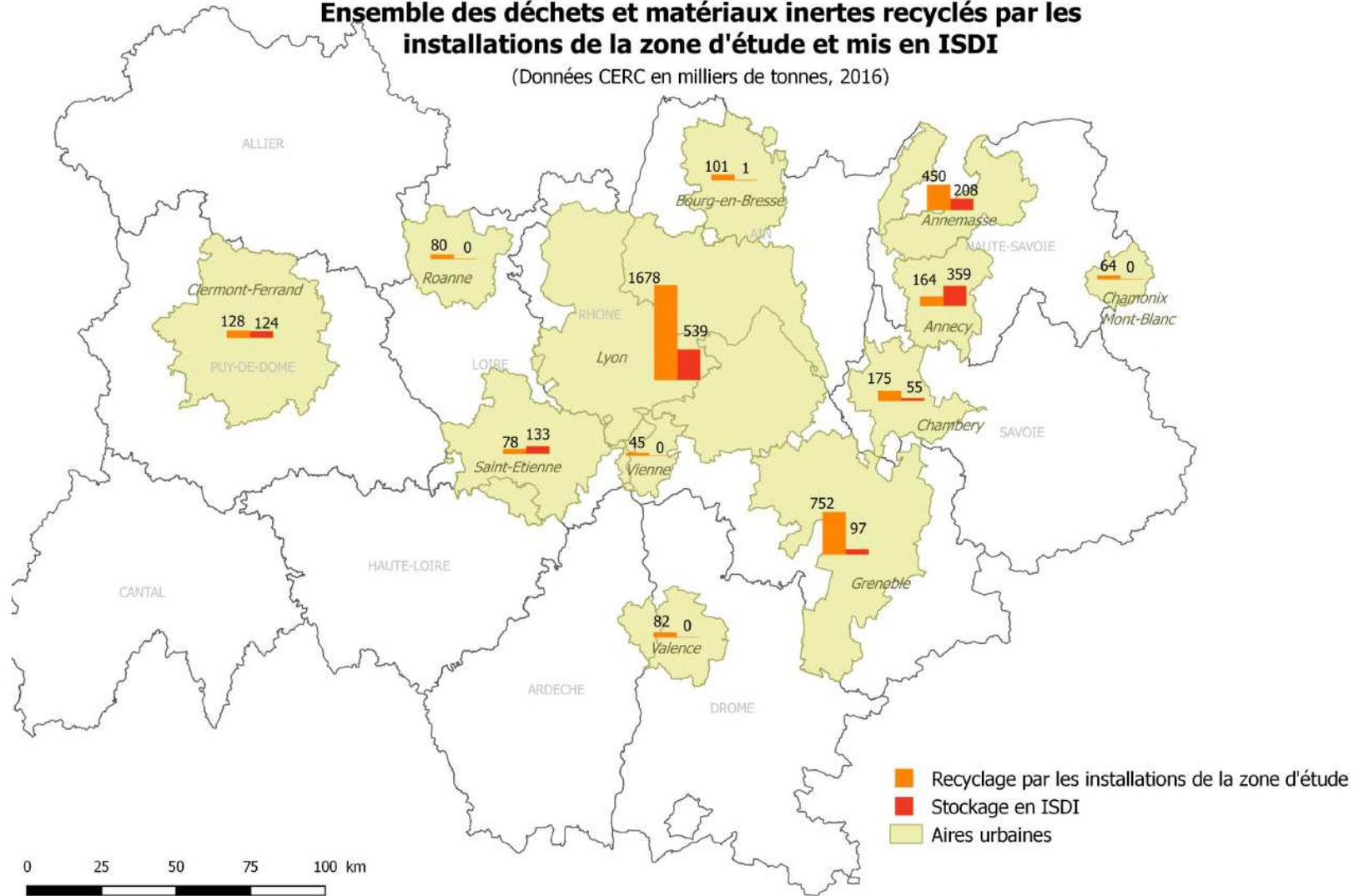
(source CERC, données 2016)



**Annexe B**

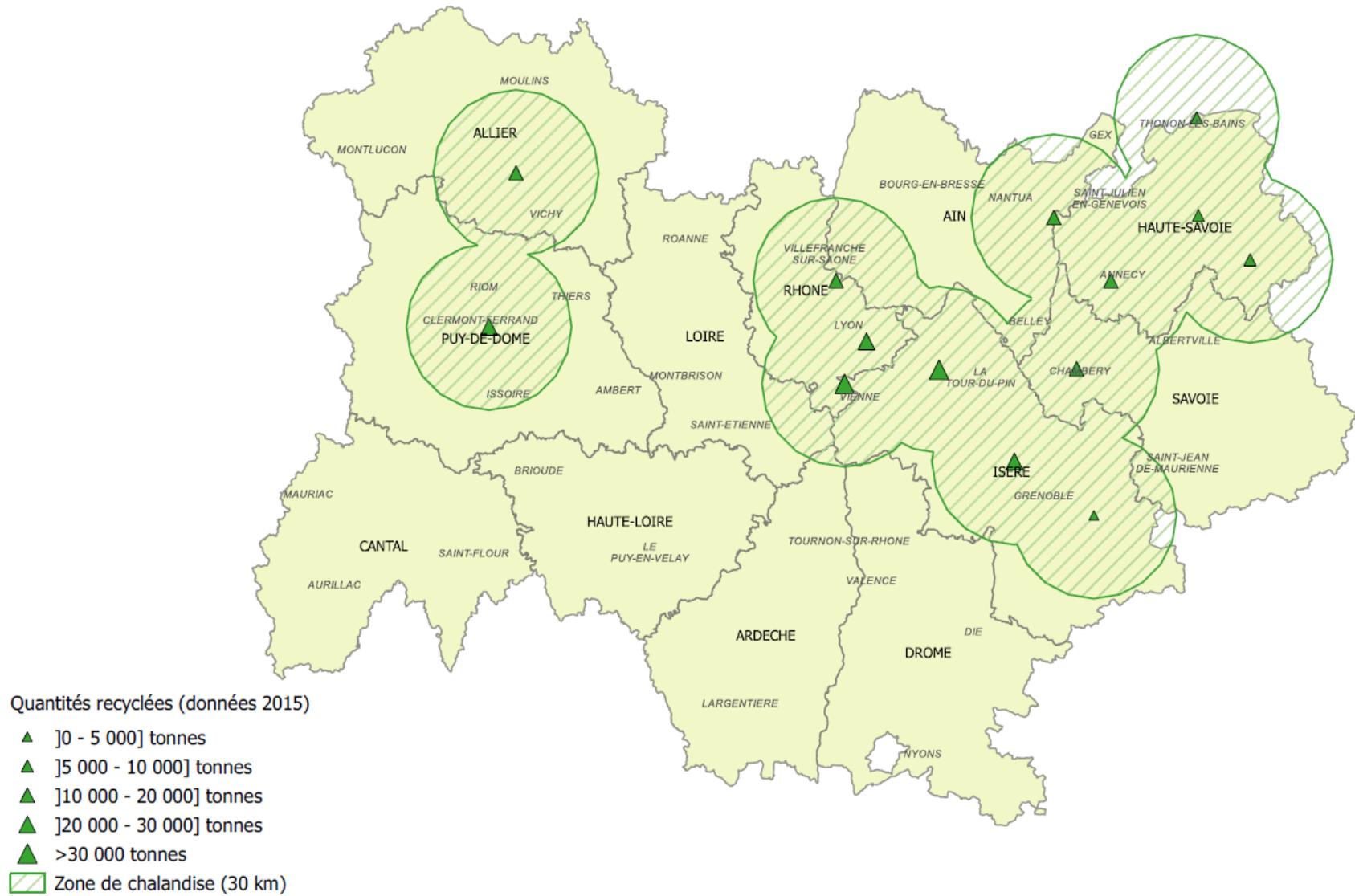
**Ensemble des déchets et matériaux inertes recyclés par les installations de la zone d'étude et mis en ISDI**

(Données CERC en milliers de tonnes, 2016)



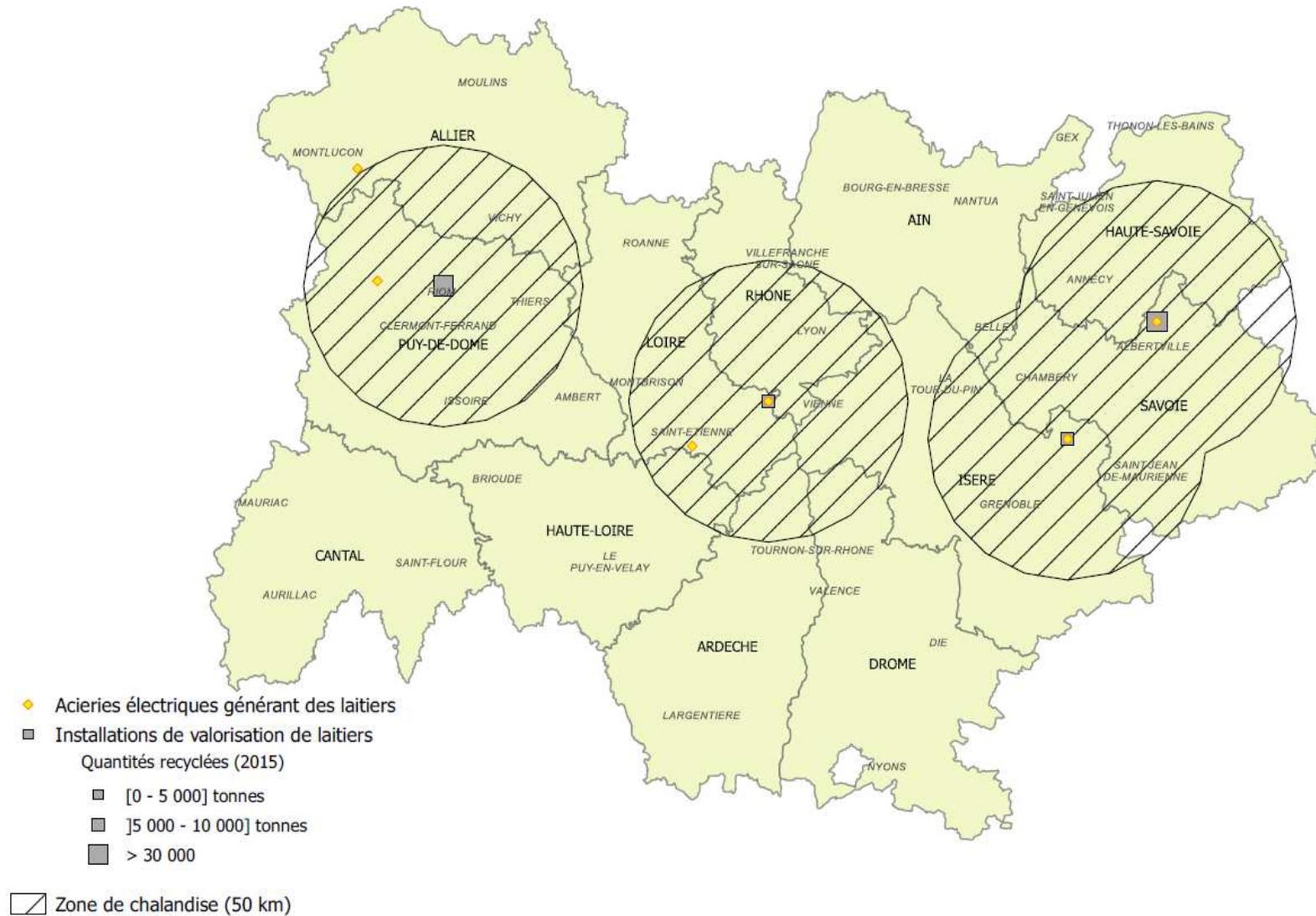
**Annexe C**

**Installations de maturation et élaboration de mâchefers (IME) en Auvergne - Rhône-Alpes**

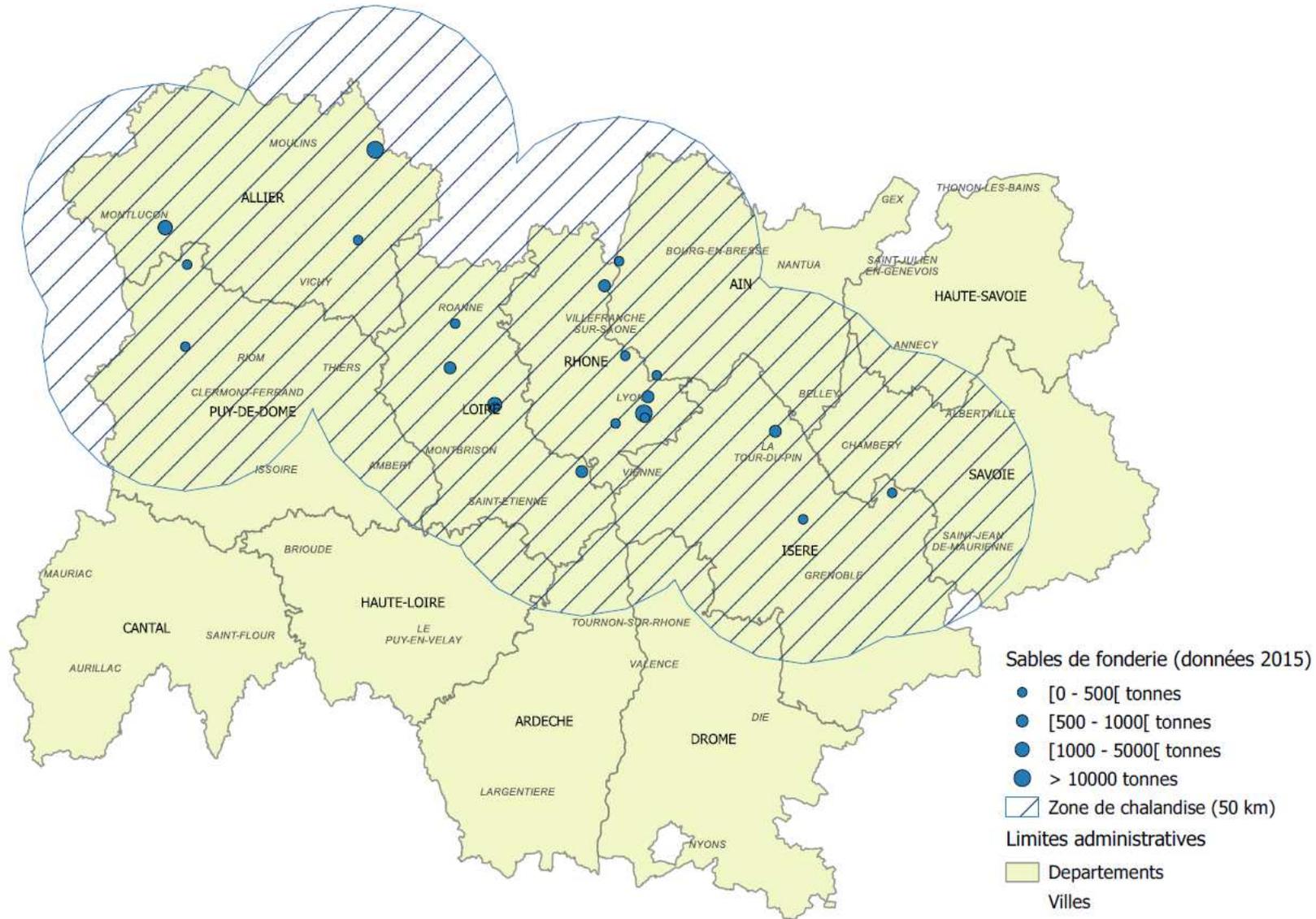


Annexe D

Acieries électriques et installations de valorisation de laitiers en Auvergne - Rhône-Alpes



## Annexe E Gisement de sables de fonderie en Auvergne - Rhône-Alpes



# Bibliographie

---

- [1] Plaquette UNICEM/UNPG - L'industrie française des granulats, édition 2019 - données 2017
- [2] Etat des lieux du recyclage des mâchefers - Enquête - Amorce / ANGM / UNPG - Série Technique - Réf. AMORCE DT 92 Mars 2018 - 33 p.
- [3] Tableau de bord - déchets d'emballages ménagers - données 2017 - Ademe, 2018, 20 p.
- [4] Flux de laitiers d'aciérie - enquête nationale - année 2018, CTPL, 8 p.
- [5] Guide échantillonnage des sédiments marins et fluviaux - Du plan d'échantillonnage aux analyses de laboratoire - Synthèse documentaire et recommandations - Cerema, 2018, 67 p.
- [6] Enquête déchets et déblais 2014 - données sur les déchets inertes par nature de déchets - SOeS
- [7] Économie circulaire : la valorisation des déchets de sable, B. Torralba, site du Ctif, 2017
- [8] Engagement pour la croissance verte du 20/10/2017 relatif au recyclage du verre plat de déconstruction et de rénovation
- [9] Plaquette "Les graves de mâchefer en technique routière : un matériau à valoriser", DGPR / Cerema, 2016, 16 p.



#### **Cerema Centre-Est**

Département Environnement Territoires Climat - 46, rue Saint-Théobald - BP 128 - 38081 L'ISLE D'ABEAU CEDEX - +33 (0)4 74 27 51 51

Siège social : Cité des mobilités - 25, avenue François Mitterrand - CS 92 803 - F-69674 Bron Cedex - Tél : +33 (0)4 72 14 30 30

Établissement public - Siret 130 018 310 00107 - TVA Intracommunautaire : FR 94 130018310