



## RAPPORT DE RECHERCHE

### Thème 3

# La ressource en matériaux inertes recyclables dans le béton en France

Estimation des pratiques actuelles et des évolutions  
potentielles à partir des études publiées par les Cellules  
Économiques Régionales de la Construction.

Lafarge France

Laëtitia MONGEARD - Aurélien DROSS

LC/15/RECY/65  
R/16/RECY/032  
Juin 2016



## Sommaire

Résumé.....	3
Introduction.....	5
Partie 1. Méthodologie pour estimer le gisement en déchets inertes recyclables dans le béton.....	7
11. Définition des matériaux pris en compte.....	7
12. Etat de la connaissance sur la production nationale de déchets inertes.....	9
13. Mise en œuvre d'une méthode d'estimation .....	12
Partie 2. Estimation du gisement de déchets inertes recyclable dans le béton en France.....	22
21. Quantités connues et estimées de déchets inertes produits par les entreprises du BTP.....	23
22. Part du gisement disponible pour le recyclage dans le béton .....	32
23. Marges d'évolution vers le recyclage .....	46
Partie 3. Analyse spatiale des installations de la filière de recyclage .....	55
31. Maillages en installations de valorisation des déchets inertes des principales agglomérations françaises.....	56
32. Distances potentielles de transport pour la filière de recyclage dans le béton.....	59
33. Leviers et freins autour du fonctionnement des plates-formes de recyclage : .....	64
Conclusion .....	67
Références.....	70
Annexes .....	71

## Résumé

L'étude porte sur l'estimation de la ressource potentielle en matériaux inertes recyclables dans le béton, indépendamment des pratiques de recyclage en France. À partir des diagnostics réalisés en amont des plans départementaux de gestion des déchets du BTP et déjà publiés par les Cellules Économiques Régionales de la Construction en juillet 2015, l'étude propose une estimation nationale des quantités d'inertes recyclables dans le béton issus des chantiers du Bâtiment et des Travaux publics. Les matériaux pris en compte sont les déchets de béton et les mélanges de déchets inertes. Les déchets de briques, tuiles et céramiques, sont trop marginaux pour être consolidés à l'échelle de l'étude ; par contre ont été ajoutés les graves et matériaux rocheux – part valorisable des terres et cailloux – car identifiés dans les études avec des volumes conséquents. L'étude propose dans un premier temps d'observer les données détenues pour 32 départements. Pour passer à l'extrapolation nationale, une méthodologie en deux temps est ensuite mise en place : un contrôle de cohérence par l'estimation du gisement total des déchets inertes, puis l'estimation proprement dite des gisements recyclables dans le béton en introduisant un coefficient de correction lié à la qualité des matériaux. Les données obtenues sont mises en perspective par l'observation de leur répartition quantitative sur le territoire et par les apports d'une enquête qualitative auprès d'entreprises de démolition, complétés des retours d'expérience sur la qualité observée sur les déchets inertes arrivant sur les plates-formes de recyclage (thème 3 RECYBETON). L'ensemble permet de définir des marges de progression pour diriger plus de matériaux vers le recyclage dans le béton. L'inventaire réalisé pourra être aisément actualisé dans le futur au fur et à mesure des publications des enquêtes locales. Enfin, l'étude propose un focus sur douze zones géographiques réalisé à partir des données du site « Déchets de chantier » de la Fédération Française du Bâtiment et des données professionnelles. Cette approche territoriale analyse les leviers pour la mise en place de cette filière en s'appuyant sur l'existant et sur la nécessaire complémentarité avec les carrières. Une enquête qualitative auprès de recycleurs intéressés par la filière béton complète cette réflexion.

The study focuses on the estimated resource of inert materials recyclable in the concrete in France. During the last years, Regional Economic Cells of Construction realized diagnostics for the preparation of departmental plans of the construction waste management. With the diagnostics published by in July 2015, the study provides an estimate of the amounts of recyclable inert materials in concrete, produced by Construction and Public Works companies. The considered materials are waste of concrete, mixtures of inert waste and gravels and rock materials. The study proposes initially to observe the data held for 32 departments. A two-step methodology is then put in place: first the estimated total deposit of inert waste for checking the consistency of extrapolation, then the estimate of recyclable deposits in concrete. The quantitative data obtained are put into perspective by observing their distribution throughout the country, for the supply from a qualitative survey of demolition companies and the feedback provided by the theme 3. Thus, it is possible to identify how directing more material to recycling in concrete. Finally, the study proposes a spatial analysis of the potential recycling in concrete from data provided by the site "Déchets de chantier" of the Fédération Française du Bâtiment. This territorial approach complements the quantitative data by analyzing the levers to the development of this sector, including reliance on the existing and optimize complementarity with careers. A qualitative survey of recyclers interested in the concrete industry complements this reflection.



## Introduction

Le recyclage dans les bétons de différents matériaux recyclés s'inscrit dans le développement de l'économie circulaire. La mise en œuvre d'une filière de recyclage introduisant une telle boucle de circuit court est une fin en soi qu'il n'est pas nécessaire de défendre. Cependant, cette mise en place ne peut se faire *ex nihilo*, des pratiques de recyclage étant déjà à l'œuvre.

Le thème 3 du Projet National RECYBETON a notamment pour objectif de cerner le fonctionnement socio-économique dans lequel interviennent ces nouvelles pratiques. La présente étude a pour objectif de fournir une image aussi fidèle et représentative que possible de la ressource nationale en matériaux recyclés susceptibles d'être utilisés –voire déjà employés– dans les bétons, et de mettre en perspective cette ressource en regard des dispositifs et lieux de recyclage déjà en place.

L'estimation proposée mobilise les données rassemblées par le réseau des Cellules Economiques Régionales de la Construction dans le cadre des diagnostics réalisés en amont des Plans départementaux – ou régionaux - de gestion des déchets du BTP, et disponibles en juillet 2015. Ces données donnent un aperçu des quantités de déchets produites dans 32 départements, à partir desquelles une estimation du gisement national recyclable dans le béton est réalisée. Dans un second temps, l'étude s'appuie sur les données mises à disposition par le site Internet « Déchets de chantier » de la Fédération Française du Bâtiment afin d'analyser la répartition dans l'espace des installations accueillant des déchets inertes et de visualiser le fonctionnement spatial de la filière potentielle (mise en regard des lieux de production de matières premières et des lieux de fabrication du béton).

La réflexion repose sur l'ensemble des déchets produits par les entreprises du BTP. La filière béton ne vise pas à concurrencer frontalement les pratiques de recyclage qui fonctionnent aujourd'hui, mais à développer une certaine complémentarité par l'optimisation qualitative et géographique des flux d'inertes déjà orientées et recyclées dans les chantiers routiers avec les flux actuellement non valorisés. L'accentuation de l'effort de recyclage (avec l'objectif de 70% recyclés des déchets du BTP), commencé depuis plus de 20 ans, se poursuivra par exemple avec des valorisations de terres dans des applications de remblais et de sous-couches routières qui pourront se substituer aux productions actuelles basées sur les fractions bétons. Le raisonnement est fait dans l'absolu car l'orientation vers les marchés (remblais, route, VRD ou nouveaux bétons) devra s'organiser – notamment par des études du type RECYBETON - en fonction des matériaux mêmes, de leur qualité, de leur localisation et des exigences du client final.

Autre préalable devant être présenté, les données mobilisées ici concernent exclusivement les déchets produits par les chantiers du BTP et offrent peu de visibilité sur des quantités pourtant présentes et conséquentes, de matériaux potentiellement intéressants pour la filière : celles des matériaux inertes d'autres industries comme celles du béton (BPE et préfabrication). Ainsi, le présent propos peut être considéré comme un premier aperçu visant à être affiné d'une part par ce que l'on pourrait nommer le « BTP élargi » et d'autre part par un travail postérieur sur la base des données consolidées des enquêtes CERC (sécurisées et rendues anonymes), beaucoup d'études locales étant en phase terminales et devant permettre la représentation de 60% des départements. On peut en effet remarquer que l'un des outils des CERC (voir page 9) est susceptible de comptabiliser les déchets de béton en provenance des unités de fabrication ; mais ces données ne sont pas recoupées par les autres questionnaires. Donc pour éviter tout double compte, il serait utile d'affiner ce point dans la méthode d'inventaire.



## Partie 1. Méthodologie pour estimer le gisement en déchets inertes recyclables dans le béton

### Résumé

*Objectif de l'étude : estimer les quantités de déchets inertes recyclables dans le béton (gisements spécifiques observés : béton, mélanges de matériaux inertes, graves et matériaux rocheux).*

*Un échantillon de 32 départements relativement représentatif du territoire national.*

*Choix des données : quantités produites par les entreprises du BTP. Recours ponctuel aux données qui concernent les quantités entrées sur des installations.*

*Déploiement de méthodologies pour schématiser le comportement statistique des départements et imaginer une méthodologie pertinente.*



La présente étude a pour objectif d'estimer les quantités de matériaux inertes produits par les entreprises de Bâtiment et Travaux présentant un potentiel de recyclage dans le béton, tout en observant la répartition en France d'un tel gisement. Cette étude doit ainsi permettre de faire le lien entre les informations existant au niveau global et celles issues du niveau départemental ou régional.

### 11. Définition des matériaux pris en compte

Les déchets inertes en provenance des chantiers du BTP comprennent les catégories suivantes : les terres et autres matériaux meubles non pollués, les graves et matériaux rocheux, les bétons (armés et non armés), les déchets d'enrobés, les mélanges de déchets inertes, les briques, tuiles et céramiques et enfin les verres non recyclables,

En premier lieu sont naturellement considérés les déchets de béton du fait de l'objectif-même du Projet national s'intéressant au « béton dans le béton ». Au cœur des recherches, ils ne sont cependant pas les seuls matériaux pouvant être envisagés comme matière première pour l'élaboration de nouveaux bétons. À partir des données dont nous disposons, deux autres types d'inertes sont pris en compte : les matériaux inertes en mélange et les graves et matériaux rocheux.

Les bétons recyclables des entreprises du BTP sont issus de la démolition d'ouvrages en béton. En termes de « recyclabilité », lorsqu'ils sont de qualité, ils nécessitent généralement un déferrailage. Les matériaux inertes en mélange et les graves et matériaux rocheux nécessitent pour leur part un plus grand effort de préparation mais représentent des gisements conséquents à ne pas négliger. À la seule échelle de notre échantillon, les bétons représentent moins de 10% (8,5%) des matériaux inertes tandis que les matériaux inertes en mélange et les graves et matériaux rocheux représentent chacun près de 15%. Même si la totalité de ces matériaux ne peut être recyclée, le gisement en matériaux pouvant être orientés vers le béton est grandement accru.

En ce qui concerne les mélanges de matériaux inertes, ils peuvent cependant contenir du béton en faible quantité, notre raisonnement partant du principe que de grandes quantités de béton incitent à un tri sur chantier plus conséquent. Des moyens techniques peuvent permettre de les traiter afin d'isoler la part solide recyclable (bétons, blocs,...) avec des moyens plus ou moins automatisés. Cette fraction retrouve ensuite un traitement mécanique analogue au traitement des déchets de bétons par concassage et criblage. La part recyclable dans le béton est estimée entre 25 et 35%<sup>1</sup>.

Concernant les graves et matériaux rocheux, la plupart des roches consolidées peut convenir pour la fabrication de béton, abstraction faite des fractions pouvant contenir du gypse ou de l'anhydrite (roches sulfatées). Après contrôles minéralogiques (chimiques), un traitement mécanique est donc nécessaire pour séparer les fractions valorisables dans le béton : l'estimation de cette part valorisable se situe entre 70 et 80%.

Les déchets de briques, tuiles et céramiques, sont trop marginaux pour être consolidés à l'échelle de l'étude.

Les autres déchets – enrobés, terres et matériaux meubles - sont impropres à toute incorporation dans une formulation béton.

Dans le cas des bétons, les retours de suivi de plate-forme indiquent qu'aujourd'hui, 90 à 100 % des matériaux béton sont physiquement corrects – il s'agit seulement de retirer les aciers et les indésirables tels que le bois ou le plastique - mais que leur qualité intrinsèque, notamment les forts taux de sulfates au regard des normes actuelles, ne permet d'envisager qu'une proportion de l'ordre de 55 à 65 % de bétons recyclables. Seules des techniques de déconstruction généralisées, au moment de la démolition, permettront d'accroître la part des bétons recyclables.

---

<sup>1</sup> Les pourcentages de recyclabilité appliqués pour les trois types d'inertes considérés ont été définis à partir de l'expérience de terrain des personnes encadrant cette étude.

## 12. Etat de la connaissance sur la production nationale de déchets inertes

### 121. Des chiffres à l'échelle nationale

Des chiffres relatifs à la production de déchets par les activités du Bâtiment et des Travaux publics sont publiés régulièrement à l'échelle nationale. Des chiffres publiés par l'ADEME en 2008, actualisés pour 2010 estimaient ainsi le gisement de déchets du BTP à 260 millions de tonnes dont 221 pour les seuls Travaux publics<sup>2</sup>.

Un bilan sur la production de déchets en France en 2012, publié en 2014 par le MEDDE, attribue quant à lui une production de l'ordre de 246,7 millions de tonnes pour le secteur dit de la Construction<sup>3</sup>. Cette évolution des quantités est à mettre en relation avec l'évolution à la baisse de l'activité économique dans son ensemble. Parmi ces déchets, 231,2 millions de tonnes sont des déchets minéraux inertes<sup>4</sup>, contre 13,1 de déchets non inertes non dangereux et 2,4 de déchets dangereux. Ces déchets minéraux correspondent aux déchets inertes du BTP.

Une enquête est actuellement menée par le service statistique des ministères de l'Ecologie, du Développement durable et de l'Energie et du Logement, de l'Egalité des Territoires et de la Ruralité. Les résultats n'étant pas encore publiés à la date de publication du présent rapport, nous prenons comme chiffres nationaux de référence ceux de 2012 précédemment cités.

### 122. Des chiffres à l'échelle départementale

#### \* Contexte réglementaire

Une autre échelle territoriale permet d'appréhender la production de déchets des activités du BTP : l'échelle départementale. La réglementation française en matière de déchets a évolué d'une prise en compte globale de l'ensemble des déchets produits à celle des déchets issus des différentes activités. Les déchets de chantier, soumis à la loi du 13 juillet 1992 relative à l'élimination des déchets ainsi qu'aux installations classées pour la protection de l'environnement, font l'objet d'une circulaire spécifique le 15 février 2000 imposant leur planification à l'échelle départementale. Furent ainsi établis les premiers plans départementaux de gestion et de planification des déchets du BTP, portés par les Conseils Généraux. Etablissant un recensement des lieux d'évacuation des déchets et une estimation des quantités produites, les plans furent appelés à être approfondis et généralisés vers plus de planification par la circulaire du 18 mai 2006. L'objectif de réduction des déchets et d'accroissement de la valorisation est annoncé par la directive-cadre européenne du 19 novembre 2008 et repris par les lois Grenelle françaises de 2009 et 2010<sup>5</sup>.

---

<sup>2</sup> <http://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/fiche-technique-dechets-du-batiment-201412.pdf>

<sup>3</sup> *Bilan 2012 de la production de déchets en France*, Commissariat Général au développement durable n° 615, A partir de l'enquête sur les déchets et les déblais produits par la construction et secteur de la dépollution en 2008 (Medde/CGDD/SOeS), réactualisée en 2012

<sup>4</sup> Terme employé dans l'étude, correspondant aux déchets inertes

<sup>5</sup> « La **directive-cadre révisée relative aux déchets du 19 novembre 2008** constitue le nouveau texte de référence de la politique de gestion des déchets au sein de l'Union européenne. Elle fixe de nouveaux objectifs de valorisation matière que les États membres devront atteindre d'ici 2020, notamment les déchets de construction et de démolition devront être valorisés à 70%. Les mesures prévues dans le cadre du Grenelle Environnement contribueront à l'atteinte de l'objectif défini par la directive. » <http://www.developpement-durable.gouv.fr/Dechets-du-batiment,19574.html>

### \* Outils et méthodes

C'est dans ce contexte d'appel à une nouvelle édition de plans de gestion et de planification que les Cellules Economiques Régionales de la Construction ont pu être sollicitées par certaines collectivités territoriales afin de réaliser un diagnostic servant de base au nouveau plan.

La Cellule Economique Rhône-Alpes fut ainsi mobilisée pour réaliser le diagnostic dans les départements de la région. Pour ce faire fut élaborée une méthodologie basée sur cinq outils (figure 1) devant permettre la prise en compte des différentes étapes et différents acteurs du secteur de la production des déchets du BTP. Cette méthodologie a pu être déployée dans d'autres départements par le réseau des CERC, sous l'égide de la Charte des CERC signée en 2012 visant notamment la mise en commun de méthodologies et la comparaison des analyses et travaux entre les régions et entre le niveau national et régional.

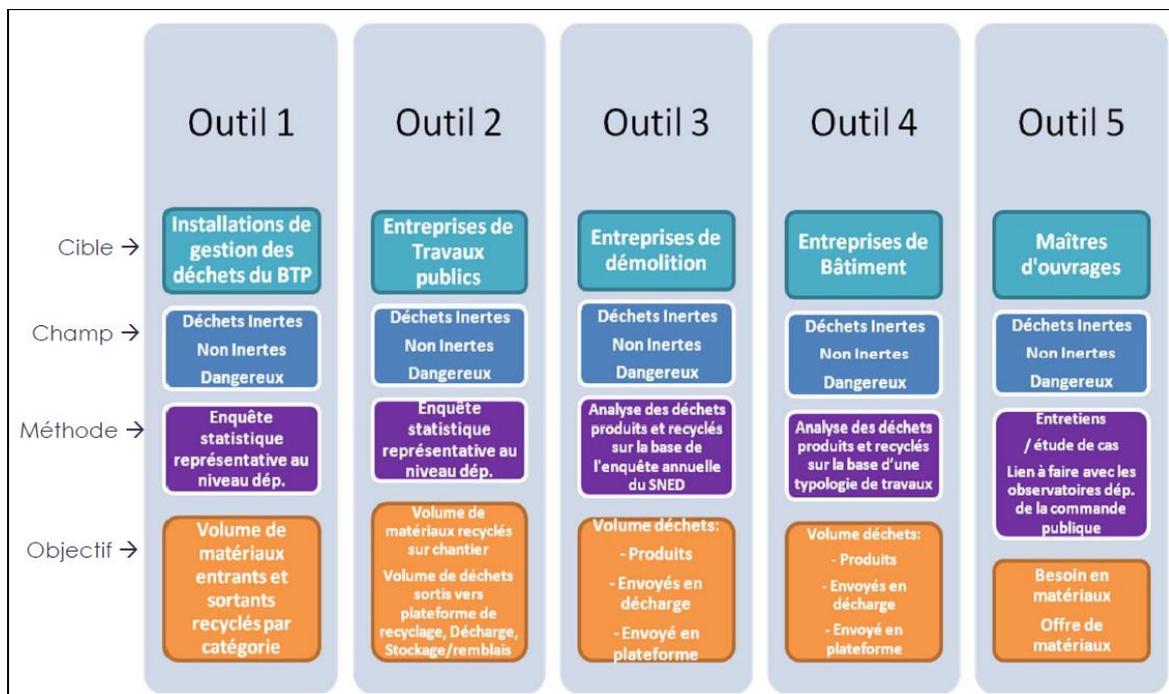


Figure 1 : Outils déployés par la méthodologie CERC, document extrait de l'étude réalisée dans le département du Rhône

La méthode mise en œuvre propose ainsi un premier outil basé sur un questionnaire soumis aux installations accueillant des déchets du BTP et des industries. Cet outil permet d'établir les volumes entrant et sortant des installations.

Le deuxième outil est également basé sur un questionnaire soumis pour sa part aux entreprises de Travaux publics, y compris celles de démolition relevant de ce secteur d'activité. Cet outil met en lumière les volumes produits par ces entreprises, leurs origines, leurs types et leurs destinations.

Le troisième outil est le même que le précédent mais s'adresse aux entreprises de démolition répertoriées comme entreprises du Bâtiment, le quatrième s'adresse à celles du Bâtiment ne faisant pas de démolition. Pour ces deux outils, les volumes peuvent être estimés mais les échantillons sont bien souvent trop peu importants pour que des typologies d'origine, de nature ou de destination aient pu être envisagées.

Le dernier outil plus qualitatif repose sur un dispositif d'entretiens auprès de maîtres d'ouvrage. Il n'est pas mobilisé pour la présente étude.

Nous remarquerons donc que les enquêtes 2 à 5 recourent les informations auprès des acteurs du BTP, sans permettre toutefois de boucler les inventaires en provenance des industries qui sont susceptibles d'envoyer leurs déchets de fabrication sur une plate-forme ou installation.

À partir de cette méthodologie, nous avons pu extraire les données présentées dans le tableau pour chaque département pour lequel l'étude était disponible<sup>6</sup> :

Année prise en compte	
<b>Quantités de déchets et matériaux générées par les entreprises de Travaux Publics notamment de démolition</b>	
Quantités de déchets et matériaux inertes	
Département d'origine	Département concerné ou hors département
Activité d'origine	Terrassement, démolition, construction et entretien de route, canalisations, ouvrage d'art et travaux spéciaux, autre
Répartition des déchets inertes par type	Terres et matériaux meubles non pollués, mélanges de déchets inertes, graves et matériaux rocheux, déchets d'enrobés, béton, briques tuiles céramiques, autre
Destination des déchets inertes	Réemploi ou Sortie de chantier puis Carrière, décharge <sup>7</sup> , plate-forme de recyclage, utilisation sur un autre site, centrale d'enrobés, remblais soumis au code de l'urbanisme, remblais non soumis au code de l'urbanisme, autre destination
Destination par type de déchets inertes	Réemploi ou Sortie de chantier
<b>Quantités déchets et matériaux générés par les entreprises de démolition du Bâtiment</b>	
Quantités de déchets et matériaux inertes	
Répartition des déchets inertes par type	Terres et matériaux meubles non pollués, mélanges de déchets inertes, graves et matériaux rocheux, déchets d'enrobés, béton, briques tuiles céramiques, autre
<b>Quantités déchets et matériaux générés par le Bâtiment hors démolition</b>	
Quantités de déchets et matériaux inertes	
Répartition des déchets inertes par type	Terres et matériaux meubles non pollués, mélanges de déchets inertes, graves et matériaux rocheux, déchets d'enrobés, béton, briques tuiles céramiques, autre
<b>Quantités déchets ayant transité dans des installations</b>	
Quantités de déchets inertes	
Département d'origine	Département concerné ou hors département
Répartition des déchets inertes par type	Terres et matériaux meubles non pollués, mélanges de déchets inertes, graves et matériaux rocheux, déchets d'enrobés, béton, briques tuiles céramiques, autre
Type de traitement réalisé	Valorisation ou non puis recyclés, remblai de carrière <sup>8</sup> , projet d'aménagement, remblai soumis au code l'urbanisme, remblai hors code de l'urbanisme, centrale d'enrobage, autre projet OU stockés sur place non définitivement, ISDI, autre
Type de traitement par type de déchets inertes	<i>Idem</i>

Figure 2 : Données extraites des études mobilisées

Le réseau des CERC présente des états d'avancement différents d'un département à un autre (voir état d'avancement communiqué en mars 2015 sur la figure 3). Par ailleurs dans 18 départements, la Cellule économique régionale n'a pas été sollicitée. La carte ci-dessous fait également apparaître les départements pour lesquels une étude a pu être prise en compte : l'étude est réalisée à partir d'un échantillon de 32 départements. Les départements d'Ile-de-France n'ont pu être intégrés dans l'étude malgré la disponibilité des résultats car l'étude réalisée, PREDEC, raisonne à l'échelle de la région sans détailler à l'échelle départementale. La diversité des départements au sein de cette seule région ne permettait pas un traitement statistique afin d'estimer les données départementales. Les

<sup>6</sup> 32 études étaient disponibles lors de la réalisation de notre étude.

<sup>7</sup> Terme employé dans les études CERC, correspondant aux Installations de Stockage de Déchets Inertes (ISDI)

<sup>8</sup> Terme employé dans les études CERC correspondant au réaménagement de carrière

résultats du PREDEC sont donc conservés à part, permettant notamment des comparaisons avec les extrapolations réalisées pour la région Ile-de-France.

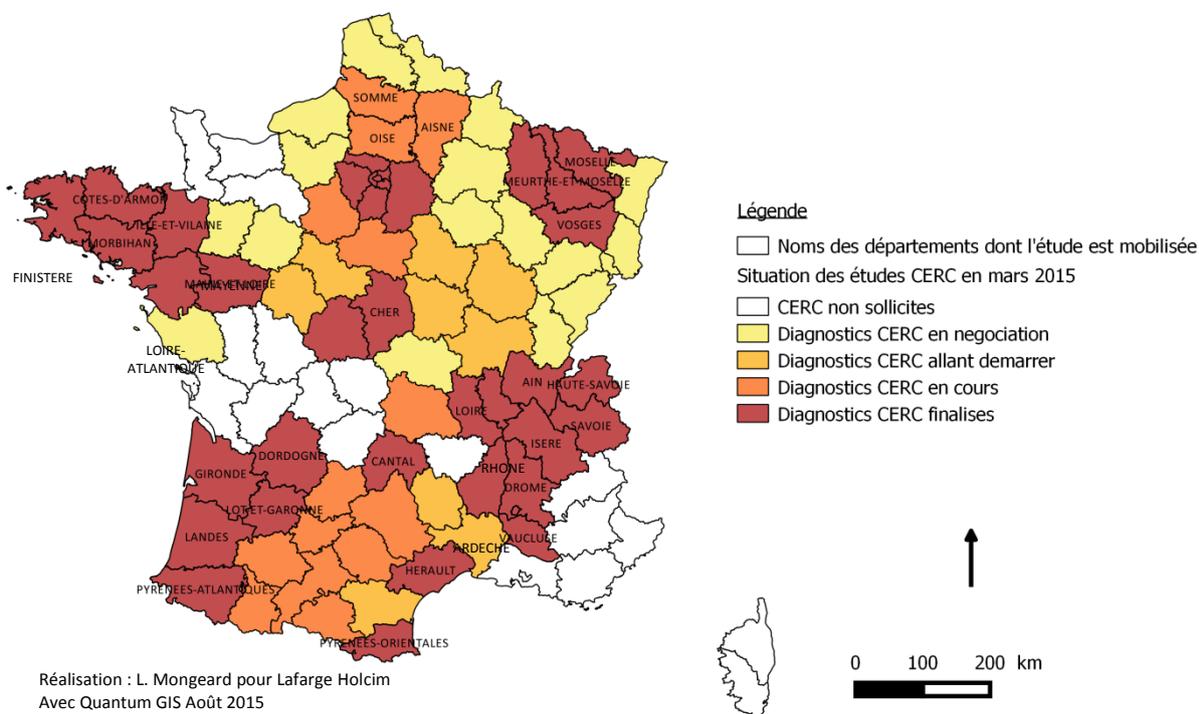


Figure 3 : Situation des études CERC en mars 2015 et présentation des études mobilisées

### 13. Mise en œuvre d'une méthode d'estimation

#### 13.1. Choix initiaux

Un certain nombre de choix de cadrage et méthodologiques ont dû être opérés. En termes de limite spatiale, l'étude concerne exclusivement le territoire métropolitain. En fonction des données mobilisées pour caractériser les départements ou pour réaliser les calculs d'extrapolation, les deux départements corses ont pu ou non être pris en compte.

Dans le but d'estimer le volume de matériaux inertes produits par les activités de BTP, nous avons fait le choix de considérer comme chiffres de référence les quantités déclarées produites par les entreprises, soit les données correspondant aux outils 2, 3 et 4 des études CERC. Ce choix permet notamment d'observer le taux de réemploi des matériaux.

	Total déchets inertes	Béton	Mélange de déchets inertes	Graves et matériaux rocheux
<b>Données obtenues par le cumul des outils 2, 3 et 4</b>	Quantités produites par les entreprises de Travaux publics			
	Quantités produites par les entreprises de démolition du Bâtiment*			
	Quantités produites par les entreprises du Bâtiment hors démolition*			
	Total du gisement			
	Ratio tonnes/habitant			
	Part de réemploi sur le chantier			

<b>Données obtenues par l'outil 1</b>	Quantités évacuées vers une installation de valorisation
	Part valorisés, réutilisés ou recyclés
	Part non valorisés, réutilisés ou recyclés
* Données disponibles pour seulement 9 départements	

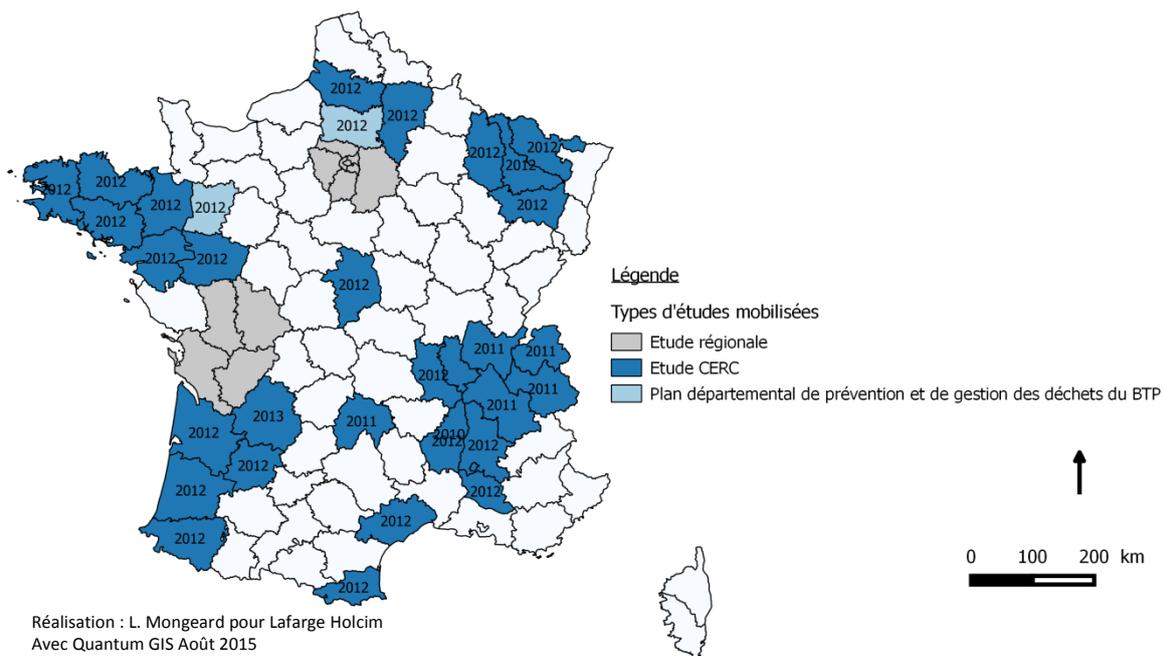
Figure 4 : Données issues des études retenues pour la présente étude

### 132. Limites des données et biais inhérents

Les données mobilisées et les traitements réalisés présentent un certain nombre de limites et de biais qu'il s'agit de prendre en compte.

Tout d'abord, les données rendues disponibles par les études sont issues d'un dispositif d'enquête par questionnaire qui repose sur des informations déclaratives et non constatées. D'autre part, les taux de réponse aux questionnaires pour chaque population observée (installations et diverses entreprises du BTP) peuvent être assez bas (24% des entreprises de TP en Isère par exemple), ce qui introduit nécessairement un biais. Au sein du dispositif CERC, cette limite est réduite par la consolidation par recoupement des données entre les différents outils. Compte tenu de notre objectif et de l'accès aux seules études diffusées et non aux documents constitutifs, nous ne pouvons éviter cet écueil. Enfin, les différentes études ne considèrent pas les mêmes années civiles (de 2010 pour le Rhône à 2013 pour la Dordogne). On peut supposer que les variations d'une année sur l'autre pour un même département sont suffisamment faibles pour ne pas impacter l'étude réalisée à l'échelle nationale, pourtant il est important de noter que les données observées peuvent être dues à un événement ponctuel, « accidentel », survenu l'année en question dans le département (cela peut être un chantier de grand ampleur produisant une quantité de déchets exceptionnelle) et que ces écarts sont certainement exagérés par la crise économique nettement plus sensible pour les années les plus récentes. Par ailleurs, ces différences d'année de référence ne permettent pas de mettre les données en regard avec des variables statistiques propres à l'année en jeu. **Nous raisonnons donc en termes de tendance.** Dernière limite enfin propre aux données, notamment à leur caractère déclaratif, les termes utilisés ('réemploi', 'valorisation', 'recyclage'...) peuvent être utilisés de façon très différente d'une personne à une autre, d'une région à une autre. Du point de vue de la méthodologie d'enquête, les retours de terrain faits par les professionnels encadrant cette étude suggèrent la nécessité de former les acteurs à la terminologie.

Au niveau des données également, l'échantillon de 32 départements sur 94 ou 96 introduit des biais en termes de représentativité. L'échantillon est constitué par les études disponibles, il n'a pas été élaboré par des méthodes probabilistes. Au sein de l'échantillon, notons que tous les départements n'ont pas été couverts par la même méthodologie : deux départements ont pu être pris en compte alors que leurs chiffres n'avaient pas été établis de la même manière (Mayenne et Oise). Enfin, seuls 9 départements présentent des données complètes, recouvrant l'ensemble des outils pris en compte, notamment en ce qui concerne les gisements spécifiques de béton, mélange de matériaux inertes et graves et matériaux rocheux. Pour ces gisements, de nombreuses limites ont pu apparaître telles que des estimations globales du fait d'échantillons insuffisants, des caractérisations différentes (par exemple les graves et matériaux rocheux pris en compte dans l'ensemble des terres). Pour pallier cette limite, un recours aux données de l'outil 1 a été fait.



**Figure 5 : Années de référence des études mobilisées**

Afin d'observer la représentativité de notre échantillon, nous avons souhaité mettre en relation les statistiques descriptives de l'échantillon pour des variables données avec celles de l'échelle nationale et celles de la France sans prendre en compte l'Ile-de-France. Furent aussi prises en compte dans la comparaison les limites obtenues pour un intervalle de confiance de 5% à partir de l'échantillon.

	Superficie dép.	Population dép. 2007	Densité population (hab/km <sup>2</sup> )	Population Agglomération Principale	Part AP dans pop. départ.	Production BPE 2014	m <sup>2</sup> commencés 2014	Production granulats 2013
Moyenne min. IC 5%	5 765	541 791	84,1	74 787	12,7	330 971	489 480	3 799 827
Moyenne échantillon	6 306	667 055	114,0	108 690	15,0	439 404	648 632	4 631 250
Moyenne nationale	5 676	643 471	547,9	123 132	17,2	379 462	521 278	3 863 830
Moyenne nationale hors IDF	6 055	570 163	100,3	102 677	17,1	354 122	498 974	4 055 814
Moyenne max. IC 5%	6 847	792 318	144,0	142 593	17,3	547 837	807 784	5 462 673
Ecart-type échantillon	1 561	361 536	86,4	97 852	6,7	312 959	459 345	2 399 656
Ecart-type national	1 943	489 319	2 420,3	242 660	12,3	299 916	411 733	2 614 305
Ecart-type national hors IDF	1 436	433 015	87,0	120 280	8,8	296 803	415 146	2 563 894
Médiane échantillon	6 191	575 213	101,3	67 979	13,9	373 073	489 775	4 500 000
Médiane nationale	5 965	528 977	81,0	57 778	14,4	307 767	426 211	3 400 000
Médiane nationale hors IDF	6 034	455 293	69,7	55 955	15,4	271 783	395 385	3 400 000

Part AP dans pop. départ. : part de la population de l'agglomération principale dans celle du département.

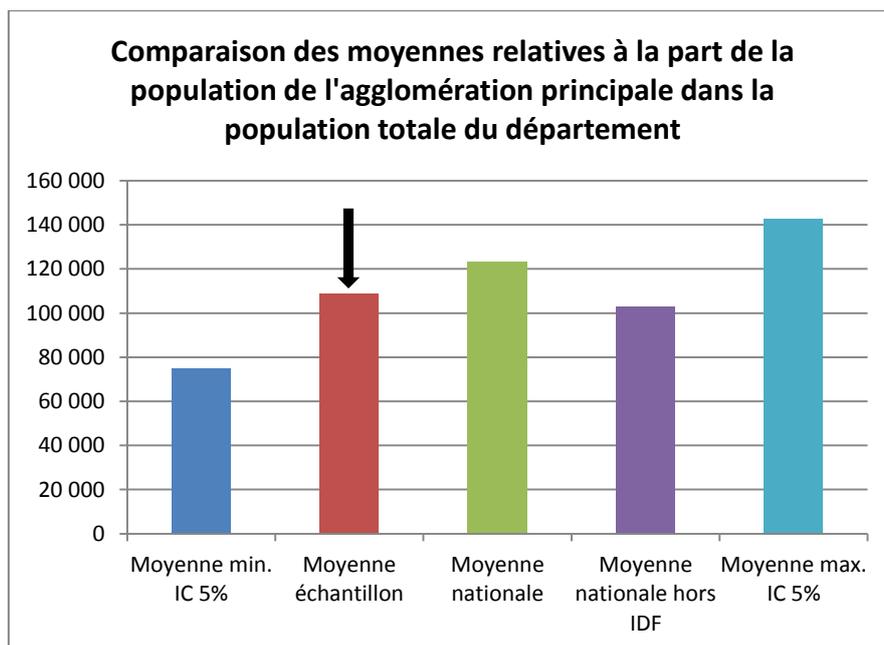
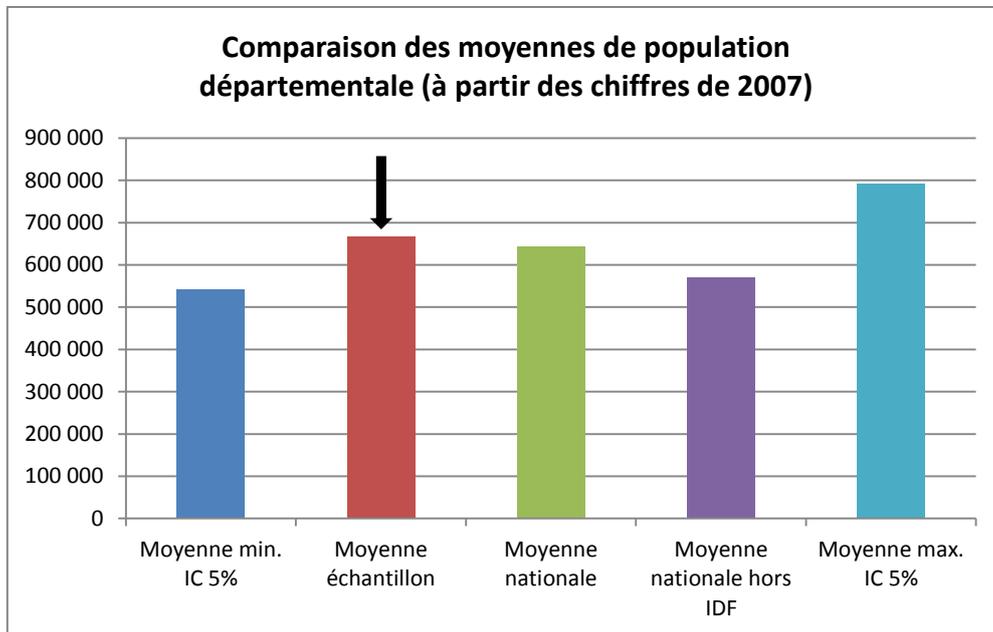
**Figure 6 : Mise en perspective de l'échantillon au regard de variables descriptives des départements**

On observe qu'en termes de superficie, de densité de population et de part de la population de l'agglomération principale dans l'ensemble de celle du département – entendue comme indicateur d'urbanisation, les départements de l'échantillon présentent une moyenne proche de celle de l'ensemble des départements hors Ile-de-France. En termes de population, la moyenne de l'échantillon est plus proche de la moyenne nationale. Pour les variables plus spécifiques que sont la production de Béton Prêt à l'Emploi, les m<sup>2</sup> commencés<sup>9</sup> ou la production de granulats, on observe que l'échantillon présente des moyennes supérieures à la moyenne nationale avec ou sans l'Ile-de-France. Hormis pour la superficie des départements (en deçà) et pour la densité (au-delà), la moyenne nationale avec ou sans Ile-de-France se situe entre les bornes données par l'intervalle de confiance.

L'observation des écarts-types pour ces mêmes données montre que l'échantillon présente un comportement statistique proche de celui de l'ensemble des départements métropolitains, généralement plus proche de l'ensemble national hors Ile-de-France. L'observation des médianes, moins soumises à l'influence de valeurs extrêmes que les moyennes, montre également que l'échantillon présente des valeurs proches de celles de la population-mère et confirme une légère

<sup>9</sup> Surface de logements et de locaux non résidentiels créée dans chaque département en une année, à partir des données renseignées dans les permis de construire, permis d'aménager et déclarations préalables traités par les centres instructeurs. Donnée produite par le Ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie (MEDDE), le Commissariat général au développement durable (CGDD), le Service de l'observation et des statistiques (SOeS) et la Sous-direction des statistiques du logement et de la construction.

tendance à se situer au-dessus des valeurs nationales, ce que confirment les représentations graphiques.



Figures 7 : Mise en perspective de la représentativité de l'échantillon

### 133. Méthodologies déployées par étape

L'étude réalisée a mis en œuvre des méthodologies propres à trois étapes majeures : la consolidation des données au sein des 32 départements, l'extrapolation pour contrôler la cohérence avec le gisement national et la ventilation pour estimer les trois gisements spécifiques.

#### \* Consolidation des données au sein de l'échantillon

La première étape fut un traitement préalable par la consolidation des données mobilisées. Comme cela a été souligné, l'ensemble des données n'était pas présent dans les 32 études, notamment en ce qui concerne les outils 3 et 4 relatifs aux activités des entreprises du Bâtiment. L'objectif de cette consolidation était donc d'estimer ces données manquantes afin de pouvoir réaliser, dans un troisième temps, l'estimation des gisements spécifiques et raisonner systématiquement à partir d'un échantillon de 32 individus.

Pour ce faire, les études complètes ont été définies comme études de référence et mobilisées pour établir des estimations de données manquantes. Les 32 départements ont été caractérisés par des variables descriptives et deux méthodes ont été déployées : en considérant un département aux données partiellement manquantes, s'il pouvait être considéré comme ayant un comportement proche d'un département dit de référence, lui étaient attribuées des proportions identiques à celles de ce dernier ; les départements aux données partielles mais ne pouvant être rapprochés d'un département de référence se virent attribuer les proportions moyennes des études de référence.

#### \* Méthodes d'extrapolation du gisement total des inertes

Le gisement total des inertes ne nous intéresse pas directement mais à titre intermédiaire, afin d'établir un ordre de grandeur pour appréhender les gisements spécifiques. Ce gisement fut estimé par extrapolation, à partir d'une diversité de méthodes. À partir de l'échantillon obtenu, l'objectif premier fut à la fois d'estimer le gisement national, d'observer le comportement des départements métropolitains en matière de production de déchets inertes et de permettre l'estimation, a posteriori, des gisements spécifiques.

Dans un premier temps ont été définis trois types de variables pertinentes, mobilisées dans les traitements : tout d'abord ce que nous nommons les variables de première catégorie qui sont des variables de caractérisation des départements. Elles recouvrent les informations de base que sont la population, la densité, la part de la population de l'agglomération principale dans celle du département – qui renvoie à un indicateur d'urbanisation, informations complétées par un jeu de données propres au secteur économique du BTP, à savoir la production de granulats, la production de béton prêt à l'emploi et les m<sup>2</sup> commencés. Ces deux derniers indicateurs peuvent être identifiés comme étant des indicateurs de dynamique de construction, le présupposé étant que l'on produit des déchets en construisant et en démolissant là où l'on reconstruit.

Variables de catégorie 1	Population, densité, superficie, part de la population des unités urbaines dans la population totale, PIB, m <sup>2</sup> commencés, production de BPE, production de granulats
Variables de catégorie 2	Données INSEE relatives à l'activité économique de chaque département
Variables de catégorie 3	Données INSEE disponibles à l'échelle départementale

Figure 8 : Catégories de données descriptives utilisées dans les traitements statistiques

Une deuxième catégorie de variables est constituée par des données de l'INSEE, prises à l'échelle départementale, pouvant être directement en lien avec l'activité du BTP ou renvoyant à l'activité économique en général, telles que la longueur de routes de type autoroutier, la structure de l'emploi par catégories socio-professionnelle...

Enfin une troisième catégorie de données recouvre l'ensemble des données INSEE disponibles à l'échelle des départements. Ces données disparates d'un point de vue thématique sont alors mobilisées comme autant d'indicateurs permettant de caractériser les départements entre eux.

- *Corrélations*

À partir de ces catégories de données, des tests de corrélation furent réalisés. La plus forte corrélation est observée entre la production de déchets inertes et le PIB (coefficient de 0,93) mais avec la limite que cette donnée n'est disponible qu'à l'échelle régionale. Si cela permet la prise en compte des données d'Ile-de-France et de cinq autres régions complètes, le calcul réalisé à partir du PIB fait perdre le bénéfice de l'échelle relativement fine du département. La deuxième plus forte corrélation est celle observable avec la population, avec un coefficient de 0,90. Cette très forte corrélation, si elle est logique, doit toutefois susciter la méfiance car elle peut être liée à un phénomène d'autocorrélation. Au-delà de ces variables, on note que l'ensemble des variables de première catégorie présentent de forts coefficients, de 0,67 pour la production de granulats à 0,82 pour la production de BPE.

- *Préparation des données par classification*

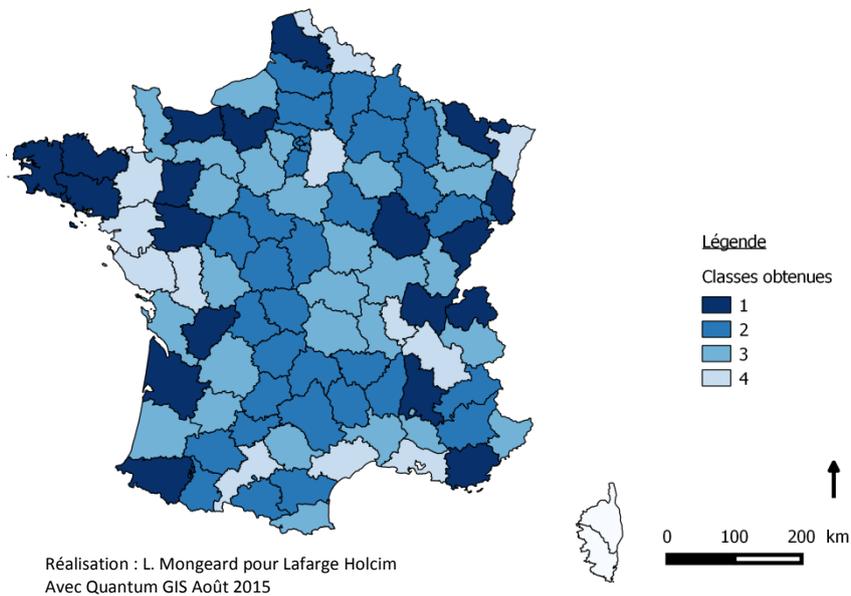
Une partie des méthodologies déployées par la suite le furent à partir d'une classification des départements. Une première méthode de classification des départements fut une classification à partir des seuils observés pour les variables de première catégorie.

La deuxième méthode de classification mise en œuvre fut celle des effectifs égaux, également pour les variables de première catégorie.

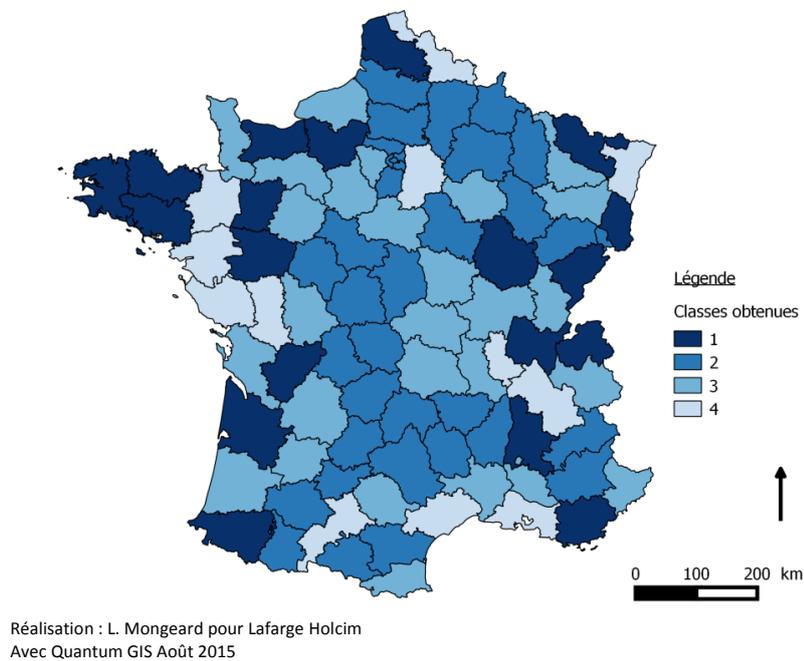
Enfin, a été mobilisée la méthode de classification ascendante hiérarchique à partir de toutes les variables de première catégorie puis à partir des variables de deuxième catégorie. Les cartes de la figure 9 présentent ces deux dernières classifications des départements. Si les classes diffèrent pour partie, on note la persistance de certains regroupements.

Variables de catégorie 1	Population, densité, superficie, part de la population des unités urbaines dans la population totale, PIB, m <sup>2</sup> commencés, production de BPE, production de granulats
Variables de catégorie 2	Données INSEE relatives à l'activité économique de chaque département
Variables de catégorie 3	Données INSEE disponibles à l'échelle départementale

**Répartition des départements (hors Corse) en 4 classes par Classification Ascendante Hiérarchique basée sur les variables de première catégorie**



**Répartition des départements (hors Corse) en 4 classes par CAH à partir des données de troisième catégorie**



**Figure 9 : Représentations cartographiques des classifications des départements mises en œuvre<sup>10</sup>**

<sup>10</sup> Les classes obtenues par la méthode de Classification Ascendante Hiérarchique – méthode itérative de regroupement successif – ne permettent pas une interprétation socio-économique des groupes. Cependant, elles permettent d’observer des cohérences de regroupement quelles que soient les variables prises en compte.

Les méthodes d'extrapolation ont ainsi été déployées soit directement sur l'ensemble des départements soit sur les classes de département réalisées.

Une première méthode utilisée fut celle de la régression linéaire simple avec les variables de première catégorie. Cette méthode a pu être utilisée à l'échelle régionale, en intégrant l'Île-de-France et en mobilisant par regroupement les départements disponibles pouvant constituer une région entière (Rhône-Alpes, Bretagne, Aquitaine, Lorraine, Picardie).

À partir des données de première catégorie furent également utilisées la méthode de régression linéaire multiple et la méthode des ratios. Les régressions linéaires multiples ont été réalisées, comme les régressions simples, à partir des volumes de déchets inertes connus. La méthode des ratios a pour sa part été mobilisée autour du ratio déchets inertes/population, par régression linéaire simple ou par l'application du ratio moyen après classification. Dans le cas de classifications des départements préalables, deux méthodes ont été testées : la régression linéaire simple et l'application de la moyenne des départements connus au sein de chaque classe.

En mobilisant les données de deuxième et troisième catégories, deux types de traitement ont été mis en œuvre :

- d'une part, une classification ascendante hiérarchique à partir des données de catégorie 3 suivie d'une régression multiple à partir de ces mêmes données ;
- d'autre part des régressions linéaires, sans classification préalable, de type pas à pas à partir des données de catégorie 2 et de catégorie 3.

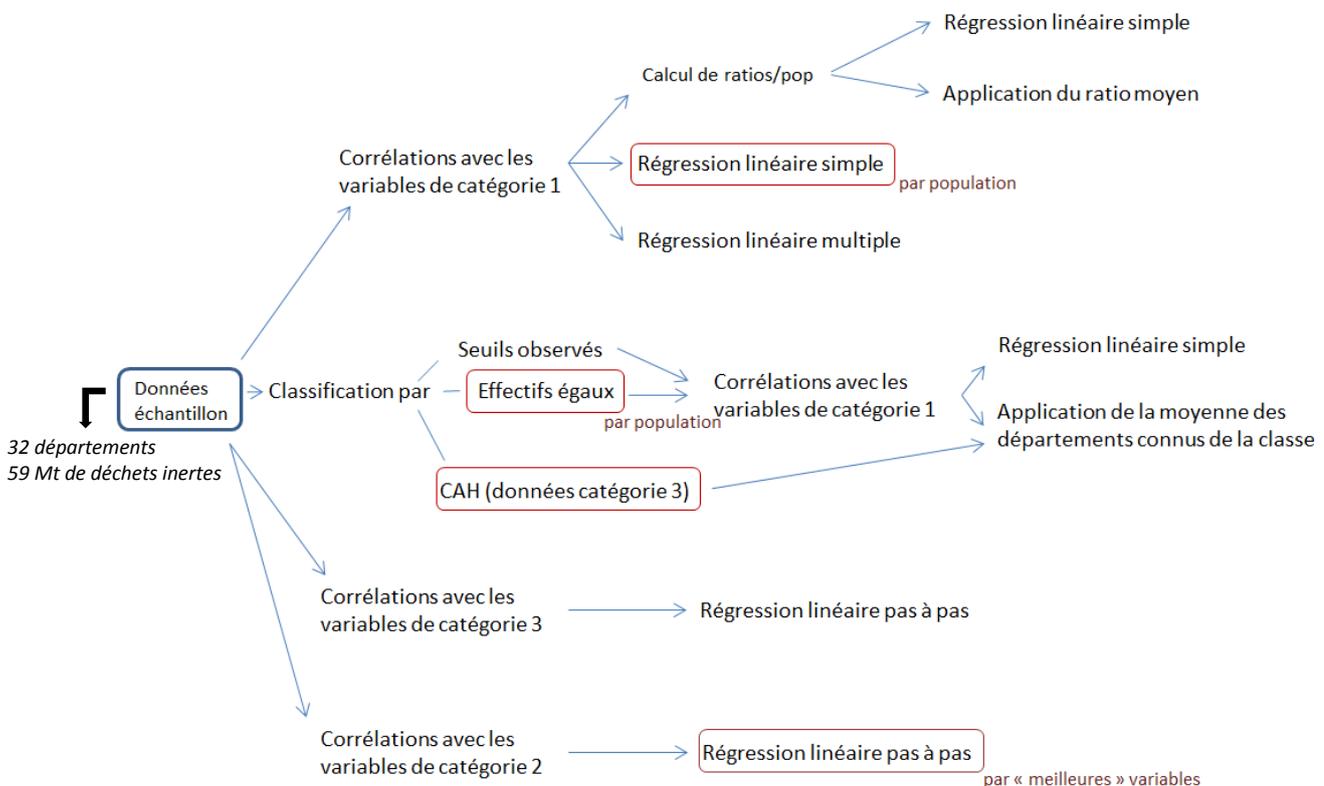


Figure 10 : Schéma de présentation des méthodes utilisées

L'ensemble des méthodologies ne sera pas présenté. Le schéma (fig.9) laisse apparaître les méthodes jugées les plus pertinentes, évaluées notamment par la mise en rapport des résultats obtenus avec ceux des données ministérielles relatives à 2012.

\* Estimations des gisements spécifiques

L'étude vise plus spécifiquement à identifier le gisement recyclable vers le béton en contrôlant que l'extrapolation nationale vis-à-vis de l'ensemble des inertes est cohérente. Deux options ont alors été envisagées pour estimer ces gisements spécifiques (béton, mélange de matériaux inertes et graves et matériaux rocheux).

*- Première option : l'échantillon de 9 départements « de référence »*

Considérant les données relatives à ces gisements des 32 départements, il s'agissait d'employer des méthodes similaires à celles mobilisées pour l'estimation du gisement total de déchets et matériaux inertes pour chaque gisement. La faiblesse des méthodes alors en jeu reposait sur le fait que parmi les 32 départements de l'échantillon, seuls 9 présentaient des données brutes, les autres ayant fait l'objet de traitement pour consolidation. Le choix fut alors fait d'employer la méthode de régression linéaire après tests de corrélation mais uniquement à partir des 9 départements « solides ». Contrairement à l'étude du gisement total, toujours basée sur le volume même de déchets, celles relatives aux gisements spécifiques ont pu être basées sur le volume de béton, graves et matériaux rocheux ou inertes en mélange, mais aussi sur la part de ces types de matériaux sur le volume total des inertes.

*- Seconde option : les données produites par l'outil 1 (quantités entrées sur les installations)*

Bien que nous souhaitions prendre en compte le gisement représenté par les matériaux réemployés, nous avons utilisé, pour consolidation, les données produites par l'outil 1, relatif aux quantités entrées sur les installations. Cet outil permet d'observer la typologie des matériaux inertes pour l'ensemble des 32 départements de l'échantillon. A partir de ces données, des estimations par régression linéaire pas à pas ont pu être réalisées.

Compte tenu de la faiblesse des méthodes – faible échantillon pour l'extrapolation, calculs à partir de données déjà estimées pour la ventilation, les résultats considérés le sont uniquement à l'échelle nationale, en termes de gisements spécifiques nationaux, et non à l'échelle départementale.

## Partie 2. Estimation du gisement de déchets inertes recyclable dans le béton en France



©L. Mongeard - 2013

### **Résumé**

*Etape intermédiaire d'extrapolation du gisement national de déchets inertes, par un panel de méthodes. Sont retenues quatre méthodes jugées les plus pertinentes. Le gisement national est ainsi estimé autour de 200 millions de tonnes, ce qui est cohérent avec les données du MEDDE (231 Mt) qui identifie des filières « sauvages » représentant la différence entre les deux.*

*L'analyse des gisements spécifiques met en évidence la disparité des comportements en termes de quantités et de typologie des matériaux et des pratiques.*

*Un gisement de déchets de béton d'environ 17 millions de tonnes, de matériaux inertes en mélange de 25 millions de tonnes en moyenne et de graves et matériaux rocheux autour de 20 millions de tonnes.*

*Hypothèses de recyclabilité effective de 60% pour le béton, 30% pour les inertes en mélange et 75% pour les graves et matériaux rocheux.*

***Gisement total des déchets inertes recyclables dans le béton estimé à 40 millions de tonnes dont 17 millions de tonnes de déchets béton.***

*Des marges de captage existent : des pratiques des entreprises de démolition amenées toujours plus à la « déconstruction », jusqu'à la mise en place d'un maillage territorial favorisant la logique de proximité que permet une installation de recyclage par sa souplesse d'implantation, en passant par la mise en œuvre d'un marché parallèle à celui de la route.*

## 21. Quantités connues et estimées de déchets inertes produits par les entreprises du BTP

### 211. Description et analyse des données connues

Les données relatives à l'échantillon des 32 départements présentent une très grande dispersion :

- des volumes de déchets inertes de 250 565 tonnes pour la Meuse à 4 851 010 tonnes pour le Rhône,
- un volume moyen de 1 960 272 tonnes,
- un ratio par habitant de 1,292 pour la Meuse à 9,144 tonnes pour le Cantal – qui présente là une donnée aberrante certainement explicable par une activité importante ponctuelle,
- un ratio moyen de 3,069.

Le volume total pour ces 32 départements, qui représente 33% de la France métropolitaine est de 58 933 770 tonnes.

#### Quantités annuelles connues de matériaux inertes produits par les entreprises du BTP

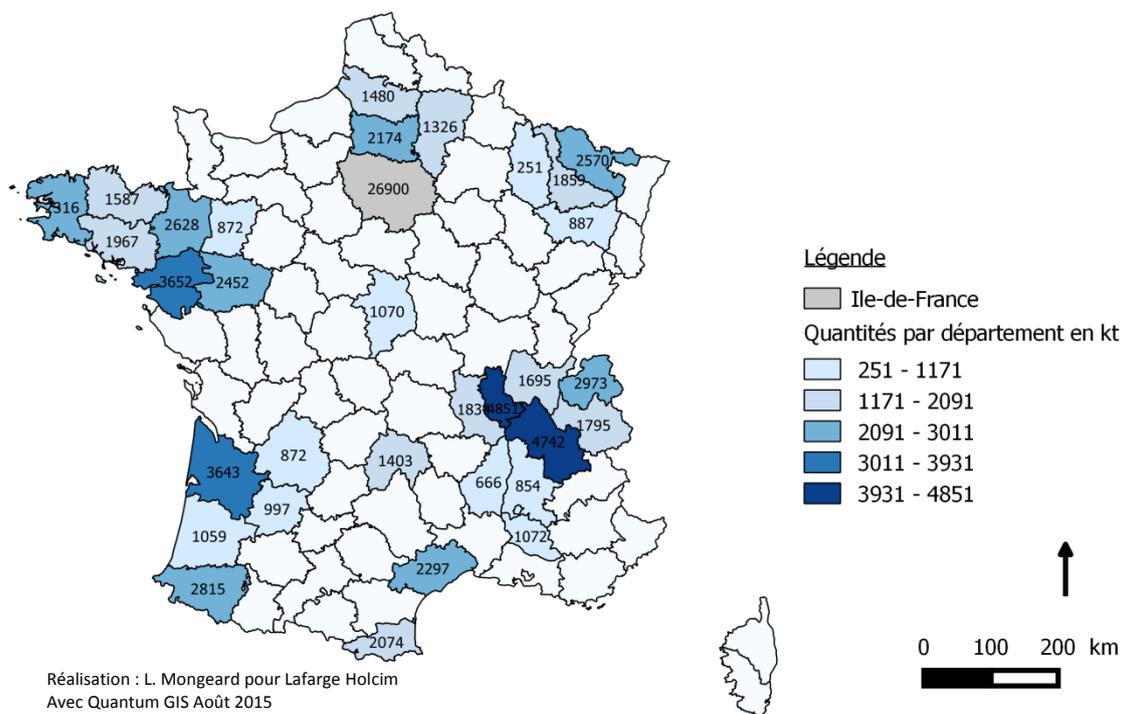


Figure 11 : Quantités de matériaux inertes produits par les entreprises du BTP dans les départements de l'échantillon

Notons que les seules entreprises de Travaux publics produisent en moyenne près de 90% des déchets inertes (figure 12). Le taux de réemploi sur chantier est en moyenne de 32%, variant de 16 à 72%, et le taux de valorisation des déchets entrés en installation est en moyenne de 73%, variant de 38 à 95%.

\* Description des données connues

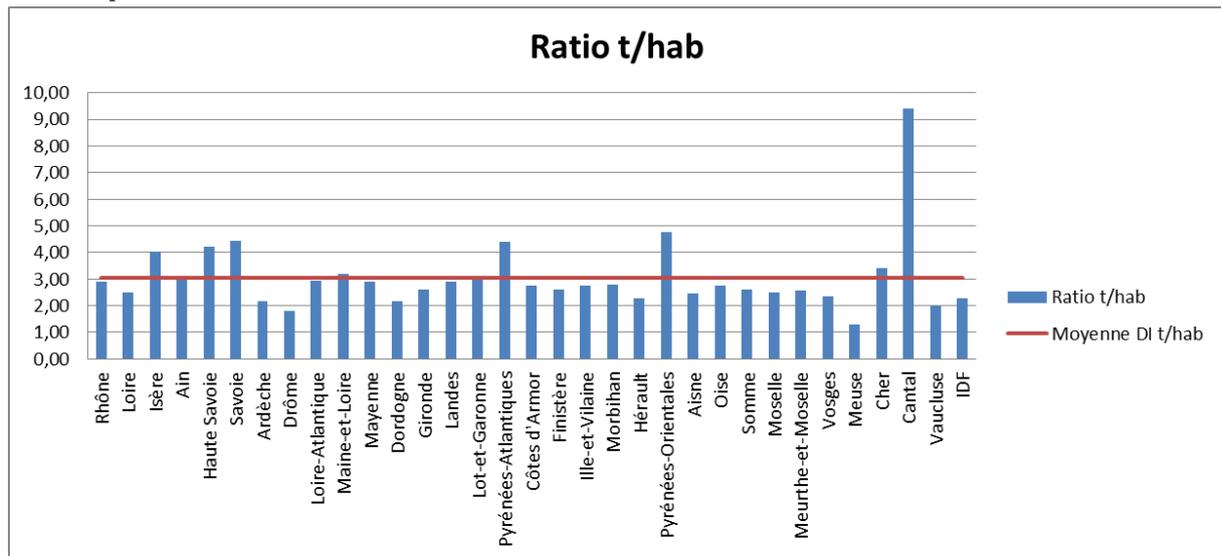


Figure 12 : Ratio de déchets inertes par habitant pour les départements de l'échantillon

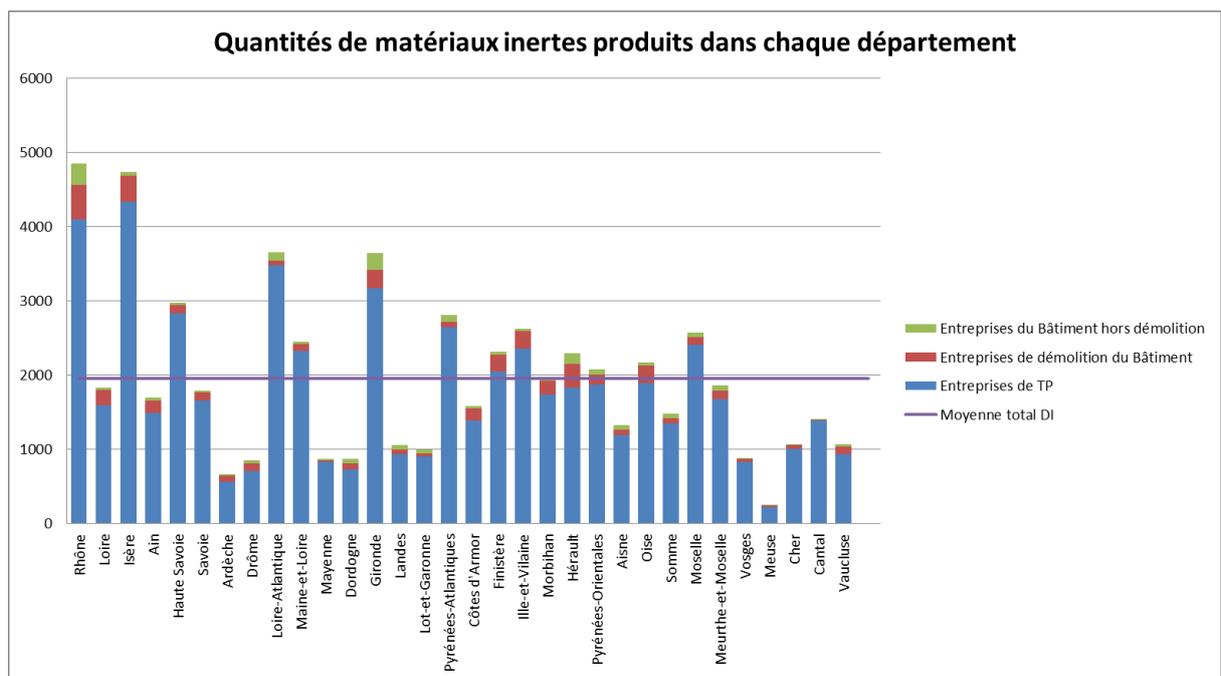


Figure 13 : Quantités annuelles (en kt) de matériaux inertes produits dans les départements de l'échantillon

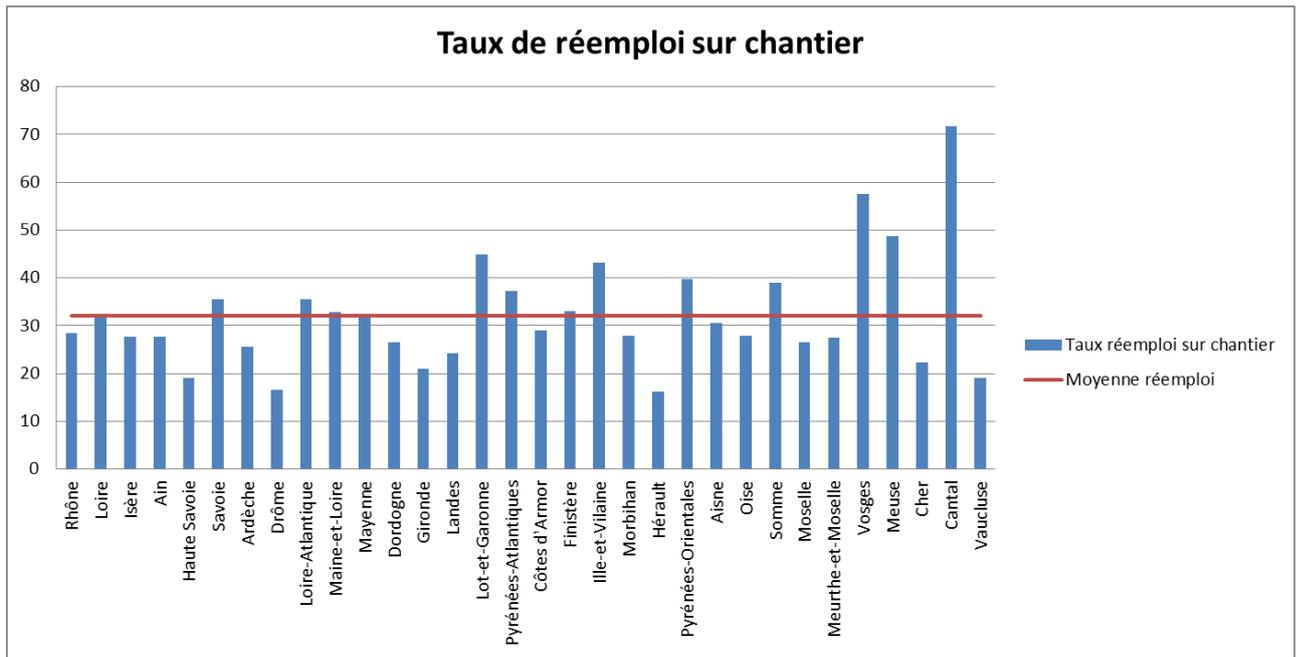


Figure 14 : Taux de réemploi sur chantier pour les départements de l'échantillon

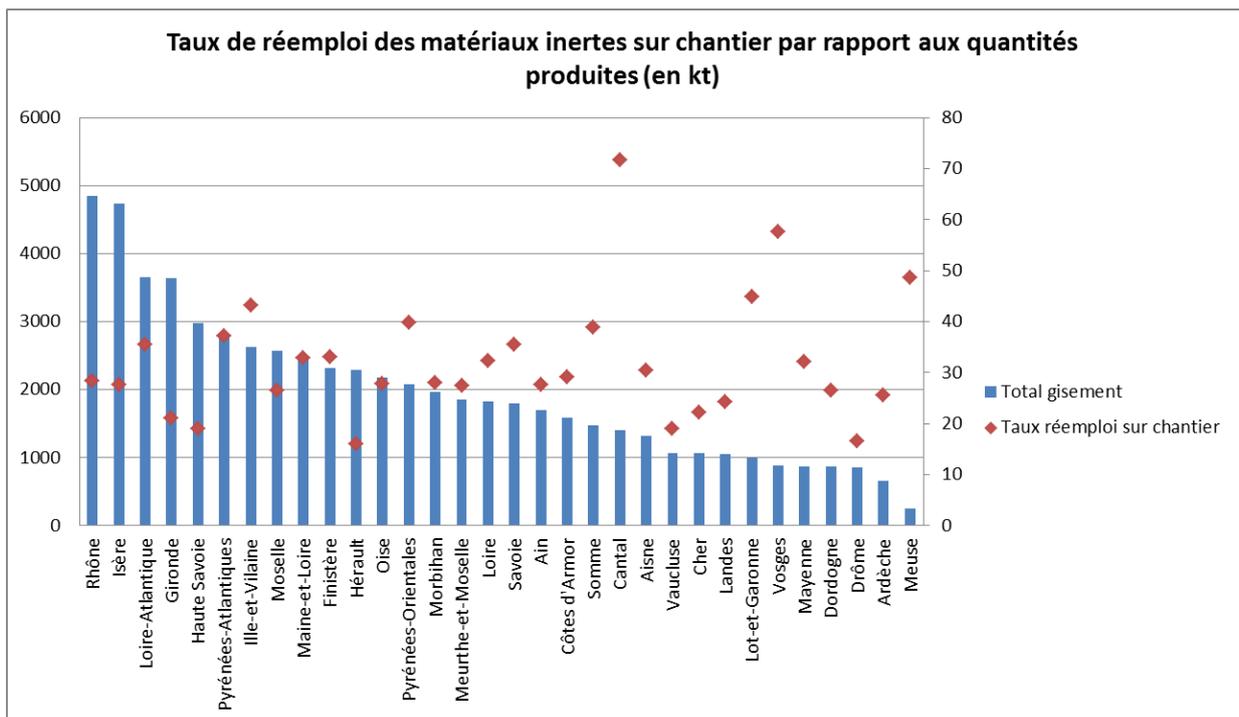


Figure 15 : Mise en relation du taux de réemploi sur chantier avec la quantité totale de déchets inertes

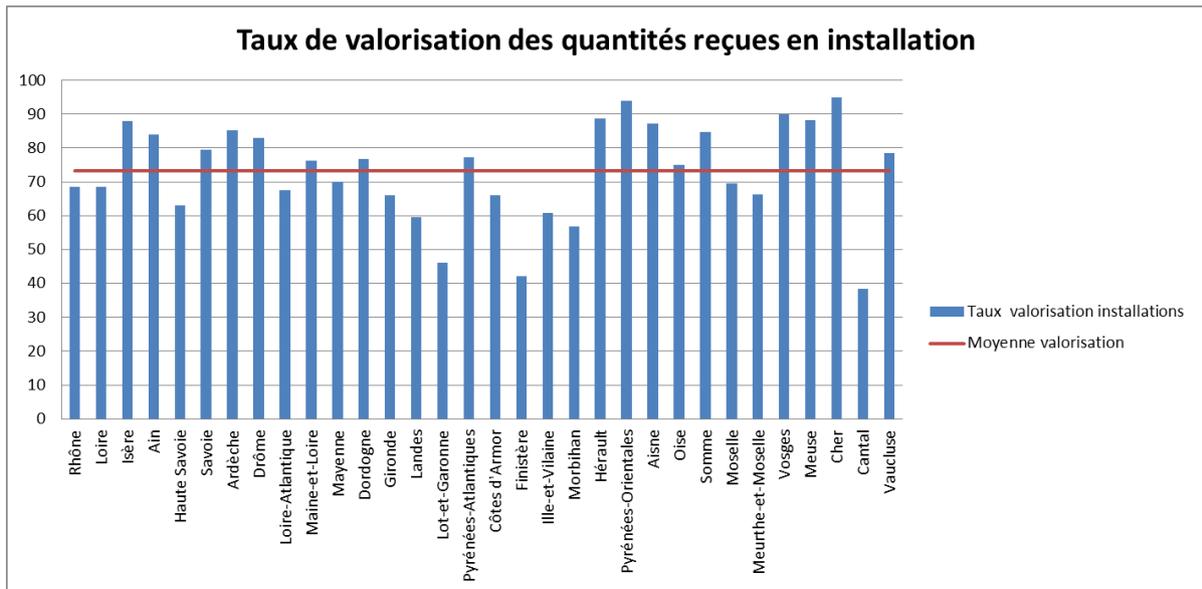


Figure 16 : Taux de valorisation des déchets inertes entrés sur les installations pour les départements de l'échantillon

#### \* Corrélations retenues

À partir des données observées, des corrélations apparaissent. Une des relations présentant un coefficient de corrélation important est celle entre le volume de déchets inertes et la population départementale. La figure 16 met en évidence cette relation et suggère des groupes de départements. Une hypothèse serait le regroupement des départements présentant les plus hautes altitudes, départements de montagne, pour lesquels le volume de déchets inertes produits est plus important qu'on ne pourrait l'attendre eu égard à leur population (part plus importante d'infrastructures et d'ouvrages du fait de la topographie). D'autres départements présentent un profil inverse sans que l'on ne puisse l'expliquer par des considérations géographiques. D'autres variables de catégorie 1 (voir partie 1- Méthodologie) présentent des corrélations assez fortes avec le volume de déchets inertes, notamment la production de BPE ou les m<sup>2</sup> commencés (figure 17).

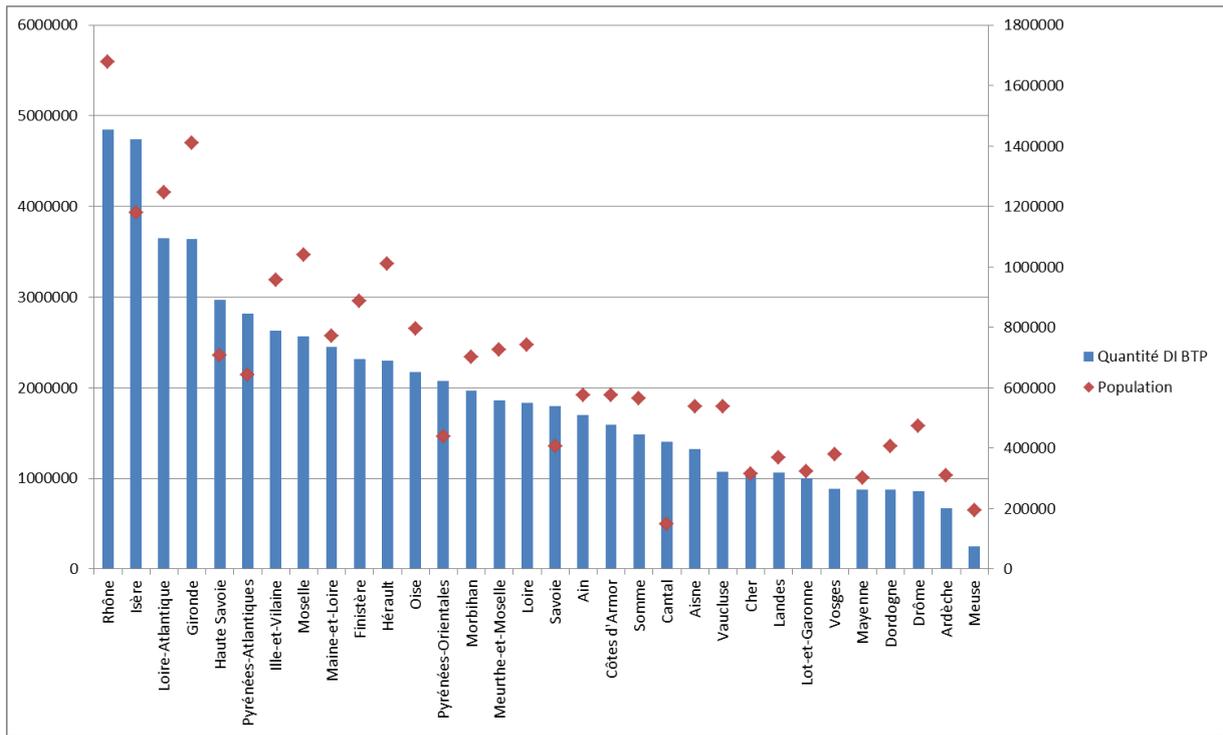


Figure 17 : Mise en relation des quantités de déchets inertes (en t) avec la population départementale

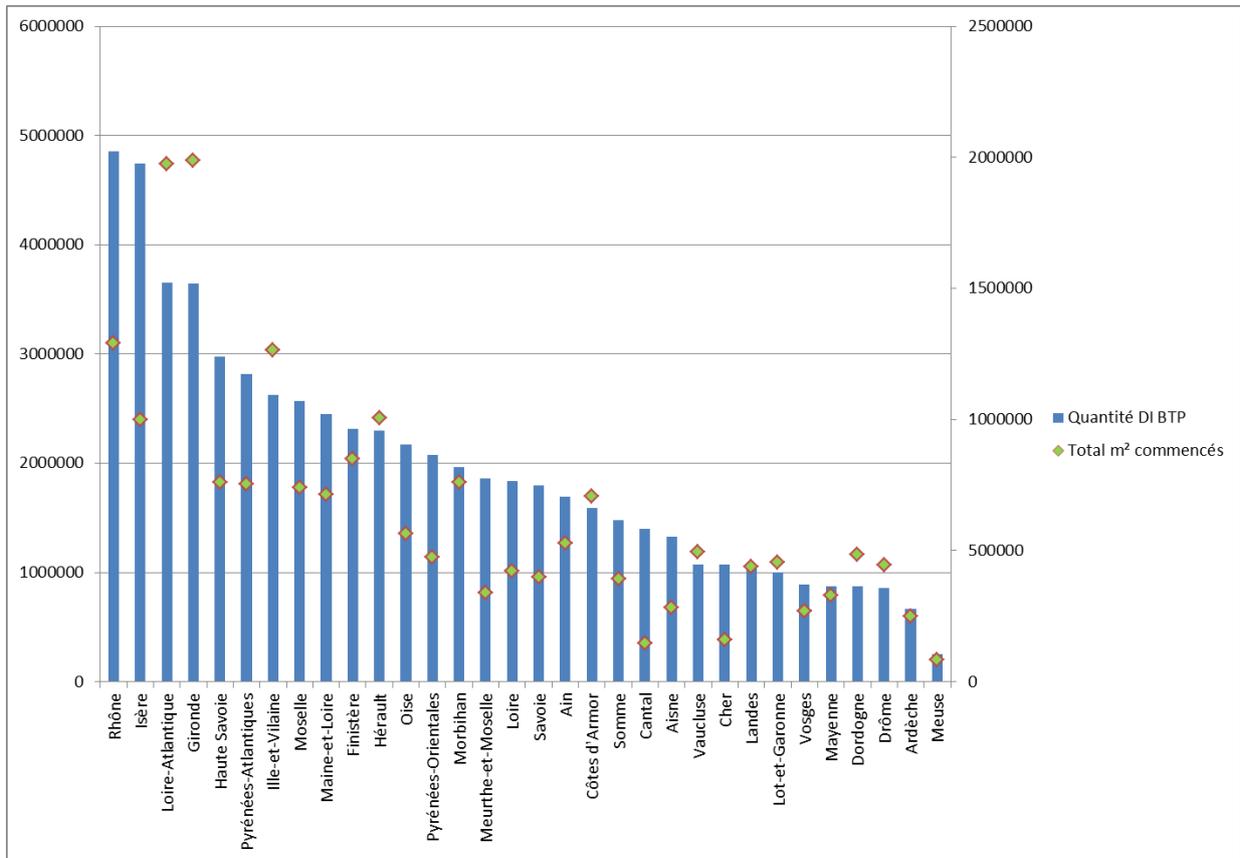


Figure 18 : Mise en relation des quantités de déchets inertes (en t) avec les m² commencés par département (données sit@del)

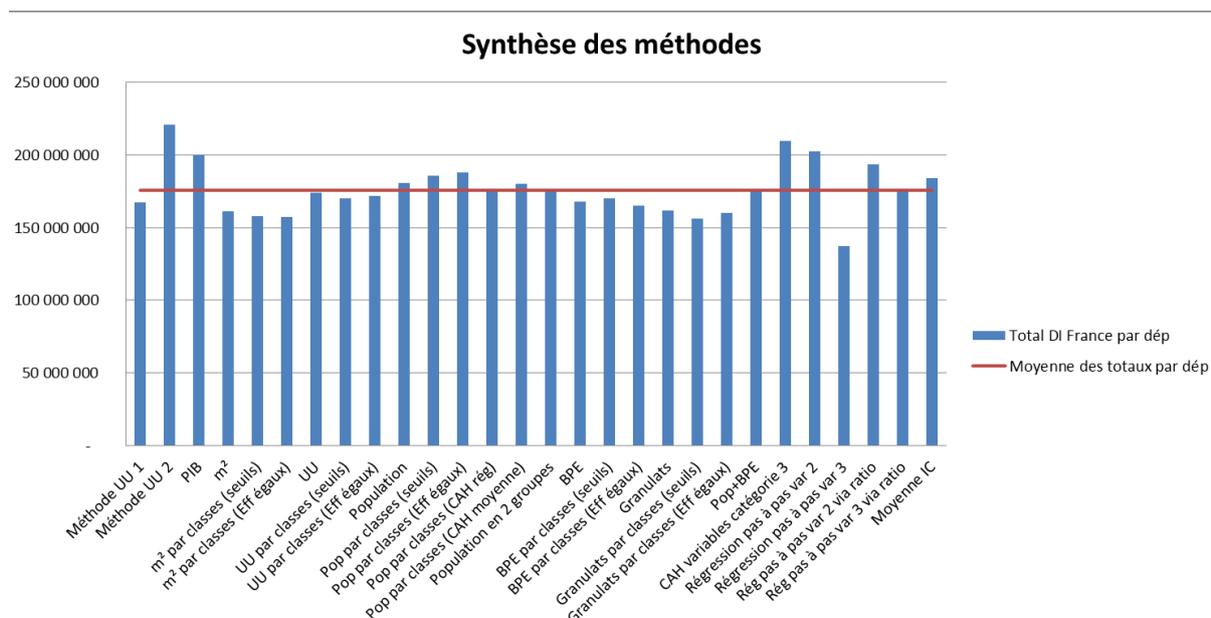
## 212. Résultats des calculs d'estimation du gisement total

\* Bornes données par l'intervalle de confiance 5%

À partir de notre échantillon représentant 33% du territoire national métropolitain, l'intervalle de confiance indique que la moyenne nationale de déchets inertes par département a 95% de chances de se situer entre 1 573 et 2 348 milliers de tonnes, soit un total national entre 150 989 et 225 389 milliers de tonnes. La borne la plus haute se situe en deçà des chiffres ministériels et l'ensemble des estimations réalisées resteront inférieures aux 231 millions de tonnes (estimation MEDDE 2012).

\* Synthèse des résultats

L'ensemble des méthodes déployées donne un résultat moyen de 175,6 millions de tonnes de déchets inertes (fig. 18). Bon nombre se trouvent limitées par le comportement des départements d'Ile-de-France. C'est le cas notamment des méthodes basées sur la variable densité de population. Seules ont ainsi été conservées les méthodes donnant un résultat proche du résultat obtenu en remplaçant le total obtenu par le cumul des départements d'Ile-de-France par le résultat du PREDEC.



Méthodes UU : méthode des ratios et par régression linéaire à partir de la variable « part de la population des unités urbaines dans la population du département »

Figure 19 : Synthèse des résultats obtenus par les méthodes utilisées

Parmi les méthodes, quatre ont été préférées selon différents critères : elles reposaient sur des corrélations fortes avec le volume de déchets inertes, elles ne présentaient pas de données individuelles aberrantes, le total obtenu restait cohérent bien qu'inférieur aux chiffres nationaux connus. Ainsi ont été mis en évidence :

- les résultats de la régression linéaire directe à partir de la population départementale,
- ceux de l'application de la moyenne des départements connus pour chaque classe d'effectifs égaux à partir de la population départementale,

- ceux de la régression multiple après CAH à partir des données de catégorie 3
- et enfin ceux de la régression pas à pas basée sur les données de catégorie 2.

Cette dernière méthode est choisie comme méthode de référence car présentant les résultats les plus cohérents et proposant la méthode la plus adaptée aux données utilisées. Elle permet la prise en compte simultanée de données de caractérisation des départements.

Seules des méthodes reposant sur le volume des déchets inertes ont ainsi été prises en compte. Les méthodes basées sur le ratio de déchets inertes en fonction de la population n'ont pas été retenues en raison de résultats aberrants. De façon générale, on observe que le ratio déchets inertes/population n'est pas pertinent : les estimations réalisées par cette méthode présentent de fortes incohérences.

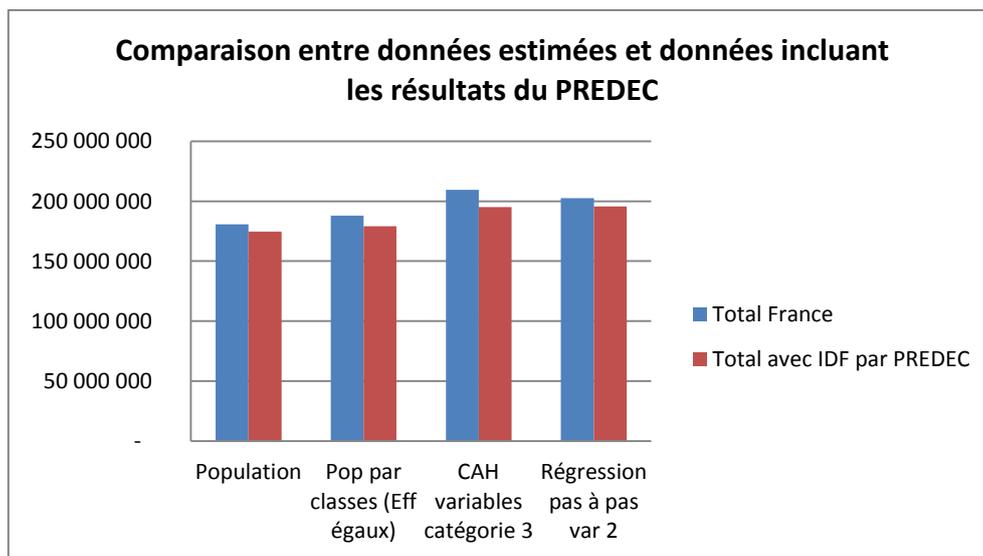


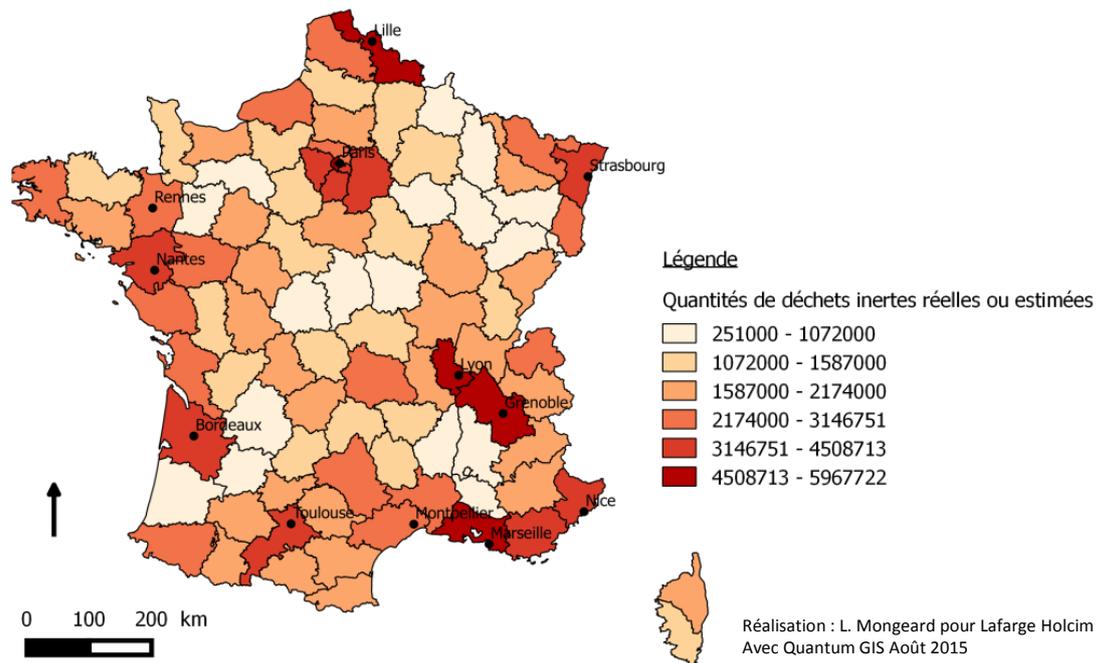
Figure 20 : Comparaison des résultats obtenus par les 4 méthodes préférées avec les résultats remplaçant les données de l'Île-de-France par celles du PREDEC

La démarche de comparaison des données estimées avec des données publiées suite à une étude réalisée par l'AREC Poitou-Charente a pu être mise en œuvre pour la région Poitou-Charente pour laquelle des données ont été diffusées récemment. L'étude réalisée annonce une production de déchets inertes du BTP de l'ordre de 7 129 700 de tonnes, tandis que l'estimation faite par la régression pas à pas à partir des variables de deuxième catégorie est de 7 167 000 pour le cumul des départements de la région<sup>11</sup>.

<sup>11</sup> Cette proximité de résultats peut s'expliquer par la nature même des chiffres fournis pour la région Poitou-Charente : s'ils étaient eux-mêmes fournis par le biais d'estimation et non d'une enquête, il serait logique d'avoir des résultats aussi proches.

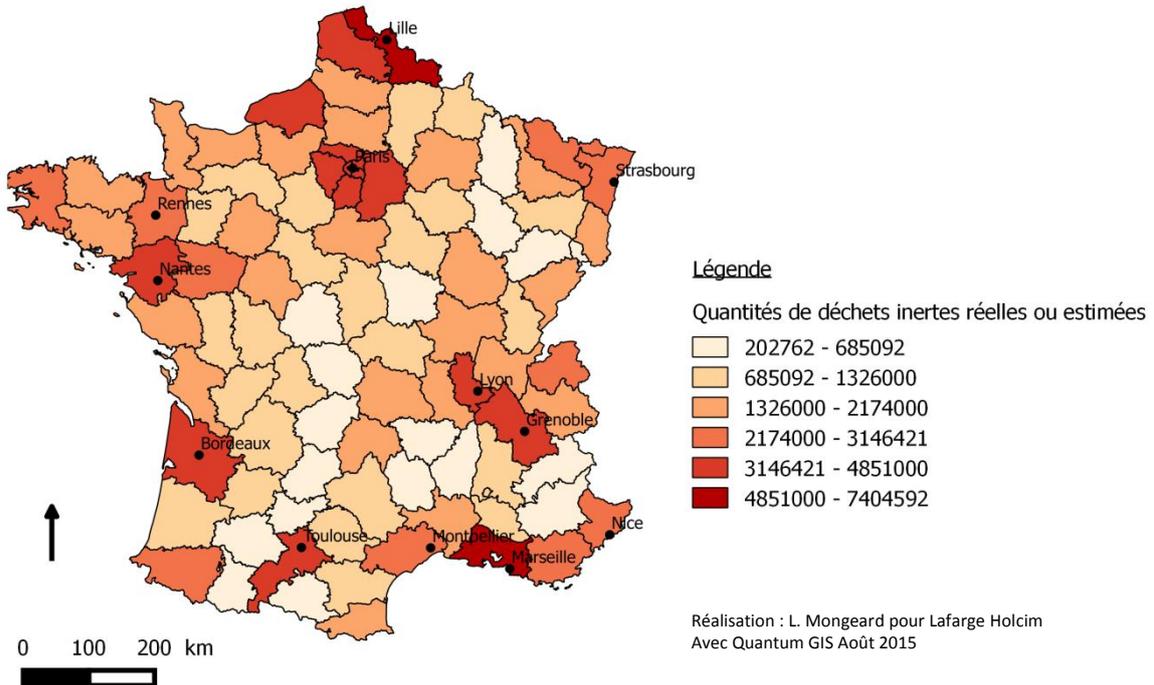
\* Représentations cartographiques des résultats par département

**Estimations des quantités de DI produites par les entreprises du BTP à partir de la méthode de régression pas à pas (variables de catégorie 2)**

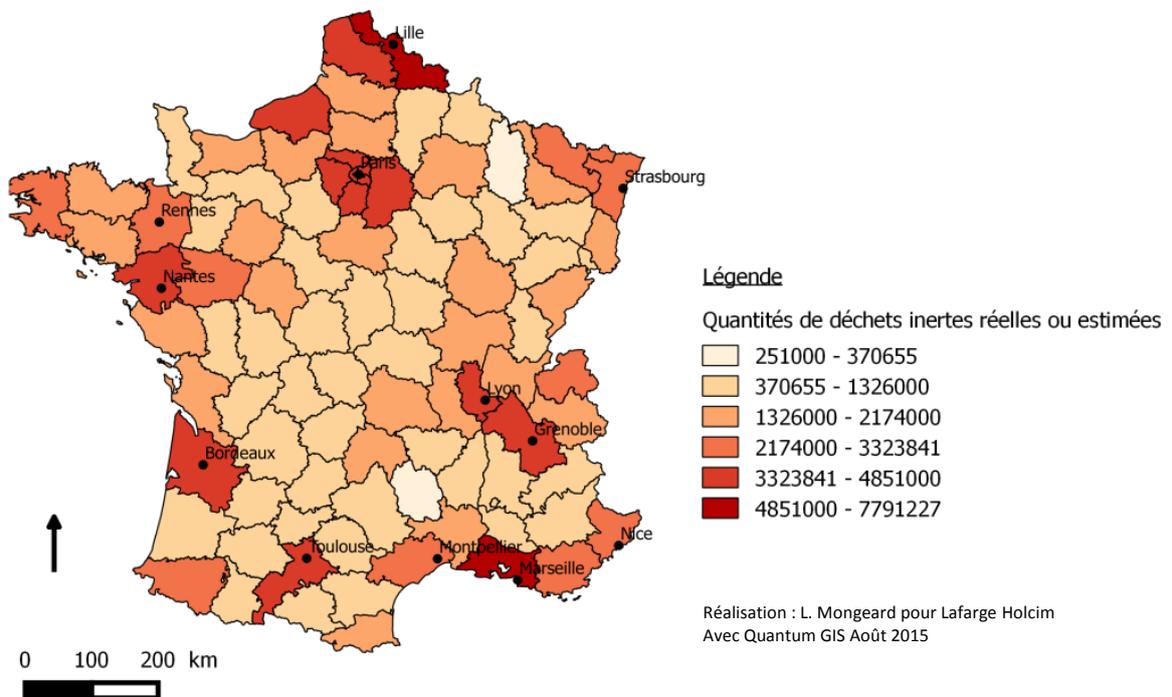


Variables de catégorie 1	Population, densité, superficie, part de la population des unités urbaines dans la population totale, PIB, m <sup>2</sup> commencés, production de BPE, production de granulats
Variables de catégorie 2	Données INSEE relatives à l'activité économique de chaque département
Variables de catégorie 3	Données INSEE disponibles à l'échelle départementale

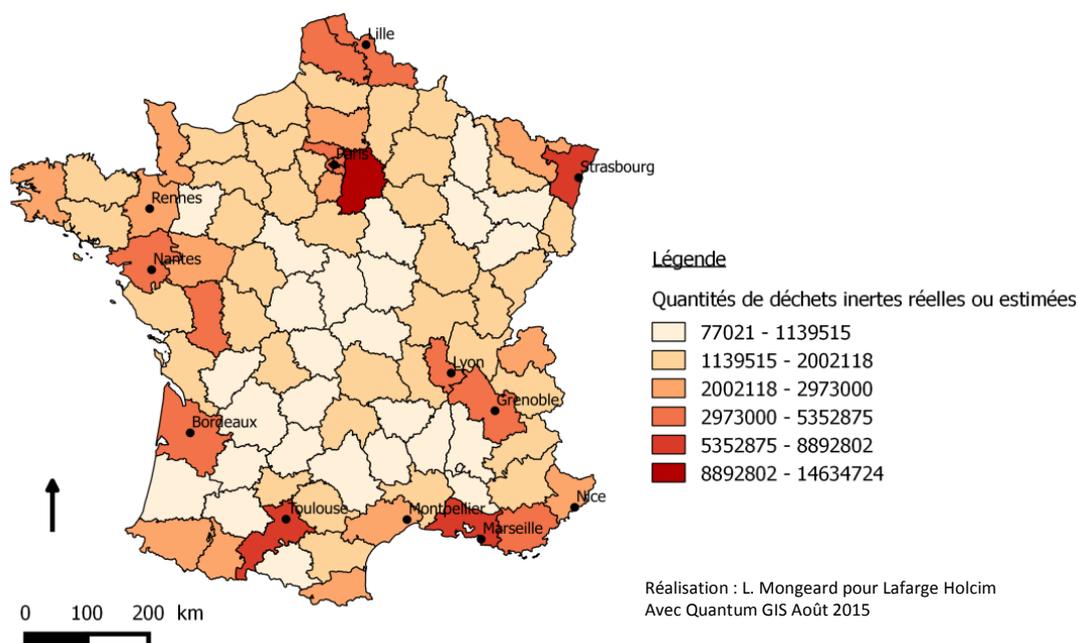
**Estimations des quantités de DI produites par les entreprises du BTP à partir de la méthode de régression linéaire (population)**



**Estimations des quantités de DI produites par les entreprises du BTP à partir de la méthode de régression linéaire après classification par effectifs égaux**



### Estimations des quantités de DI produites par les entreprises du BTP à partir de la méthode des moyennes après CAH (variables de catégorie 3)



Figures 21 : Représentations cartographiques des quantités estimées par les méthodes retenues

#### \* Retour sur l'écart observé avec les résultats de l'enquête Ministère

Comme le montraient déjà les bornes données par l'intervalle de confiance, les résultats obtenus à partir de notre échantillon sont inférieurs aux chiffres établis pour la France en 2012. Si la taille de l'échantillon et les biais déjà soulignés permettent à eux seuls d'expliquer un tel écart (près de 30 millions de tonnes entre les résultats ministériels et la méthode principale), d'autres hypothèses peuvent être apportées telles que la représentativité de l'échantillon ou encore la nature des données utilisées. Les données mobilisées pour la présente étude sont déclaratives et proviennent des entreprises elles-mêmes. Elles ne peuvent ainsi pas prendre en compte les pratiques officieuses voire illégales que le MEDDE intègre probablement dans son approche nationale. Il serait intéressant à cet égard de connaître les méthodes d'enquête déployées par les services statistiques sollicités par les Ministères car des outils tels que la télédétection ou un recensement de dépôts illégaux permettraient de prendre en compte un plus grand nombre de volumes existants.

Nous retiendrons donc l'estimation nationale produite par le MEDDE pour la France en 2012 (231 Mt) comme valeur de référence dans ce rapport.

## 22. Part du gisement disponible pour le recyclage dans le béton

### 221. Analyse des données connues

Le gisement disponible pour le recyclage dans le béton est composé, à partir de notre choix initial, de 60% du gisement en béton, de 30% du gisement en mélange de matériaux inertes et de 75% du gisement en graves et matériaux rocheux. Compte tenu du faible nombre de départements pour

lesquels les données relatives à ces gisements sont disponibles, il nous paraît intéressant de considérer ces données existantes pour les neuf départements aux données exhaustives (outils 2, 3 et 4) puis de les renforcer en considérant les données extraites de l’outil 1 (déchets des installations) concernant les 32 départements.

Première option : les 9 départements connus à partir des outils 2, 3 et 4 (chantiers du BTP)

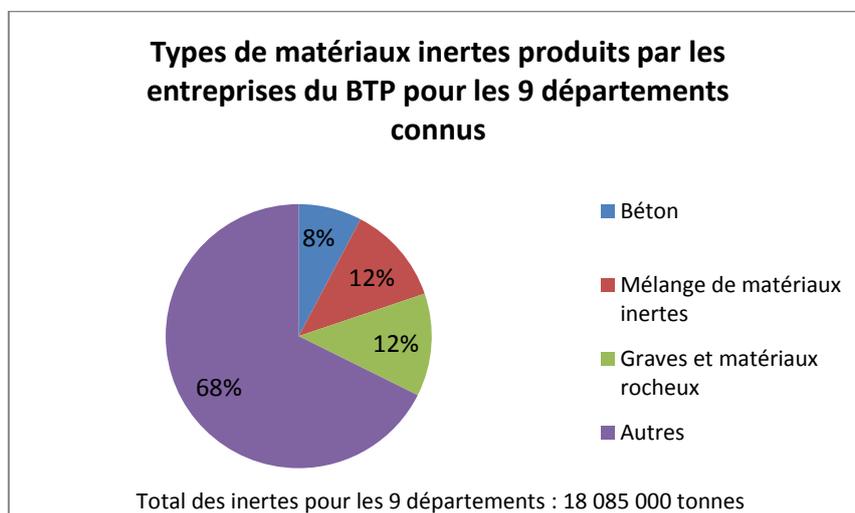
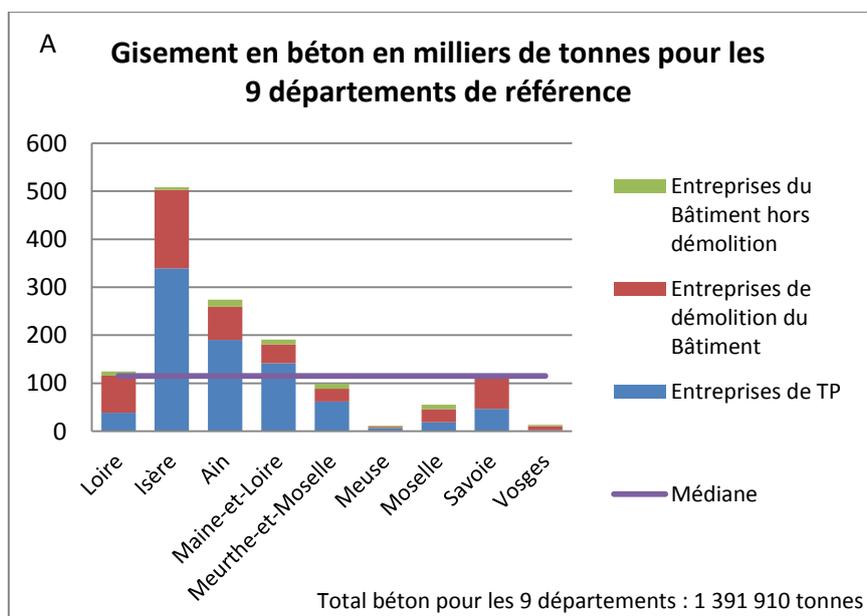
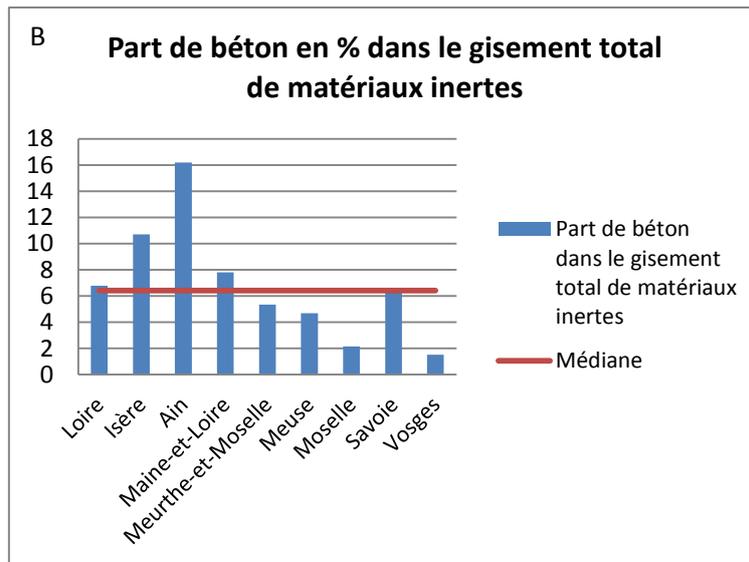


Figure 22 : Typologie des matériaux produits par les entreprises du BTP pour les 9 départements de l'échantillon<sup>12</sup>

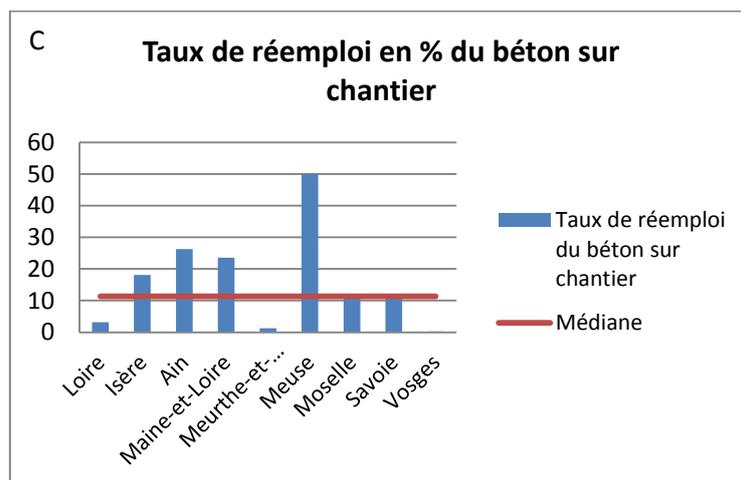
Dans le cas du béton, on observe qu’il est produit en moyenne à 61% par les entreprises de Travaux publics et 34% par les entreprises de démolition du Bâtiment (graphique A ci-dessous). La part du gisement de béton dans le gisement total varie de 1,5% à 16% pour les 9 départements considérés, avec une médiane à 6,4% (graphique B).



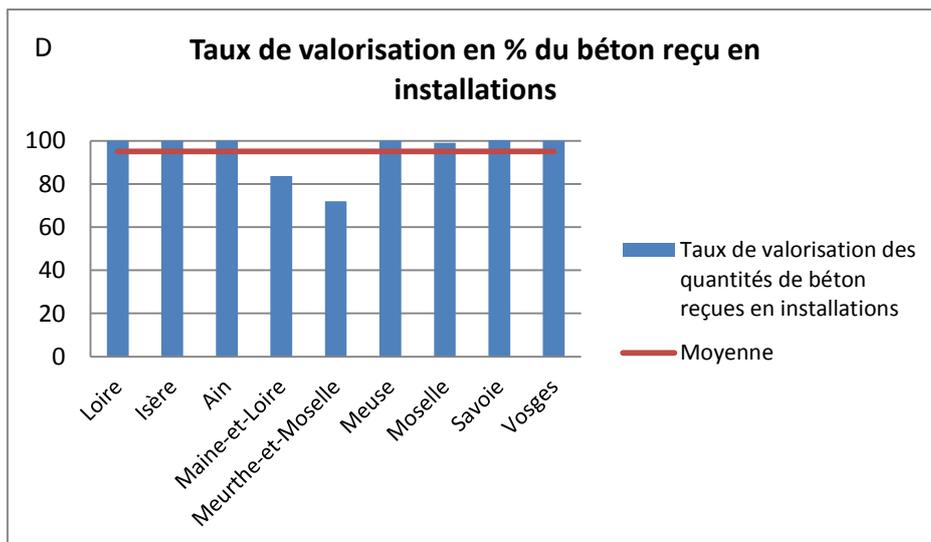
<sup>12</sup> Les matériaux « autres » sont essentiellement des terres et matériaux meubles non pollués, des déchets d’enrobés et des briques, tuiles et céramiques.



En termes de réemploi, le taux varie également beaucoup d'un département à un autre, de 0,3% à 50%, pour une moyenne de 16% (graphique C). Nous retiendrons comme chiffre indicatif pour le taux de réemploi des bétons sur chantier la médiane de 11,4%.

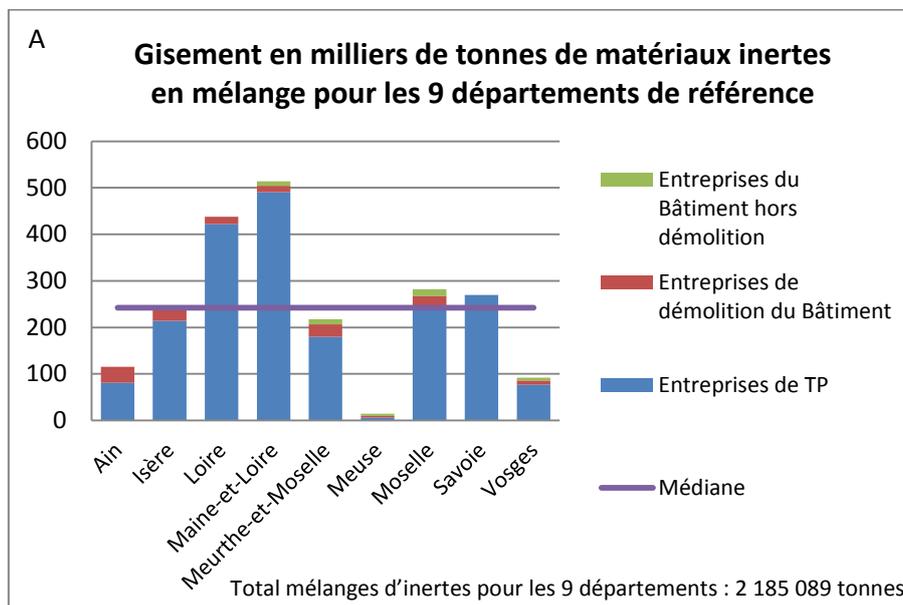


Les taux de valorisation des déchets ayant transité par une installation de gestion des déchets du BTP se situent entre 72% et 100% avec une moyenne de 95%, chiffre que nous retenons (graphique D). **Le béton fait déjà l'objet de pratiques engagées dans une dynamique de valorisation mais celle-ci se joue donc essentiellement par l'intermédiaire de plates-formes.**

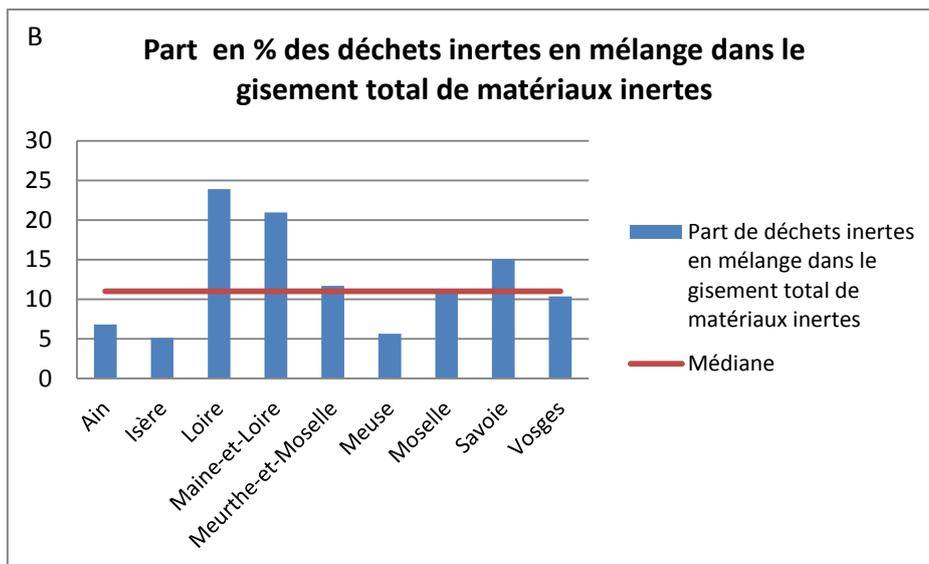


Figures 23 : Données descriptives du gisement en béton pour les 9 départements<sup>13</sup>

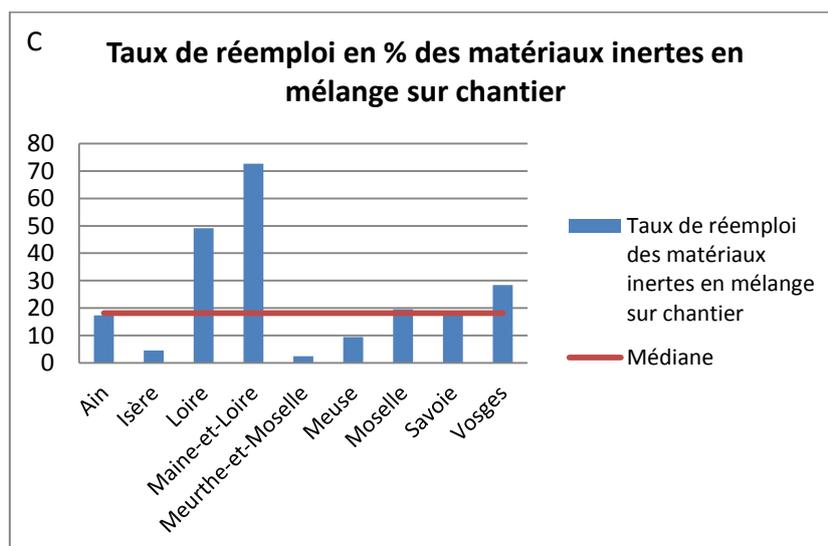
Concernant les matériaux inertes en mélange, on observe qu'ils proviennent en moyenne à 91% des activités des entreprises de Travaux publics (graphique A). La part du gisement mélange de matériaux inertes dans le gisement total varie de 5% à 21% pour les 9 départements considérés, avec une médiane à 11% (graphique B).



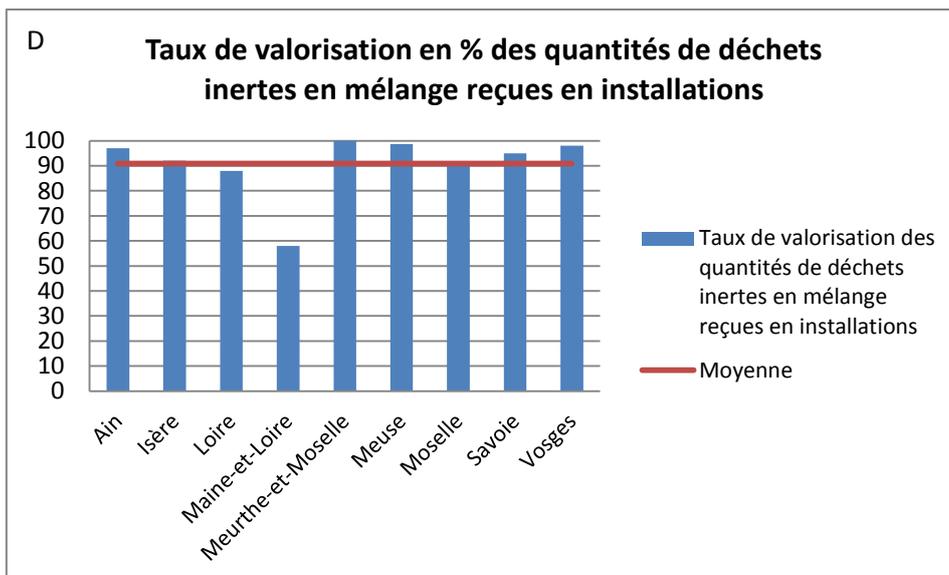
<sup>13</sup> La médiane est utilisée pour les taux de valorisation plutôt que la moyenne compte tenu de la faible dispersion des valeurs.



En termes de réemploi, le taux varie considérablement d'un département à un autre, de 2,5% à 72,6%, pour une moyenne de 24,6% (graphique C). Nous retiendrons comme chiffre indicatif pour le taux de réemploi des matériaux inertes en mélange sur chantier la médiane de 24,3%.

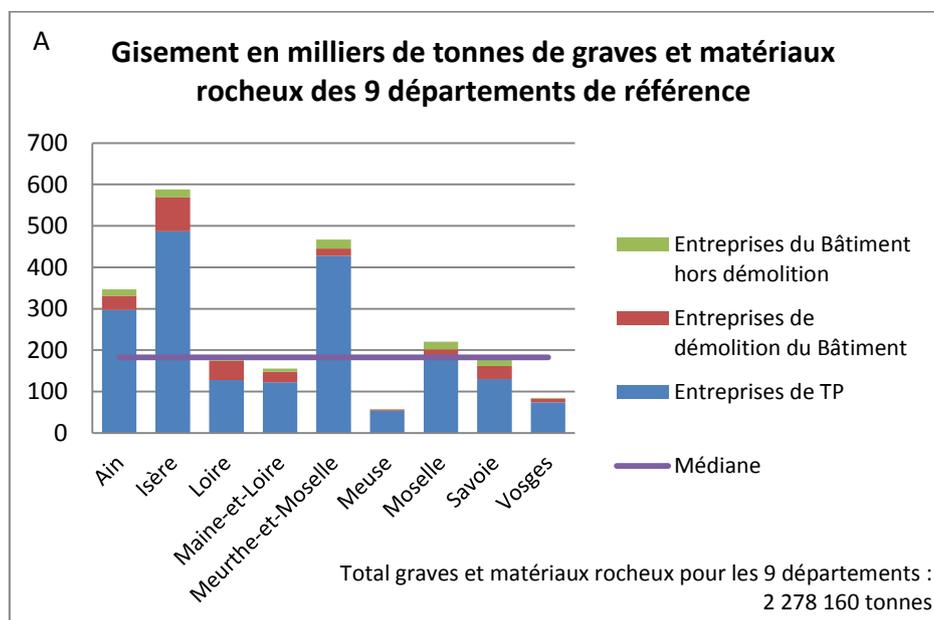


En ce qui concerne les taux de valorisation des déchets ayant transité par une installation de gestion des déchets du BTP, ils varient de 72% à 100% avec une médiane à 95% et une moyenne de 91%, chiffre que nous retenons (graphique D). On observe ainsi que ces matériaux semblent déjà grandement orientés vers les filières de valorisation mais que les plates-formes jouent là encore un rôle majeur dans la valorisation de ce type de matériaux.

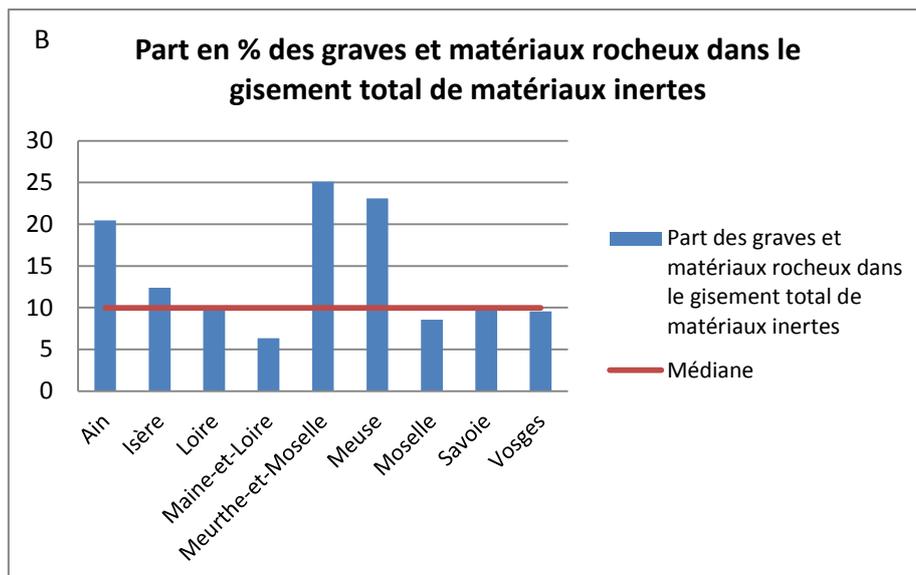


Figures 24 : Données descriptives du gisement connu en matériaux inertes en mélange<sup>14</sup>

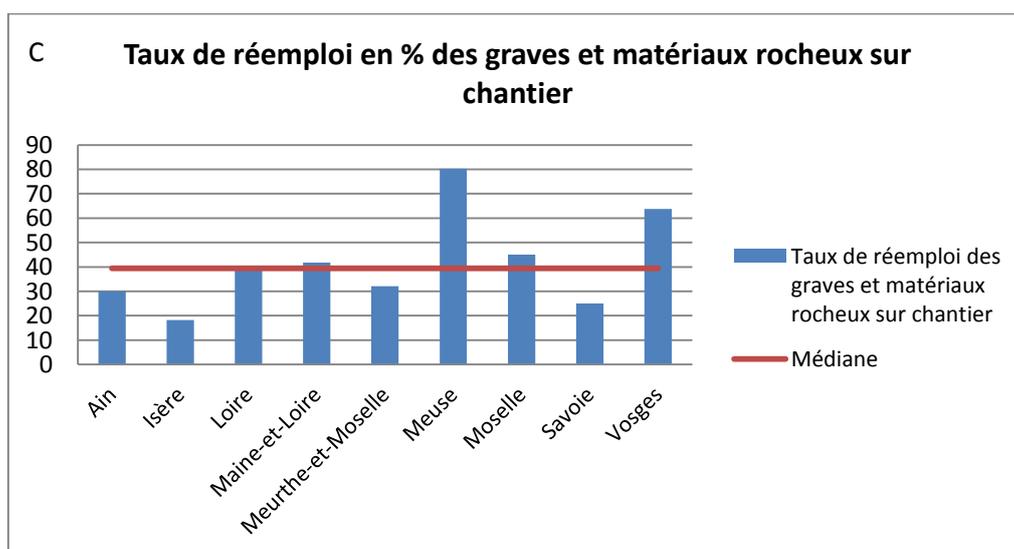
Dans le cas enfin des graves et matériaux rocheux, ils sont produits en moyenne à 83% par les activités des entreprises de Travaux publics et 12% par les entreprises de démolition du Bâtiment (graphique A). La part des graves et matériaux rocheux dans le gisement total se situe entre 6% et 25% pour les 9 départements considérés, avec une médiane à 10% (graphique B).



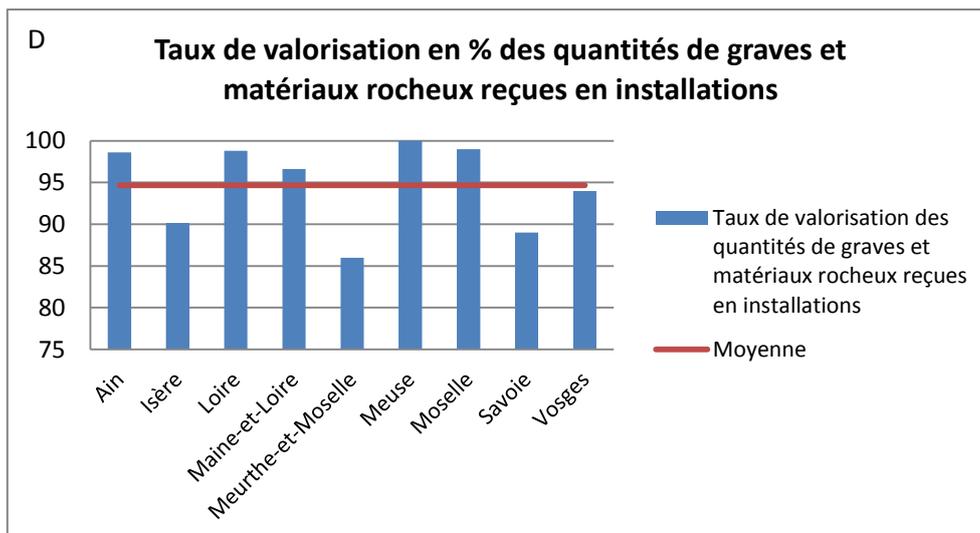
<sup>14</sup> La moyenne est utilisée pour les taux de valorisation plutôt que la médiane compte tenu de la faible dispersion des valeurs.



En matière de réemploi, le taux **varie de façon très importante** d'un département à un autre, de 18,2% à 80,3%, pour une moyenne de 41,7% (graphique C). Nous retiendrons comme chiffre indicatif pour le taux de réemploi des matériaux inertes en mélange sur chantier la médiane de 39,4%.



En ce qui concerne les taux de valorisation des déchets ayant transité par une installation de gestion des déchets du BTP, ils se situent entre 89% et 100% avec une médiane à 97% et une moyenne de 95%, chiffre que nous retenons (graphique D). Ainsi, ces matériaux bénéficient également d'un fort taux de valorisation lorsqu'ils transitent par une plate-forme de déchets du BTP mais sont considérablement valorisés dès l'étape du chantier, in situ. S'ils constituent **un gisement potentiel pour le recyclage dans le béton**, leurs volumes disponibles restent limités par les pratiques aisées de réemploi qu'ils permettent.



Figures 25 : Données descriptives du gisement connu en graves et matériaux rocheux

Seconde option : les 32 départements connus par l’outil 1 (installations accueillant des inertes)

Il est possible de considérer aussi les données relatives à l’outil 1, portant sur les déchets entrés en installations. Les matériaux réemployés ne sont alors pas pris en compte mais ces données présentent l’avantage d’être disponibles pour une très grande partie pour les 31 départements (32 de l’échantillon sans la Mayenne). En termes de proportions, on observe seulement une plus grande importance des mélanges de déchets inertes, qui peut s’expliquer par leur moindre utilisation en cas de réemploi, par rapport aux terres ou autres inertes triés.

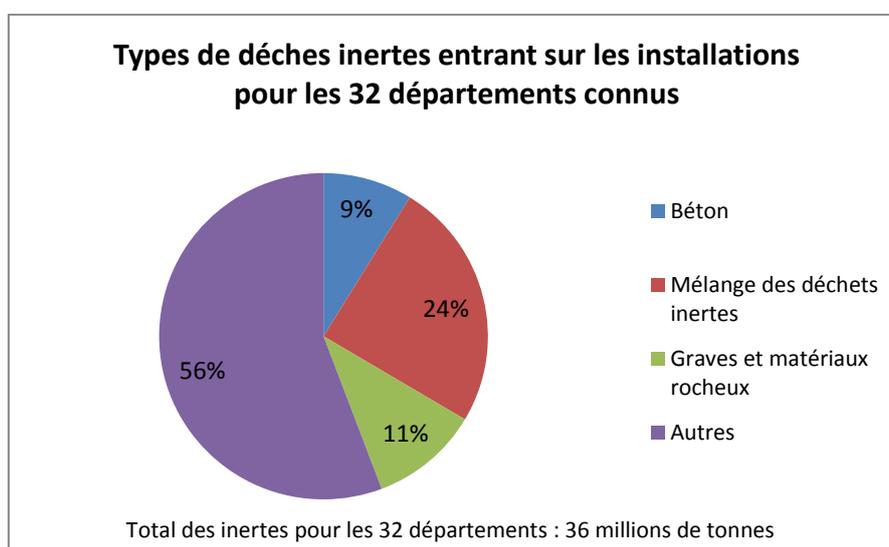
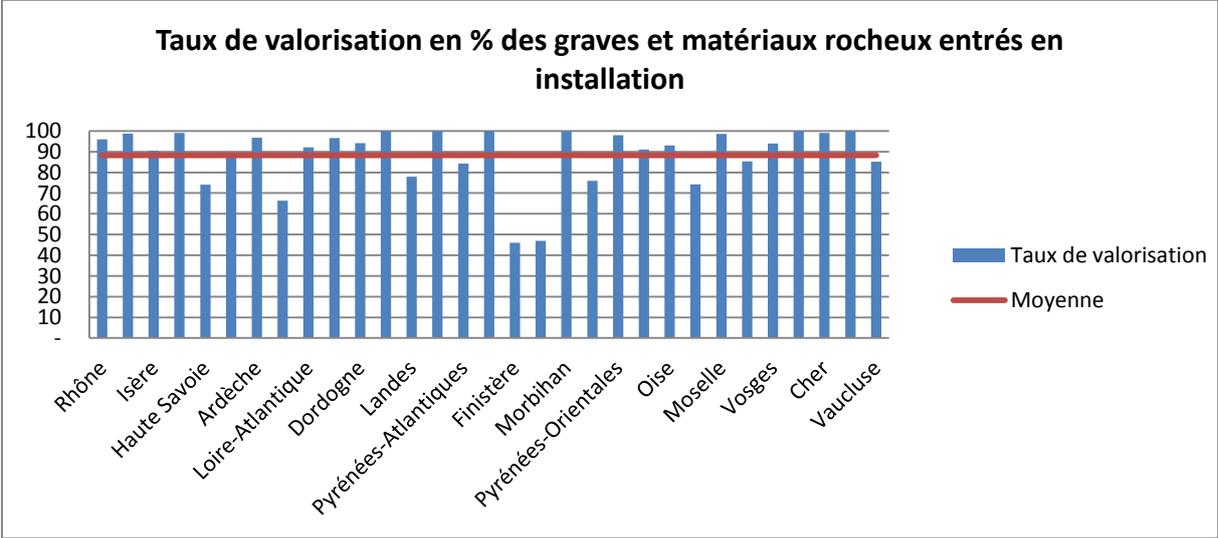
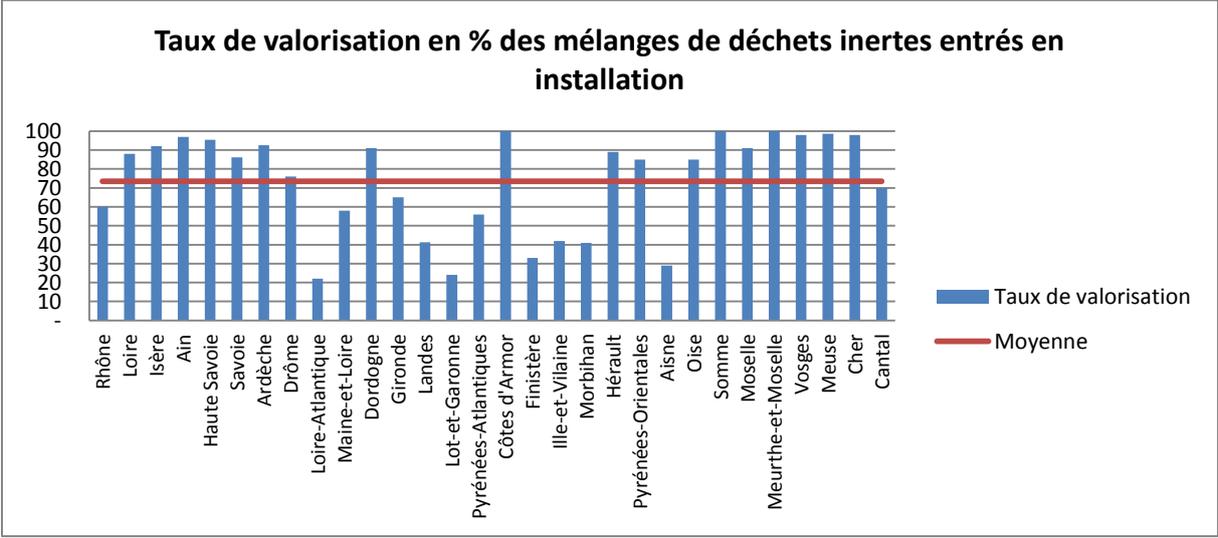
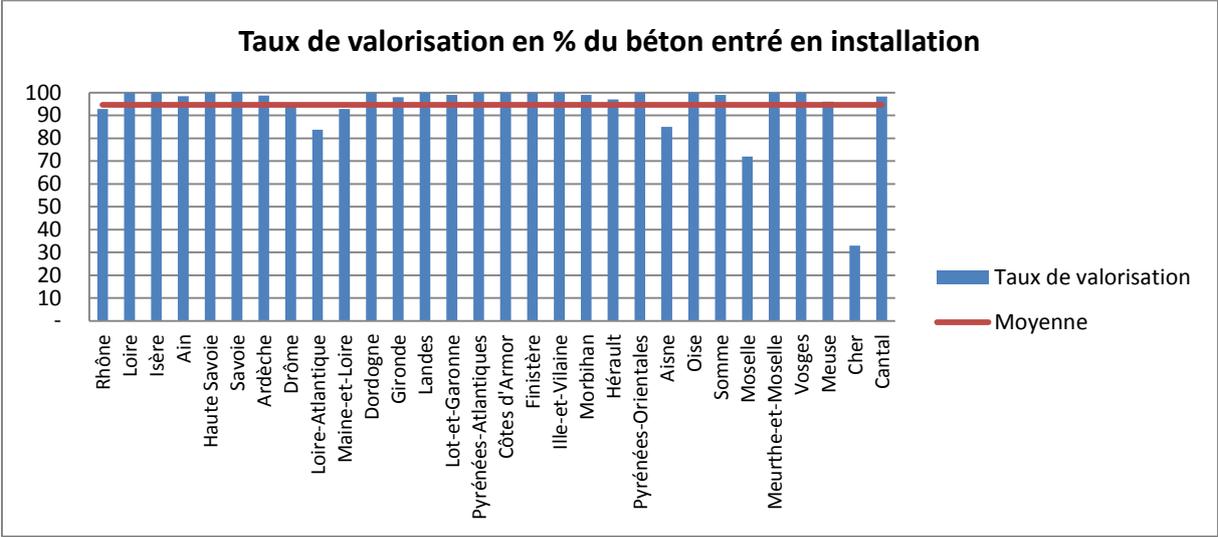


Figure 26 : Typologie des déchets inertes entrés sur les installations pour les 32 départements de l’échantillon

L’analyse des taux de valorisation propres aux 31 départements<sup>15</sup> permet de mettre en perspective les observations faites sur l’échantillon de 9 : le béton conserve une valorisation moyenne de 95%.

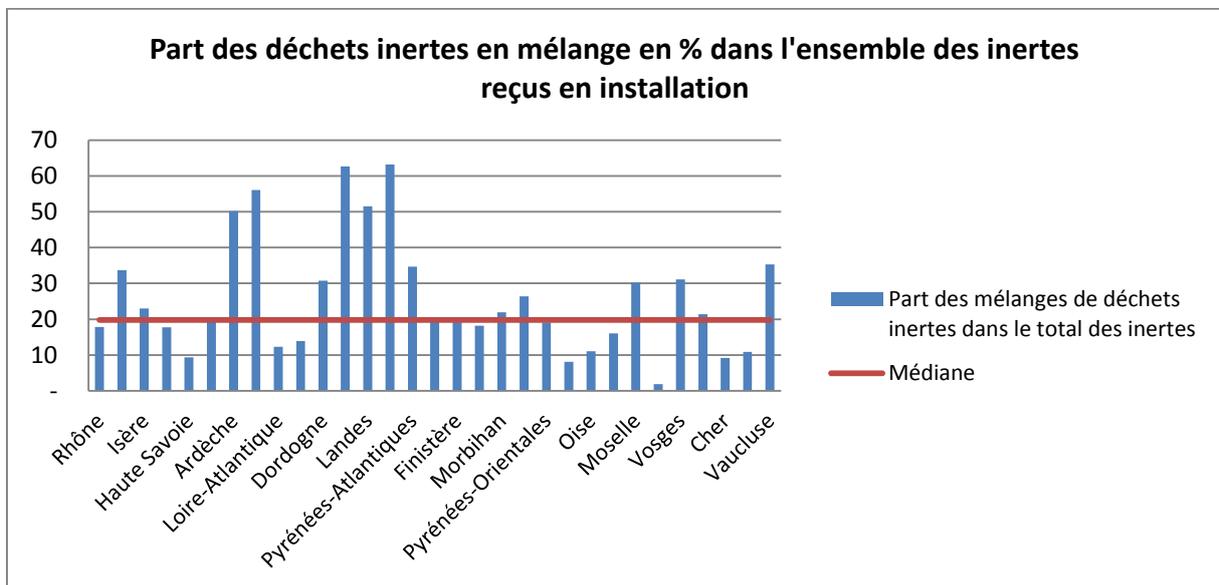
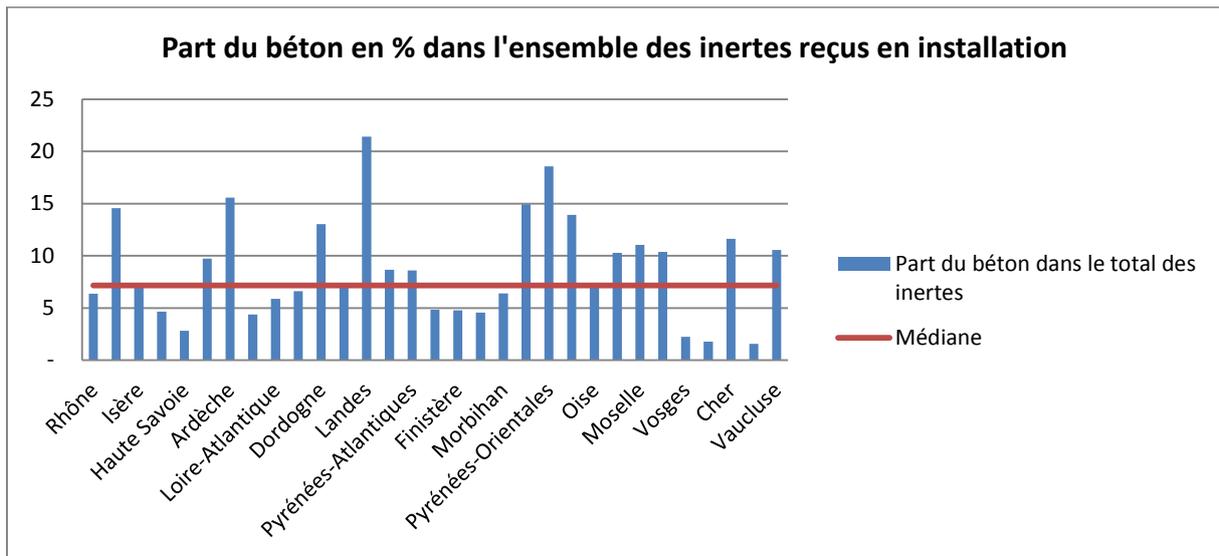
<sup>15</sup> 30 départements en fait pour le béton (pas de données pour la Haute-Savoie) et pour les mélanges de déchets inertes (sans le Cher).

Les taux diminuent pour les mélanges de déchets inertes (de 91 à 73%) et les graves et matériaux rocheux (de 95 à 73%), ce qui laisse suggérer que l'échantillon de 9 n'était pas représentatif, il était vraisemblablement au-delà de la tendance générale.

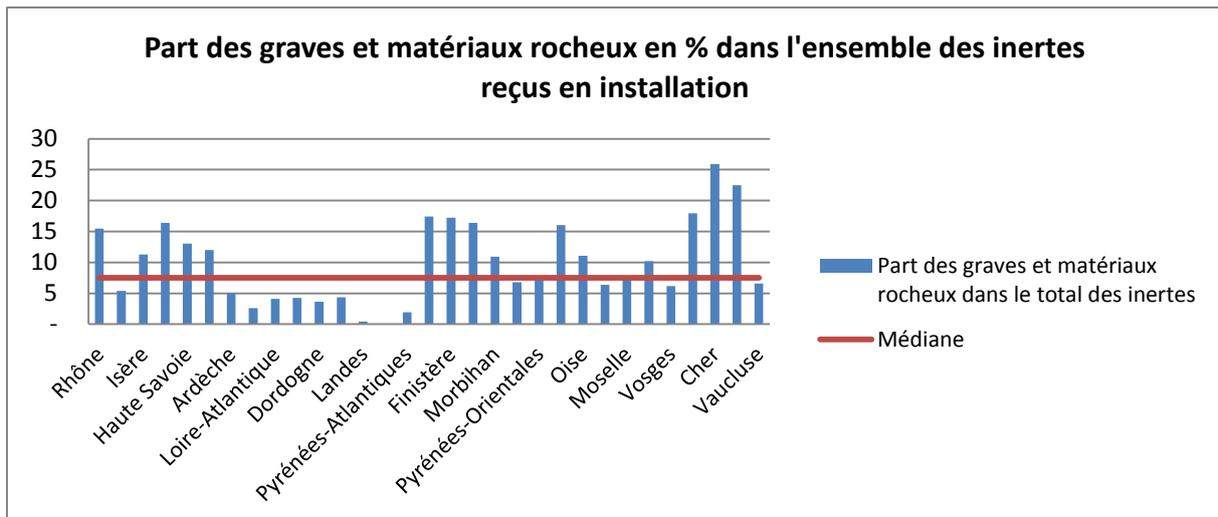


Figures 27 : Taux de valorisation en % des gisements spécifiques sur les installations pour les 32 départements<sup>16</sup>

Si l'on considère enfin la part de chaque gisement spécifique dans le total de déchets inertes, **les déchets de béton représentent, de façon médiane, 7% du gisement – de 1,6% à 21%, les déchets inertes en mélange environ 20% - de 5% à 63%, et les graves et matériaux rocheux 7,5% - de moins de 1% à 26%**. On perçoit encore la plus grande proportion de déchets inertes en mélange dans les matériaux reçus en installation.



<sup>16</sup> La moyenne est utilisée pour les taux de valorisation plutôt que la médiane compte tenu de la faible dispersion des valeurs.



Figures 28 : Part des gisements spécifiques en % dans le total des déchets inertes entrés sur les installations dans les 32 départements

Par ailleurs, lorsque l'on considère les quantités des trois types d'inertes entrées en installation pour les 32 départements de l'échantillon, 80% sont des déchets sont déjà valorisés aujourd'hui.

### 222. Résultats d'estimation

Les chiffres exposés précédemment présentent des écarts-types trop importants pour envisager des estimations des différents taux par extrapolation. Les volumes pour leur part ont fait l'objet de traitements statistiques dans le but d'estimer les gisements potentiels.

Comme pour l'estimation du gisement total, des corrélations entre gisements spécifiques et variables de première catégorie ont été recherchées (figure 28). Une première série d'extrapolations a été réalisée à partir des corrélations les plus fortes, par régression linéaire simple ou multiple, avec ou sans classification préalable, ou par la méthode des moyennes de classe. Ces premiers résultats ont donné des résultats relativement homogènes, hormis pour le béton lors de la prise en compte de la variable densité (figure 29). Ces premiers calculs furent réalisés sur l'échantillon de 32 départements, s'appuyant alors sur des données consolidées.

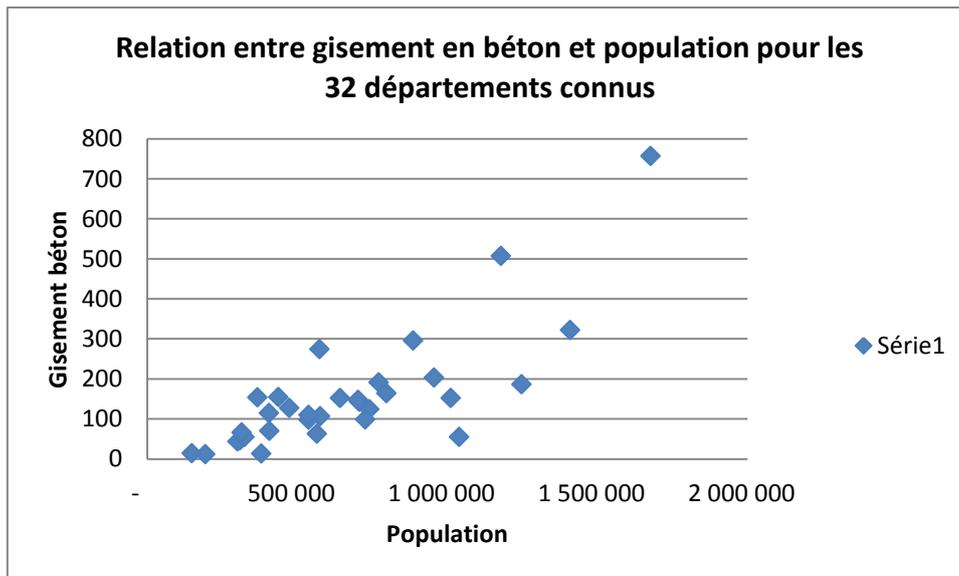


Figure 29 : Observation de la corrélation entre quantités de béton et population dans les départements de l'échantillon

Une deuxième série d'extrapolations fut réalisée en faisant appel aux variables de deuxième catégorie et à partir du seul échantillon de 9 individus, par la méthode de régression pas à pas. Les résultats par département apparaissent comme inexploitable, présentant des valeurs aberrantes. Les résultats globaux sont toutefois apparus assez proches de ceux estimés lors de la première phase et cohérents avec les estimations professionnelles. La méthode de la ventilation, à partir du gisement total de déchets inertes estimé a par ailleurs été expérimentée pour le béton. Le résultat, de 15 835 778 tonnes est très proche de celui donné par l'extrapolation prise comme référence.

Une autre série de traitements fut réalisée à partir des données obtenues par l'outil 1 (quantités reçues en installations). Tout d'abord un calcul de chaque gisement spécifique fut réalisé par régression pas à pas à partir des variables de catégorie 2 ; ensuite le calcul fut fait, par cette même méthode, du gisement total des inertes entrés sur une installation et de la part de chaque gisement spécifique dans le total des inertes. À partir de ces données estimées par département, les gisements spécifiques furent établis. On observe que les estimations sont en-deçà des estimations faites à partir des données des outils 2, 3, 4 – ce qui est cohérent dans la mesure où les quantités sont inférieures en l'absence des matériaux réemployés – mais restent dans une même fourchette.

Gisement « béton »		Gisement « inertes en mélange »		Gisement « graves et matériaux rocheux »	
<b>À partir des 32 (consolidation des outils 2, 3, 4)</b>		<b>À partir des 32 (consolidation des outils 2, 3, 4)</b>		<b>À partir des 32 (consolidation des outils 2, 3, 4)</b>	
Rég. multiple	51 320 373*	Rég. multiple	22 390 645	Rég. multiple	24 068 402
Rég. linéaire 1	18 008 613	Rég. linéaire 1	24 808 933	Rég. linéaire 1	26 583 706
Rég. linéaire 2	14 958 296	Rég. linéaire 2	23 261 922	Rég. linéaire 2	22 846 641
Rég. linéaire 3	13 684 780				
<b>À partir des 9 (outils 2, 3, 4)</b>		<b>À partir des 9 (outils 2, 3, 4)</b>		<b>À partir des 9 (outils 2, 3, 4)</b>	
Rég. prog. 1	15 868 109	Rég. prog. var.2	29 701 530	Rég. prog. var.2	28 522 074
Rég. prog. 2	15 791 243				
<b>À partir des 32 (outil 1)</b>		<b>À partir des 32 (outil 1)</b>		<b>À partir des 32 (outil 1)</b>	
Rég. prog. 1	10 097 613	Rég. prog. var.2	20 549 468	Rég. prog. 1	15 085 855
Rég. prog. 2	8 655 665			Rég. prog. 2	15 885 548
*Résultat aberrant lié à la mobilisation de la variable « densité » dans les calculs					

Figures 30 : Estimations des gisements spécifiques

Les taux de recyclabilité définis pour cette étude (voir en première partie, 1.1 Définition des matériaux pris en compte) ont été appliqués sur les résultats donnés par les deuxième et troisième méthodes.

	Quantités produites estimées	Taux de recyclabilité appliqués	Quantités recyclables estimées
<b>Bétons</b>			
Produits par les chantiers	<b>15 791 243</b>	60 %	<b>8,7 à 10 millions de tonnes</b>
Sur les installations	10 097 613		5,6 à 6,6 millions de tonnes
<b>Inertes en mélange</b>			
Produits par les chantiers	<b>28 522 074</b>	30 %	<b>7,1 à 10 millions de tonnes</b>
Sur les installations	15 085 855		3,8 à 5,3 millions de tonnes
<b>Graves et matériaux rocheux</b>			
Produits par les chantiers	<b>29 701 530</b>	75 %	<b>20,8 à 23,8 millions de tonnes</b>
Sur les installations	20 549 468		14,4 à 16,4 millions de tonnes

Figure 31 : Estimations des gisements recyclables dans le béton

Le gisement total de matériaux recyclables dans le béton est ainsi **estimé entre 37 et 44 millions de tonnes** pour la part issue des chantiers (dont 15,8 à 20 Mt de bétons). L'estimation des quantités transitant aujourd'hui par les installations et plates-formes de recyclage représente **24 à 28 millions de tonnes (avec 9,4 à 11,9 Mt de bétons)**. Une partie du gisement produit par les entreprises est aujourd'hui captée par le réemploi sur chantier mais les stratégies d'utilisation des matériaux peuvent évoluer en fonction des objectifs de la « construction durable ».

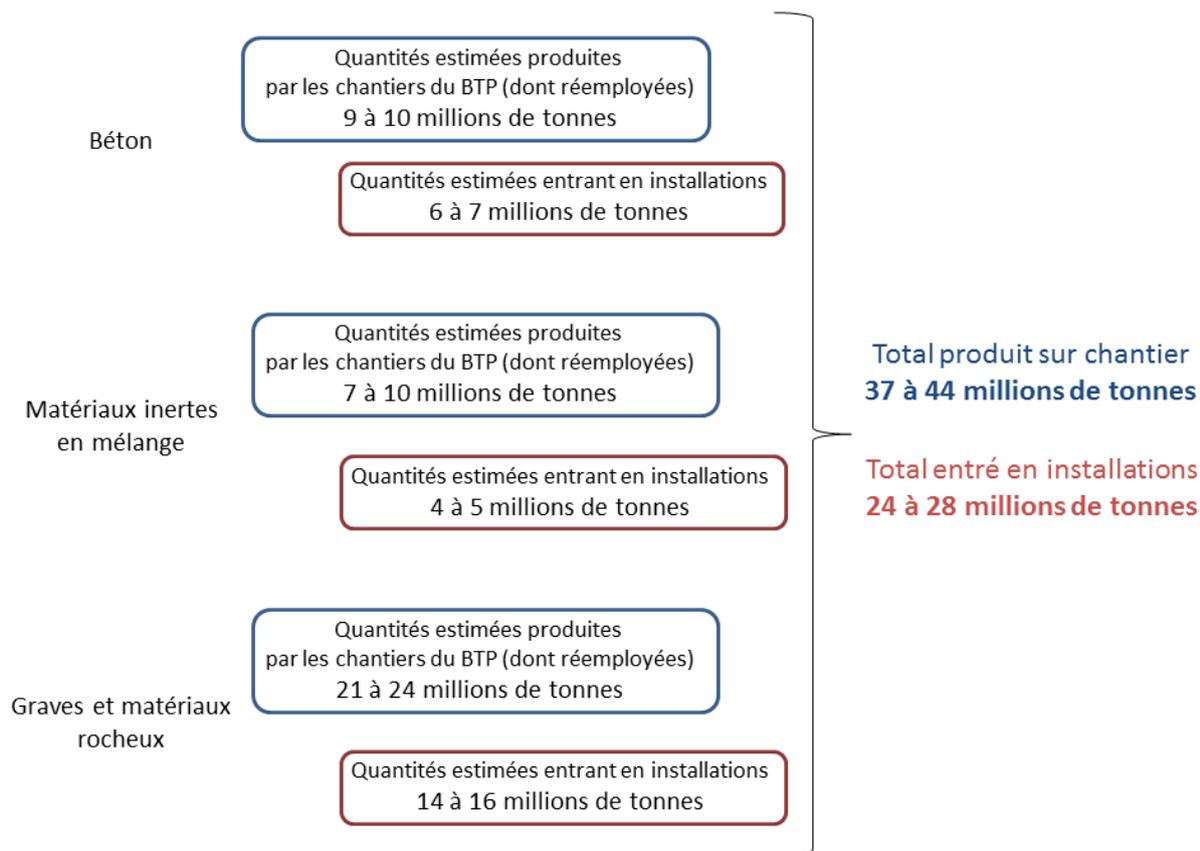


Figure 32 : Synthèse des estimations de recyclables par rapport aux gisements spécifiques

En termes de gisement potentiel, retenons que l'estimation se situe donc entre 37 et 44 millions de tonnes. Les deux périmètres n'étant pas tout à fait identiques du fait que les installations peuvent accueillir également des déchets des industries, nous allons tenter d'approcher cette part non comptabilisée dans les chantiers du BTP.

#### **Déchets de « béton » : estimation de la part rebuts de fabrication des bétons.**

En partie 1 (voir outils et méthodes), nous avons souligné que les enquêtes sur plates-formes inventoriaient tous les déchets par type sans distinction de provenance. Une part des déchets de béton peut logiquement provenir non de la déconstruction mais de **rebut de fabrication**. Or, sans accès aux données individuelles, il est impossible d'en déterminer localement le poids.

Toutefois, il est possible d'en évaluer l'importance nationale, connaissant les volumes annuels des deux activités industrielles « préfabrication » et « béton prêt à l'emploi », avec un taux moyen de rebuts. En raisonnant sur l'année 2013 avec respectivement 21,3 millions de tonnes de produits béton et 39 millions de m<sup>3</sup> de BPE, le **gisement potentiel de déchets béton en provenance de l'industrie du béton s'élèverait ainsi annuellement à 3,5 millions de tonnes** pour un taux moyen de déchets de 3%.

Dans le raisonnement « activité » il faut prendre garde à une trop grande schématisation : dans les industries de fabrication du béton, les déchets ne se réduisent pas à des déchets inertes de bétons durcis. Suivant les procédés industriels et les implantations les rebuts peuvent être également évacués sous forme de boues de béton qui sont des déchets non inertes non dangereux et requièrent

d'autres procédés pour leur recyclage. Or les données locales recueillies ne permettent pas d'apprécier ce niveau de détail. Les 3,5 millions de tonnes de déchets de fabrication des bétons devraient donc être affectés d'un coefficient de recyclabilité : par simplification nous garderons celui déjà proposé pour tous les déchets de béton, à savoir 60%.

De ces remarques, nous retiendrons que l'estimation basée sur l'inventaire local restera toujours minorante pour ce type de déchet par rapport aux extrapolations menées. **Dans l'état actuel des enquêtes et des recoupements des données, l'estimation de 37-44 millions de tonnes de déchets inertes devra donc être considérée plutôt sur la borne haute de la fourchette : pour simplifier nous parlerons ainsi d'une estimation à 40 millions de tonnes d'inertes dont 17 millions de tonnes de « purs » déchets de béton.**

### 23. Marges d'évolution vers le recyclage

Envisager le recyclage vers le béton repose sur l'idée que le gisement techniquement envisageable soit disponible et mobilisé vers une filière de traitement adaptée. À partir du gisement a priori calculé, il est possible d'observer les étapes ou éléments de la filière devant être préparés ou offrant une marge de captage supplémentaire.

Les 40 millions de tonnes estimées correspondent à l'ensemble des matériaux inertes que l'on considère envisageables pour un recyclage dans le béton. Or les calculs ne tiennent pas compte de la part de ces matériaux qui est déjà réemployée sur chantier. En effet, si l'on considère que la fabrication de béton recyclé passe nécessairement par l'intermédiaire d'une plate-forme pour déchets, le gisement est amputé de la part de matériaux aujourd'hui réemployés.

Une première marge d'évolution serait d'envisager les fabricants de béton comme des acheteurs potentiels des matériaux concassés sur place. La question se pose alors de **savoir si l'espace et le temps des chantiers sont adaptés** et permettent un tri et une préparation suffisante des matériaux. Un des ressorts de la filière vers le béton serait ainsi l'établissement de liens entre démolisseurs-aménageurs et bétonniers, liens d'autant plus pertinents que la qualité des matériaux dépend des pratiques de démolition ou déconstruction.

Certains de déchets inertes considérés peuvent également avoir un taux de recyclabilité supérieur lorsque sont mises en œuvre des pratiques de déconstruction et de tri.

#### \* Synthèse de l'enquête démolition : les enjeux liés au chantier

Que l'on prenne en compte ou non les quantités réemployées, le comportement des entreprises productrices de matériaux inertes reste un élément-clé influant sur les quantités et la qualité des matériaux mis en circulation par les travaux. Afin d'appréhender les enjeux amont de la filière de recyclage, une enquête a été réalisée dans le cadre de notre étude auprès de sept entreprises de démolition de région parisienne. La gamme des interviewés est large : une entreprise de 350 salariés, une de 100, trois d'environ 40-50, une de 20 et une de moins de 10 salariés. Presque toutes interviennent sur des chantiers de toute taille, une cinquantaine par an pour les plus grosses entreprises. Toutes déclarent que le tonnage de déchets n'est pas estimable de façon globale tant il dépend du type de chantier.

En termes de pratiques générales, on observe que les entreprises gèrent en amont du chantier la question de l'amiante – par l'établissement d'un plan de retrait – et s'appuient sur le diagnostic

déchets fourni par le maître d'ouvrage (pour les ouvrages dont la surface hors œuvre brut est supérieure à 1000 m<sup>2</sup>). Généralement, la phase de démolition ne correspond qu'à une petite partie d'un projet global, souvent de reconstruction. Les objectifs pour cette étape de démolition sont donc la bonne préparation du terrain et le respect des délais impartis pour ne pas retarder le projet global. La question des **déchets** apparaît dès lors comme une **problématique strictement limitée au temps de la démolition** : les chantiers de démolition génèrent de nombreux déchets tels l'amiante, des bois traités, des métaux, des plastiques, des gravats, du béton... déchets qui doivent être gérés au fur et à mesure de la déconstruction. Les sept entreprises interrogées pratiquent le tri mais présentent des motivations diverses : réduire les coûts liés à l'élimination, mettre en œuvre une évacuation vers la filière adaptée, assurer l'acceptabilité sur les centres de traitement, s'adapter à la typologie du chantier, faire avec la disponibilité de salariés pour effectuer ce tri, améliorer son image, agir par conviction environnementale... Le choix du prestataire pour les bennes de tri répond soit à une logique de connaissance, d'habitude, soit à une logique de coût avec une mise en concurrence ou une logique de plus grande proximité. En ce qui concerne les déchets inertes recyclables, dont fait partie le béton, la question du concassage sur place est posée en premier lieu lorsque les quantités sont importantes. Si l'espace est suffisant sur le chantier, une campagne de concassage est organisée grâce à la location d'un groupe mobile. En effet, les entreprises ont nécessairement des moyens propres mais le recours à la location pour des activités spécifiques est fréquent. Certaines entreprises pratiquent un concassage sur place le plus souvent possible et revendent les concassés en tant que « fourniture », d'autres délèguent l'évacuation et le traitement des déchets inertes à un prestataire. De façon générale, il apparaît que les entreprises connaissent les filières de recyclage et les plates-formes opérationnelles. Si certains déchets peuvent être pointés du doigt comme manquant de filière, les inertes recyclables ne le sont jamais.

D'un point de vue administratif, la gestion des déchets impose la réalisation et la transmission au maître d'ouvrage d'un certain nombre de documents, consignés dans le dossier des ouvrages exécutés, « mémoire » du chantier garant de la traçabilité des matériaux. Du point de vue des entreprises, la **pression environnementale** existante est essentiellement le fait de l'administration ; à ce jour, **seuls certains maîtres d'ouvrages imposent le tri ou l'évacuation des déchets vers des lieux de valorisation et en contrôlent la bonne exécution**. In fine, si le démolisseur est incité à réaliser une gestion optimale des déchets, c'est **en premier lieu pour des raisons de coûts** directs et indirects : le tri optimisé vers une filière adaptée est moins coûteux que le prix d'acceptation de déchets mélangés d'une part, et les pratiques respectueuses de l'environnement comme de la réglementation confèrent, d'autre part, une meilleure image à l'entreprise.

Ainsi, en amont du système, le temps du chantier, au cours duquel sont libérés les matériaux peut permettre une plus grande valorisation de matériaux recyclables à condition que le recyclage apparaisse comme la solution – légale – la moins coûteuse. À cette condition, les matériaux sont retirés progressivement, triés en fin de chantier, et constituent un gisement de qualité en grande partie recyclable. Un autre levier important à prendre en compte très en amont est la volonté des maîtres d'ouvrage, retranscrite dans une obligation de tri et de recyclage du marché contracté pour le chantier. L'enjeu du tri réalisé à la source était déjà souligné dans le rapport du PN portant sur la variabilité géographique des granulats (Jezequel, 2014).

#### \* Le cas des déchets non recyclés

Des marges d'évolution existent quant aux déchets non recyclés. Ils pourraient être recyclables, mais sont aujourd'hui acheminés par proximité sur des installations de stockage non (encore) équipées pour le recyclage, même si elles permettent une forme de valorisation par remblaiement d'une carrière par exemple.. Il s'agit alors d'une valorisation spatiale par réaménagement d'un volume créé par l'extraction d'une matière première. Le fait que ces quantités échappent au recyclage aujourd'hui peut s'expliquer par une distance trop importante entre le chantier et l'installation de recyclage la plus proche. L'évacuation des déchets de chantier se fait en fonction d'un critère principal : celui du coût. Certes, la mise en stockage des déchets inertes coûte dans l'absolu plus cher que l'entrée sur une plate-forme de recyclage, cependant le premier poste pour l'évacuation des déchets est le transport. La mise en stockage à proximité est de fait meilleur marché que l'acheminement vers un site de recyclage plus éloigné. L'arbitrage se faisant par le coût, la logique de proximité l'emporte aujourd'hui.

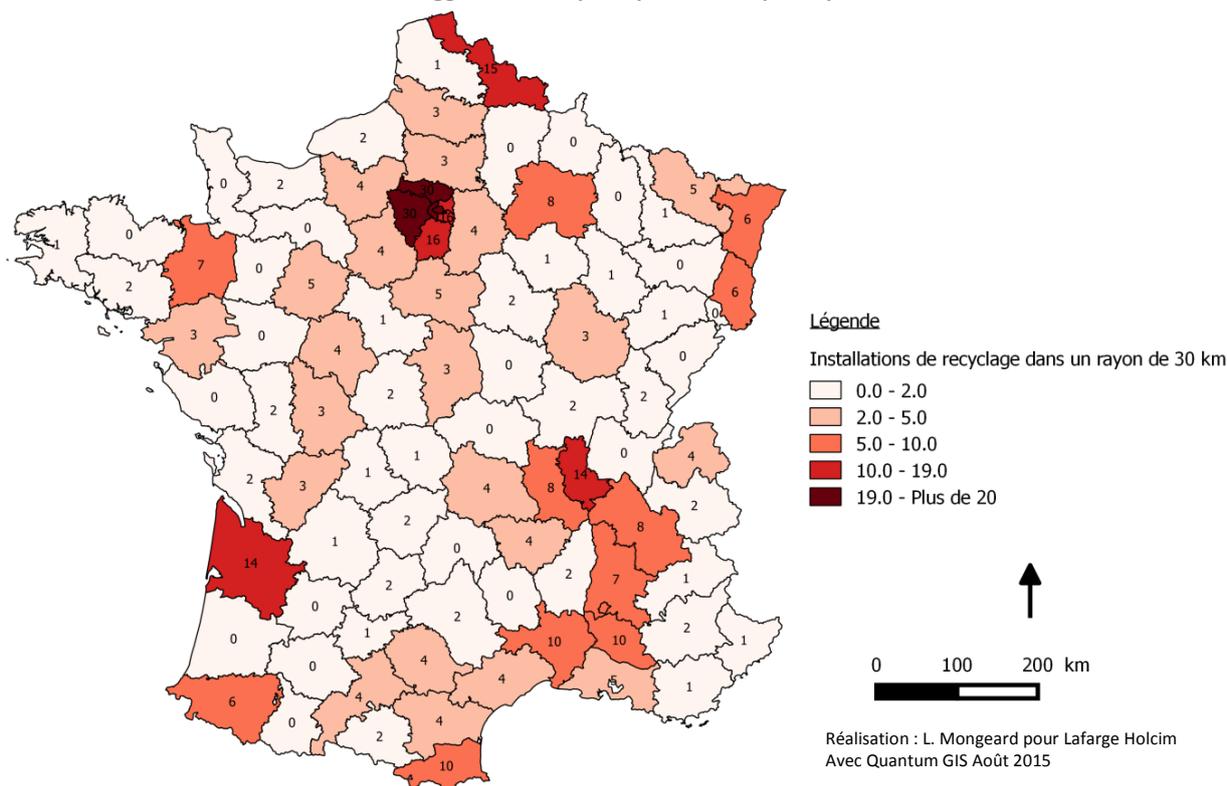
#### Pistes pour identifier les verrous au recyclage : approche par le maillage des plates-formes

La carte ci-dessous présente le nombre de plates-formes de recyclage à moins de 30 km de l'agglomération principale de chaque département. Le présumé est que la production de déchets du BTP est plus importante dans les espaces urbanisés. Les données ont été obtenues par consultation du site Internet « Déchets de chantier » mis à disposition par la Fédération Nationale du BTP<sup>17</sup>; les données sont imparfaites mais permettent au moins d'amorcer le raisonnement qui permettra d'identifier les améliorations possibles pour un meilleur recyclage.

---

<sup>17</sup> <http://www.dechets-chantier.ffbatiment.fr/>

**Quantités d'installations de recyclage des déchets inertes dans un rayon de 30 km autour de l'agglomération principale de chaque département**

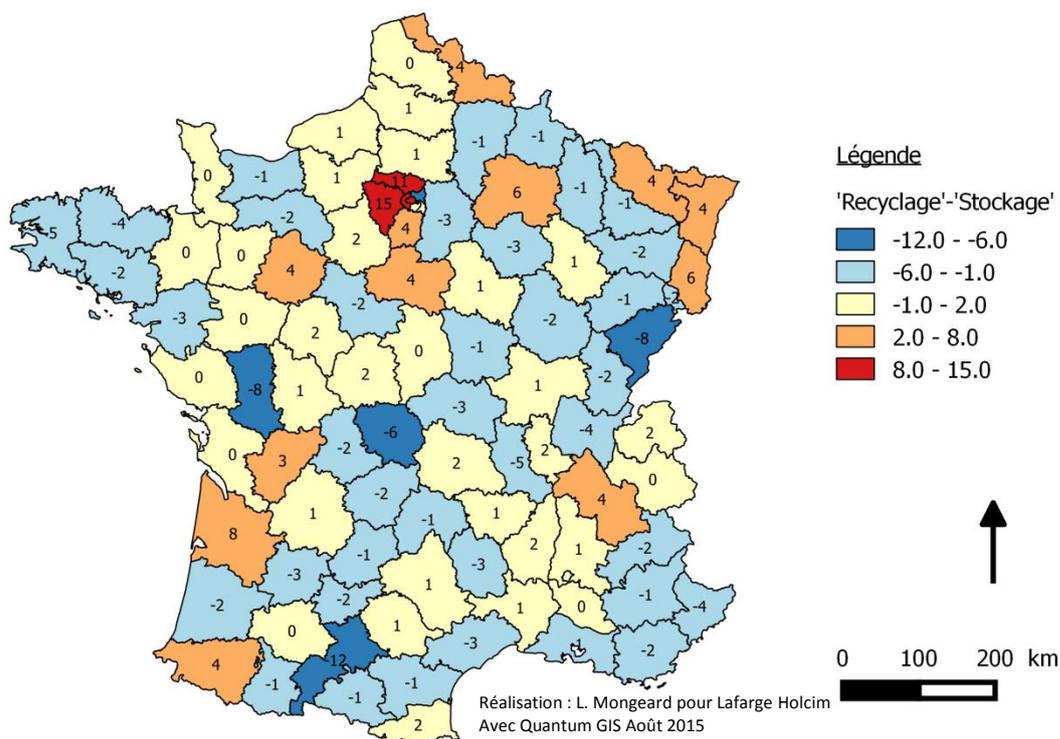


**Figure 33 : Nombre de centres de recyclage dans un rayon de 30 km de l'agglomération principale de chaque département**

On observe que certains départements ne disposent pas de plate-forme de recyclage pour déchets inertes à moins de 30 km de son agglomération principale. D'autres disposent de peu, ce qui laisse supposer une facilité d'accès hétérogène selon le lieu de chantier. Pour ces départements, l'évolution vers plus de recyclage paraît particulièrement importante car les déchets ne peuvent être recyclés.

La carte suivante présente la différence entre le nombre de plates-formes de recyclage à moins de 30 km de l'agglomération principale et le nombre de sites de stockage. Par exemple, si l'on considère le département de la Gironde avec un résultat de 8, cela signifie qu'il y a 8 plates-formes de recyclage de plus qu'il n'y a de sites de stockage.

**Ecart 'Nombre de sites de recyclage' - 'Nombre de sites de stockage' dans un rayon de 30 km autour de l'agglomération principale de chaque département**



**Figure 34 : Accès différencié au recyclage et au stockage dans un rayon de 30 km autour de l'agglomération principale de chaque département**

Les départements disposant de beaucoup plus de plates-formes de recyclage que de sites de stockage présentent certainement un accès au recyclage assez aisé, sous réserve de répartition dans l'espace relativement homogène. À l'inverse, certains départements disposent de beaucoup plus de sites de stockage que de centres de recyclage : dans ceux-ci, l'évolution des pratiques des centres de stockage et l'implantation de nouvelles plates-formes permettraient d'accroître le taux de valorisation et offrirait un gisement recyclable plus conséquent.

Mise en relation de l'écart entre nombre de sites de recyclage et nombre de sites de stockage dans un rayon de 30 km de l'agglomération principale de chaque département avec les taux de réemploi des 32 départements connus

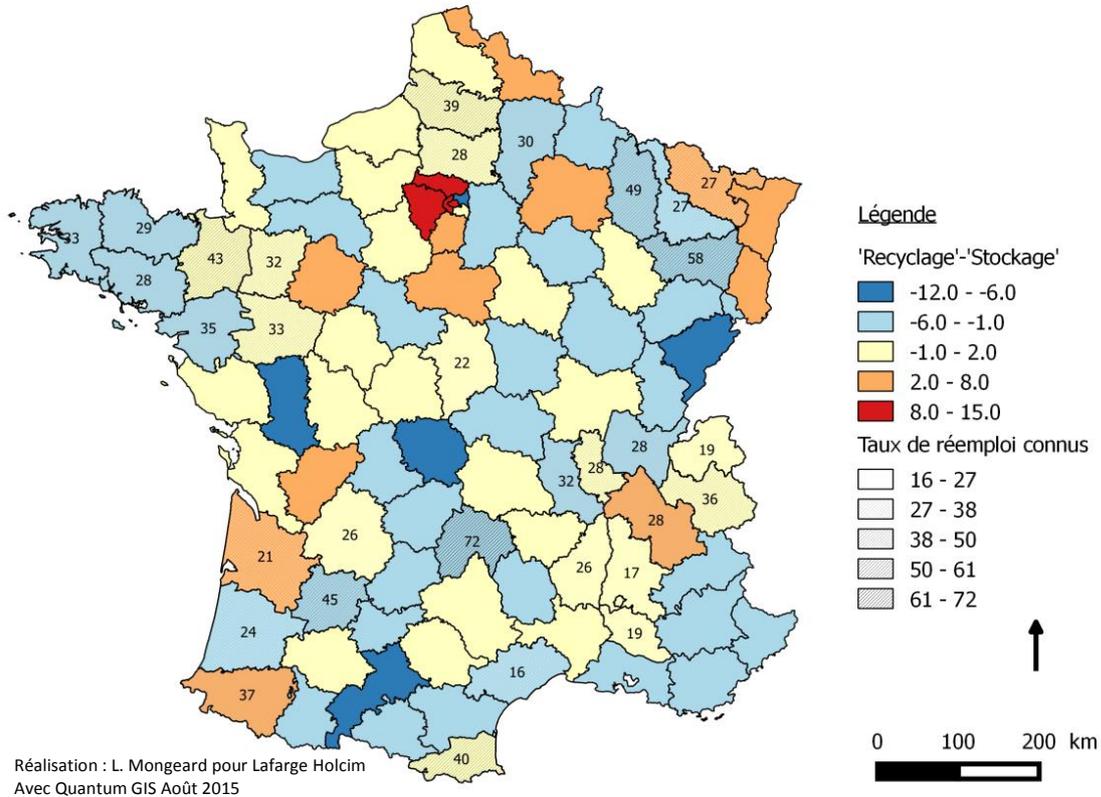
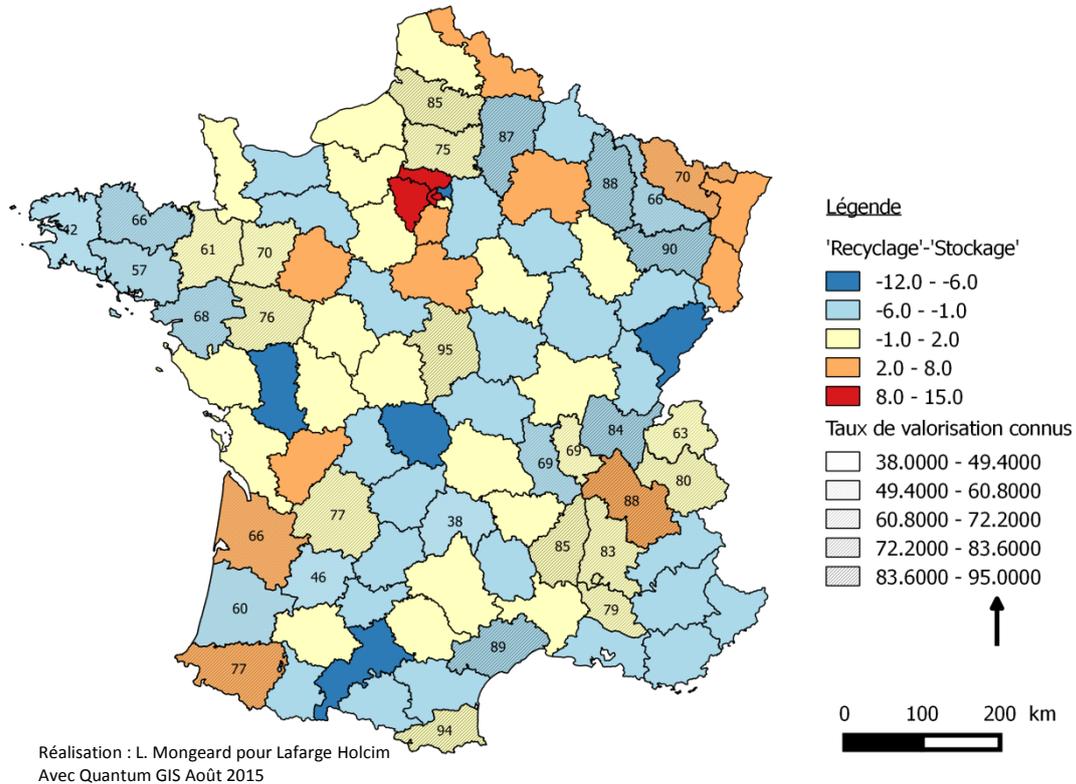


Figure 35 : Taux de réemploi des inertes en fonction de l'accès privilégié au recyclage ou au stockage dans les 32 départements connus

Le rapprochement cartographique entre taux de réemploi centres de stockage et centres de recyclage est significatif : les départements présentant les taux de réemploi les plus élevés font partie des départements dotés d'un nombre supérieur de centres de stockage par rapport aux centres de recyclage. Ce constat va dans le sens de propos d'entrepreneurs revendiquant une culture « matériaux » : les pratiques se tournent spontanément vers une logique de valorisation.

**Mise en relation de l'écart entre nombre de sites de recyclage et nombre de sites de stockage dans un rayon de 30 km de l'agglomération principale de chaque département avec les taux de valorisation des 32 départements connus**



**Figure 36 Taux de valorisation des inertes par rapport à l'accès privilégié au recyclage ou au stockage dans les 32 départements connus**

Le constat est moins évident lorsque l'on considère les taux de valorisation. Les départements relativement bien dotés en centres de recyclage font partie des départements aux plus forts taux de valorisation. Une exception : le comportement des départements lorrains mais le niveau moins fiable des données locales est sans doute à l'origine de cette dérive. Bien que les informations sur les implantations des centres de traitement soient imparfaites, le rapprochement avec les taux de valorisation et la distribution des centres de stockage permet d'identifier les pistes d'améliorations que l'on pressentait : le développement du recyclage est fonction d'un nombre suffisant d'installations et de plates-formes sur un territoire donné.

**\* Trouver une place à côté du marché « route »**

Outre le fait d'accroître le champ des possibilités, le recyclage dans le béton doit trouver sa place dans une filière dont le débouché est aujourd'hui centrée sur des chantiers routiers (assises, remblais en VRD,...). À l'heure actuelle, dans le cas d'un chantier courant, la priorité sera donnée au réemploi. Si le contexte du chantier le permet, les matériaux seront réemployés sur site, les excédents pouvant être vendus selon une logique de proximité. À défaut de réemploi, l'entreprise adressera ses déchets au lieu le moins coûteux, comme nous l'avons déjà évoqué, donc en grande partie au lieu permettant la combinaison 'coûts d'acceptation' et 'coûts de transport' la plus intéressante. Les principaux débouchés offrant une valorisation sont ensuite l'utilisation en remblaiement (en principe pour les matériaux ne pouvant pas être recyclés), l'utilisation de gravas concassés en terrassement, en voiries et réseaux divers ou en technique routière. La filière actuelle

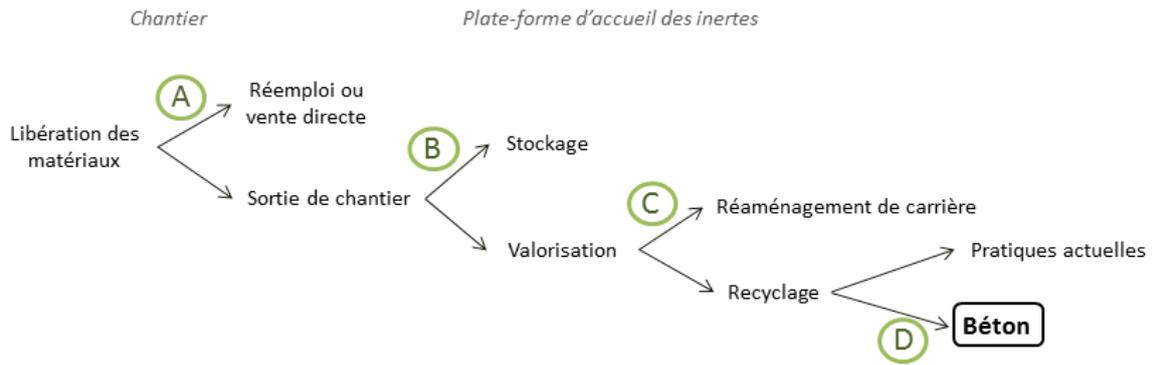
fonctionne donc essentiellement autour d'activités des travaux publics et bon nombre d'installations accueillant des déchets inertes sont gérées par le secteur. Si on s'orientait vers des plates-formes de recyclage dédiées au seul secteur de la fabrication de béton, on pourrait craindre une trop grande fragilité économique ; il pourrait être alors prudent d'envisager des partenariats sur des plates-formes de recyclage existantes en élargissant à des acteurs qui ne sont pas tous liés à une entreprise de travaux routiers.

Un autre moyen s'appuierait sur le fonctionnement des installations tel qu'il existe déjà. Participer à la filière vers le béton impose aux installations de trouver un espace de stockage propre aux déchets dédiés permettant leur identification à l'arrivée, leur traitement - déferrailage, broyage, concassage et criblage, élimination des indésirables (bois, plastiques,...) - puis leur stockage spécifique en vue de la revente afin de respecter les différents critères qualitatifs nécessaires. En cela, la production de matériaux recyclés pour le béton représente une contrainte, or cette contrainte est supportable si le prix de vente, conditionné par le prix de fabrication et une gamme différente de produits permet d'attirer une nouvelle clientèle. L'activité n'est donc pas intéressante pour les installations de recyclage bénéficiant de débouchés suffisants pour écouler leurs matériaux. Elle ne l'est pas non plus lorsque les matériaux naturels nécessaires pour le même usage sont bon marché. Elle l'est par contre pour les situations opposées, de difficultés à vendre et de pénurie en matériaux naturels. On perçoit ici le caractère local des enjeux du sujet. Selon un recycleur de l'agglomération lyonnaise<sup>18</sup>, l'effort à faire pour produire des matériaux adaptés à la fabrication du béton reste à la portée des recycleurs, la condition majeure est celle de l'existence d'un marché.

Le schéma ci-dessous résume les différents segments de de progrès dans l'introduction de recyclés dans la fabrication des bétons.

---

<sup>18</sup> Entretiens téléphoniques auprès de deux recycleurs intéressés par le projet Recybéton, septembre 2015



- A** *Solution proposée* : **relations marchandes directes entre démolisseurs et bétonniers**  
*Conditions* : **tri** conséquent des matériaux au cours du chantier  
*Leviers* : **réseaux** professionnels + exigence de tri et application de prix adaptés par le **maître d'ouvrage démolition**
- B** *Solution proposée* : **valorisation économiquement plus intéressante** que le stockage  
*Conditions* : **plate-forme d'accueil plus proche** qu'un centre de stockage ou prix de transport réduits par double fret  
*Leviers* : **maillage en PF** adapté aux besoins + exigence de valorisation par le **maître d'ouvrage démolition**
- C** *Solution proposée* : **recyclage économiquement plus intéressant** que le remblaiement  
*Conditions* : **forte demande en matériaux recyclés**  
*Leviers* : **matériaux naturels plus coûteux** (difficiles d'accès) + exigence d'utilisation par les **maîtres d'ouvrage aval**
- D** *Solution proposée* : **production et disponibilité de matériaux adaptés** à l'usage béton  
*Conditions* : **préparation des matériaux** vers le béton 'abordable' pour les recycleurs, demande en GR pour béton  
*Leviers* : filière 'recybéton' intéressante économiquement (spatialement)  
+ élaboration par les carrières ou les recycleurs d'un mixte naturel-recyclé prêt à l'emploi  
+ exigence d'utilisation par les **maîtres d'ouvrage construction**

Figure 37 : Marges d'évolution des inertes recyclables dans le béton

### Partie 3. Analyse spatiale des installations de la filière de recyclage

#### Résumé

*Les marges d'évolution observées invitent à penser le déploiement de la filière de recyclage dans le béton à une échelle assez fine sur le territoire : nous proposons d'analyser le potentiel de la filière dans les 12 principales agglomérations françaises.*

*L'outil proposé repose sur la collecte des données pour chaque agglomération : d'une part les lieux de production des matières premières – carrières et plates-formes d'accueil de déchets inertes, d'autre part les lieux de fabrication du béton – préfabrication et BPE.*

*L'analyse spatiale permet d'observer la concentration en plates-formes d'accueil des inertes près des agglomérations : de fortes disparités apparaissent entre les territoires.*

*L'analyse permet aussi d'observer les distances d'approvisionnement des centrales à béton : les plates-formes d'accueil des inertes peuvent être des lieux d'approvisionnement privilégiés lorsqu'elles permettent de réduire le temps (coût) de transport.*

*Les « recycleurs » semblent prêts, techniquement et d'un point de vue commercial, à s'ouvrir au nouveau marché vers le béton. Les freins majeurs portent sur le tri des matériaux (contrainte qualitative) et sur l'existence d'une demande en matériaux recyclés par les bétonniers. Dans ces deux cas, les maîtres d'ouvrage amont et aval ont un grand rôle à jouer.*

*Un enjeu important apparaît autour de la préparation d'un mixte 'matériaux naturels-matériaux recyclés' élaboré par les carrières ou les recycleurs, mixte prêt à la fabrication des bétons. Un tel procédé permettrait de tirer profit de la concurrence spatiale existant entre les sites d'extraction de matériaux naturels et les plates-formes de recyclage en s'appuyant sur leur complémentarité.*



©L. Mongeard - 2014

## 31. Maillages en installations de valorisation des déchets inertes des principales agglomérations françaises

L'aspect territorial de la problématique peut être abordé en observant la répartition des installations de la filière de recyclage dans le béton à proximité de 12 aires métropolitaines françaises.

### 311. Méthodologie

La filière de recyclage vers le béton peut être définie par ses étapes : le chantier, la plate-forme de recyclage (pour simplifier nous écartons le cas de la vente directe des matériaux après concassage sur site, qui peut se résumer à un effet d'aubaine pour le démolisseur) et le lieu de fabrication du béton (BPE ou béton préfabriqué). Nous introduisons dans la réflexion les sites d'exploitation de matériaux, les carrières, pour observer l'accessibilité aux matériaux naturels<sup>19</sup>.

Les données BPE, préfabrication et production de granulats sont des données de LafargeHolcim. Les données relatives aux installations accueillant des inertes ont été obtenues par consultation du site « Déchets de chantier » mis en ligne par la Fédération Française du Bâtiment. Cette plate-forme a pour objectif de recenser les lieux d'accueil des déchets du BTP et offre un outil de recherche par ville et type de déchet (qui aurait besoin d'une actualisation régulière permanente). La collecte des données a été réalisée en sélectionnant les types de déchets 'déchets inertes mélangés', 'béton', 'terre non polluée' sans sélectionner l'activité recyclage. Nous partons du principe qu'une installation accueillant des inertes peut vouloir diversifier son activité et mettre en œuvre une activité de recyclage. Ces données présentent cependant des limites : les informations disponibles sont données par les fédérations départementales à hauteur de leur connaissance. Les départements ayant bénéficié d'études diagnostic peuvent proposer des données exhaustives mais dans l'ensemble l'exhaustivité et la pertinence des données demeure relative et très variable d'un département à un autre. Ainsi, les aspects présentés par la suite doivent être considérés avant tout comme des outils à mobiliser à partir de données solides, notamment sur un territoire étudié de façon plus approfondie, que comme des résultats décrivant la situation effective.

### 312. Comportements d'agglomérations

Deux modes de sélection ont été mis en œuvre. Tout d'abord, nous avons voulu observer le rayon dans lequel se répartissaient les vingt premières installations autour de chaque ville considérée<sup>20</sup> (figure 38). Certaines agglomérations bénéficient d'une forte concentration en installations, les vingt plus proches se situant dans un rayon de 20 km du centre-ville. C'est le cas des agglomérations les plus peuplées et les plus denses. D'autres agglomérations ont accès à ces 20 premières installations dans un rayon de 20 à 50 km, soit une distance encore supportable notamment pour les communes périphériques de l'agglomération. Il est cependant nécessaire d'aller au-delà de 50 km pour certaines villes, ce qui atteste – une fois écartée l'hypothèse de la mauvaise fiabilité des données – d'un maillage en installations insuffisant. C'est le cas notamment de Strasbourg où l'on peut supposer que la très forte proximité des carrières rend le recyclage par définition peu intéressant.

<sup>19</sup> Les données présentent également les gravières sous l'intitulé « carrières » en dépit des limites que peuvent présenter les matériaux naturels qui en sont issus pour un usage dans le béton dans certaines régions.

<sup>20</sup> Dans le cas de Paris, la collecte des données a été réalisée en sélectionnant « Paris » (centre de la ville) puis les 13<sup>e</sup>, 16<sup>e</sup> et 19<sup>e</sup> arrondissements.

Mise en relation de la distance au centre des 20 installations les plus proches du centre des 12 principales agglomérations avec la densité de population 2012

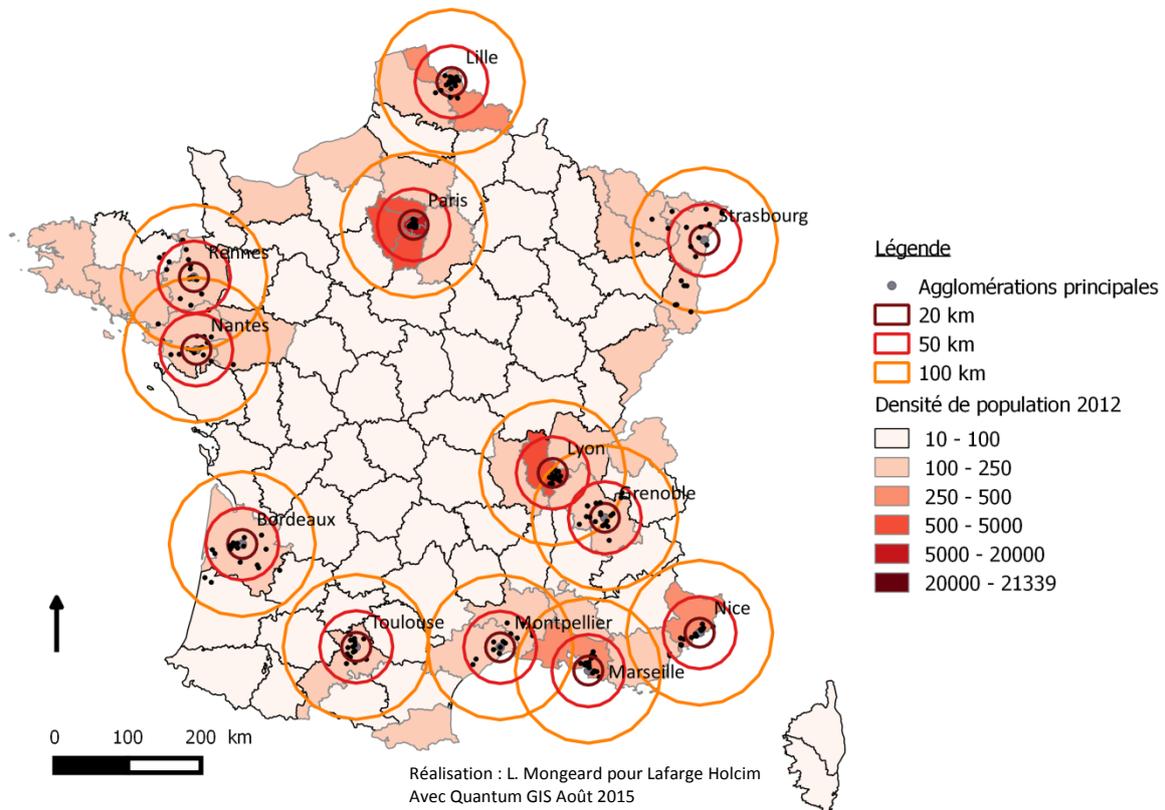
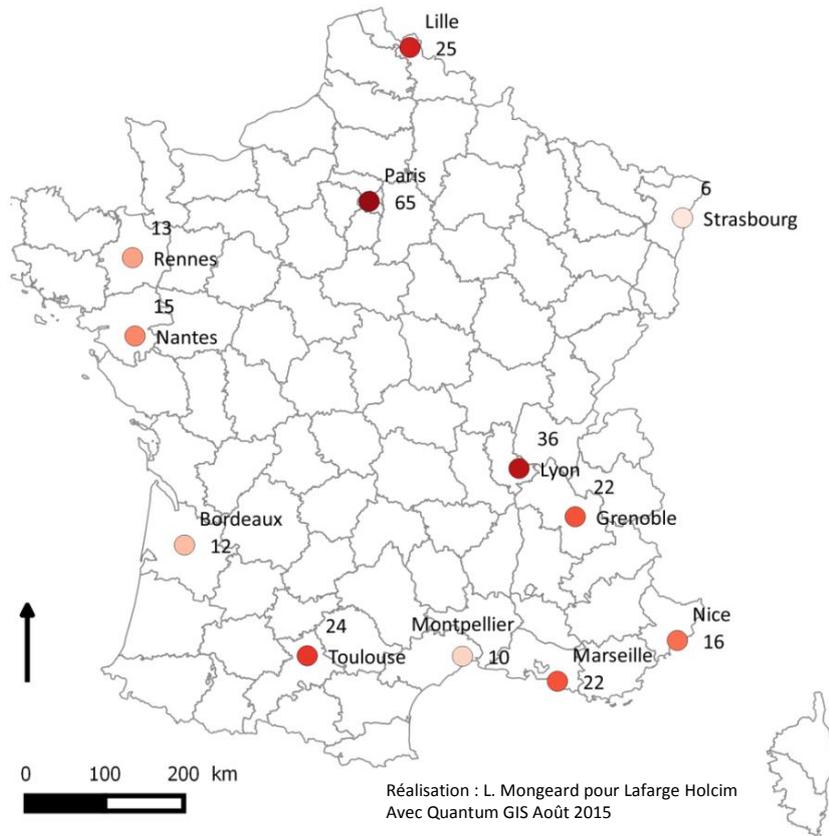


Figure 38 : Distance au centre des 20 installations les plus proches des 12 principales agglomération en fonction de la densité de population

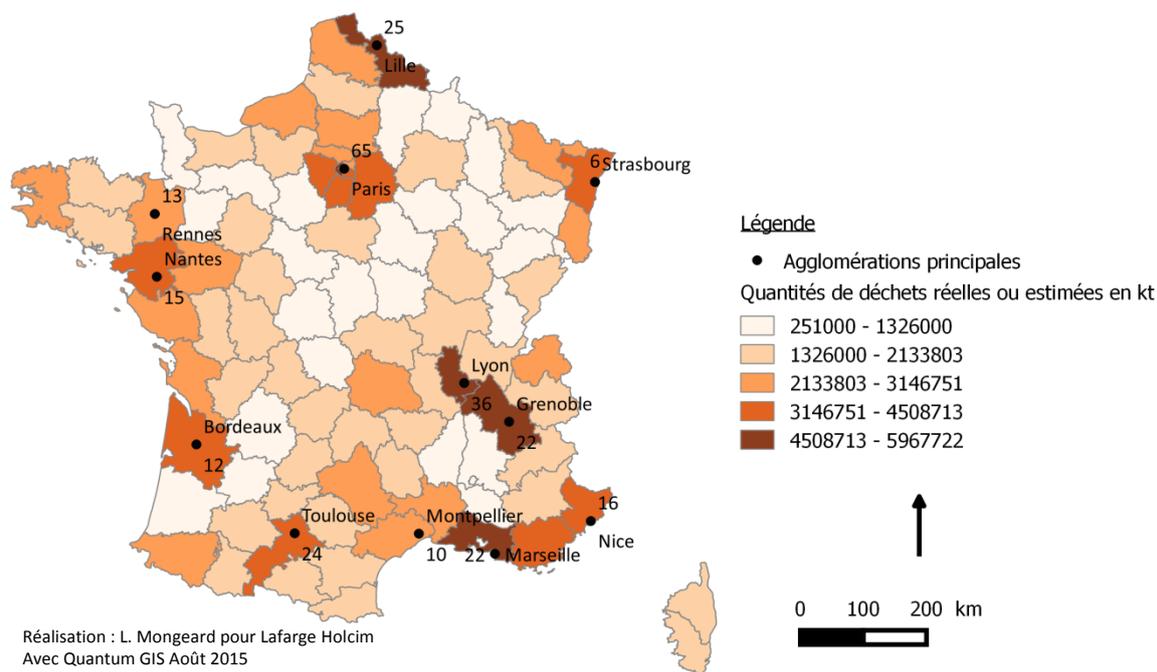
L'autre traitement mis en œuvre consiste à observer le nombre d'installations accueillant des inertes dans un rayon de 40 km, rayon supposé pouvoir desservir l'ensemble de l'agglomération (figure 39). Ce traitement permet *a priori* d'observer la faiblesse du maillage en installations de certaines agglomérations. Il est cependant intéressant de remarquer que les résultats respectent globalement la hiérarchie urbaine mais finalement peu la densité de population. Ces données peuvent être mises en regard avec les quantités de déchets produites afin d'interroger la capacité de prise en charge des matériaux pour les installations existantes. Ainsi, la carte (figure 40) montre que la hiérarchie en termes de quantités de déchets estimées n'est pas strictement la même que celle en nombre d'installations. Par exemple, si les données utilisées sont assez proches de la réalité, l'agglomération de Strasbourg se trouve finalement peu équipée au regard de sa production de déchets.

**Installations accueillant les déchets inertes considérés dans un rayon de 40 km autour des principales agglomérations françaises**



**Figure 39 : Nombre d'installations accueillant des inertes dans un rayon de 40 km autour des 12 principales agglomérations**

**Mise en relation du nombre d'installations accueillant des inertes dans un rayon de 40 km autour des agglomérations avec les quantités réelles ou estimées de déchets inertes des départements**



**Figure 40 : Nombre d'installations dans un rayon de 40 km autour des principales agglomérations par rapport aux quantités d'inertes connues et estimées par département**

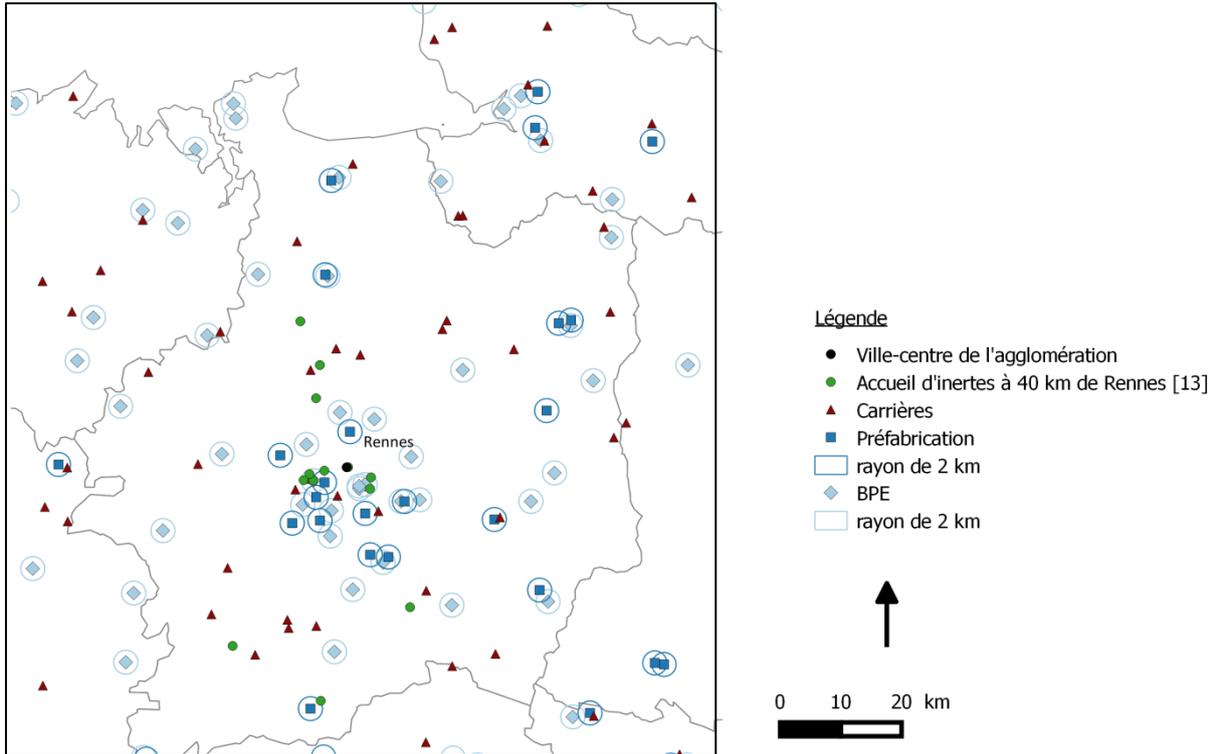
## 32. Distances potentielles de transport pour la filière de recyclage dans le béton

### 321. Rapprochement plates-formes de recyclage, BPE, préfabrication et granulats

L'intérêt représenté par la prise en compte de la répartition des installations accueillant des inertes dans l'espace fait essentiellement sens dans une logique de filière de production. Face au fonctionnement existant d'approvisionnement des centrales BPE et de préfabrication par des matériaux naturels produits depuis des carrières, il est intéressant de considérer le potentiel en approvisionnement des installations accueillant les déchets inertes recyclables dans le béton.

Ce type d'informations est pertinent à l'échelle d'un territoire, notamment à l'échelle d'une agglomération. Nous proposons ainsi une série de focus sur trois des douze agglomérations observées. On note en premier lieu que la filière de béton recyclé est particulièrement intéressante lorsque des lieux de fabrication de béton sont éloignés de carrières.

### Installations de la filière recy-béton dans l'agglomération de Rennes

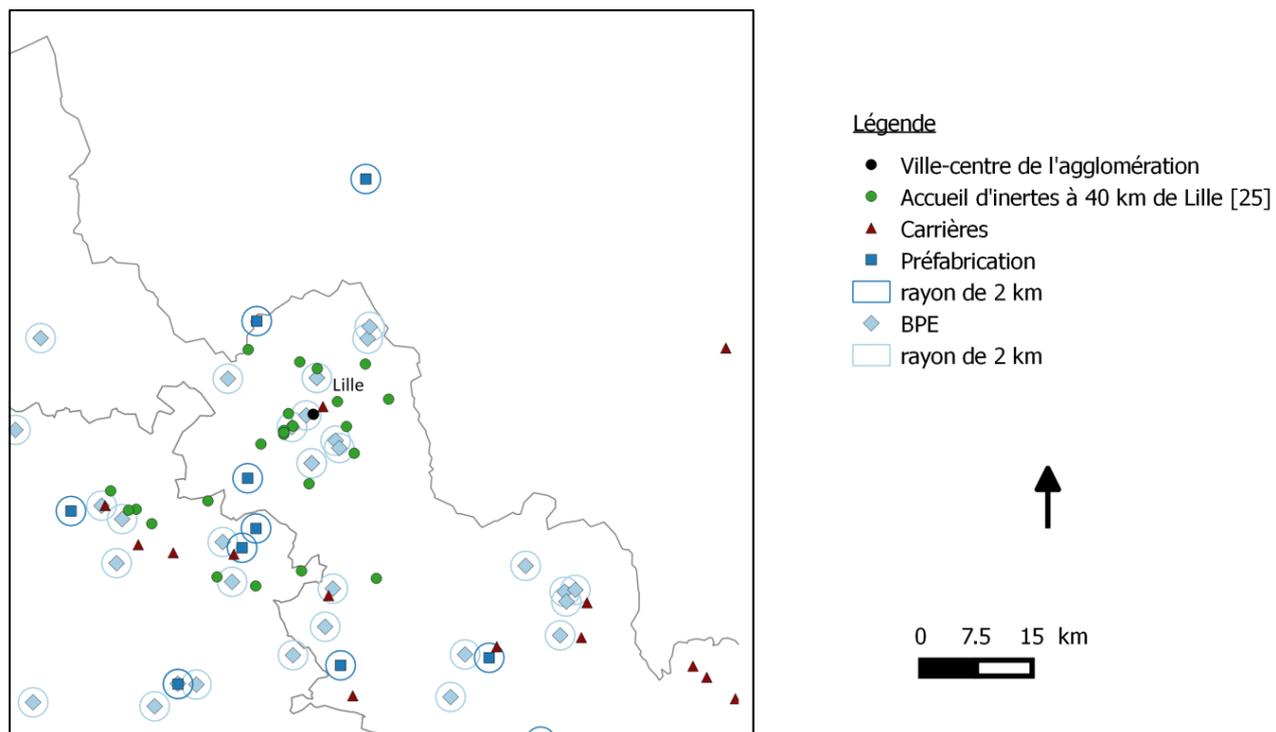


Réalisation : L. Mongeard pour Lafarge Holcim  
Avec Quantum GIS Août 2015

**Figure 41 : Représentation cartographique de la filière recy-béton dans l'agglomération rennaise**

Dans le cas de Rennes, on observe une présence relativement homogène des carrières, les installations sont pertinentes près de l'agglomération rennaise où la densité rend les distances plus contraignantes, mais on pourrait envisager des installations dans les espaces plus pauvres en granulats naturels.

## Installations de la filière recy-béton dans l'agglomération de Lille



Réalisation : L. Mongeard pour Lafarge Holcim  
Avec Quantum GIS Août 2015

**Figure 42 : Représentation cartographique de la filière recy-béton dans l'agglomération lilloise**

Le cas de Lille s'apparente à un cas d'école de région disposant de peu de matériaux naturels où les installations pour déchets sont nombreuses et plus pertinentes pour l'approvisionnement des centrales à béton.

## Installations de la filière recy-béton dans l'agglomération de Grenoble

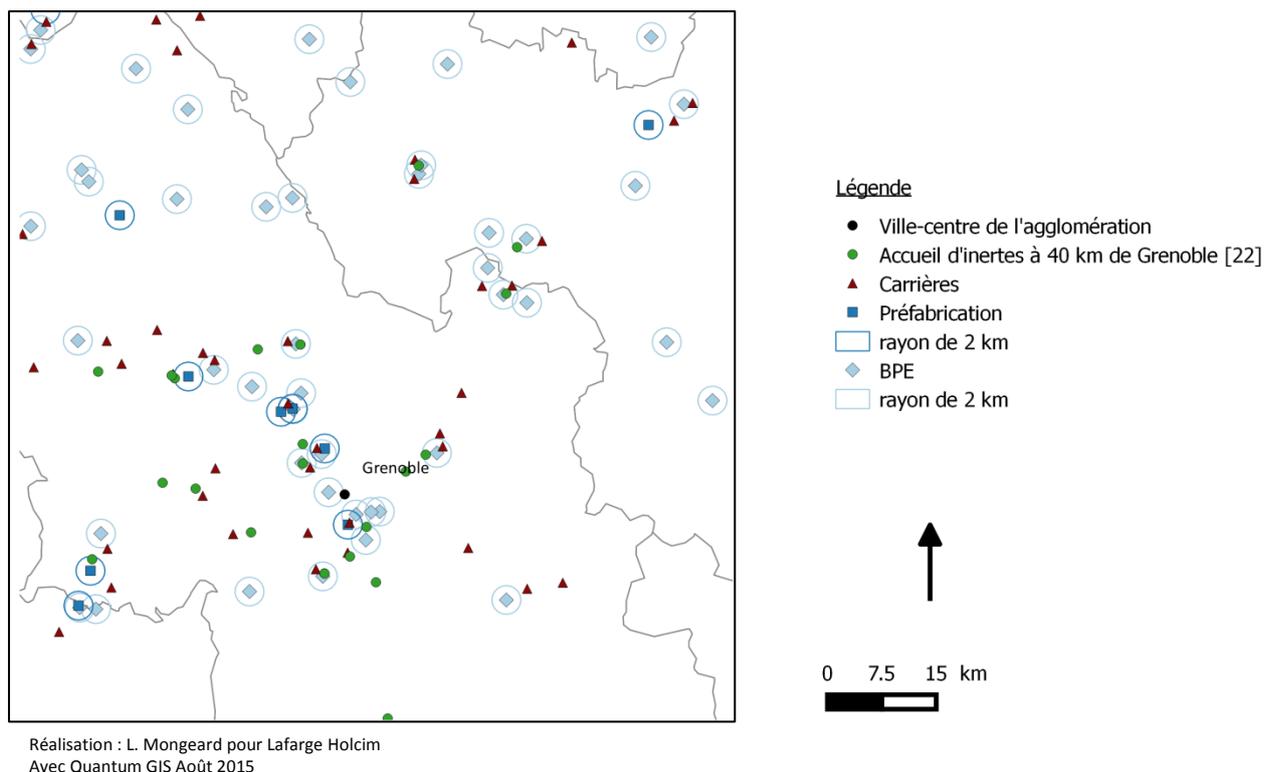


Figure 43 : Représentation cartographique de la filière recy-béton dans l'agglomération grenobloise

À Grenoble, on remarque des zones à forte présence de carrières de matériaux naturels et d'autres où les carrières sont éloignées et pour lesquelles des plates-formes de recyclage auraient un rôle à jouer.

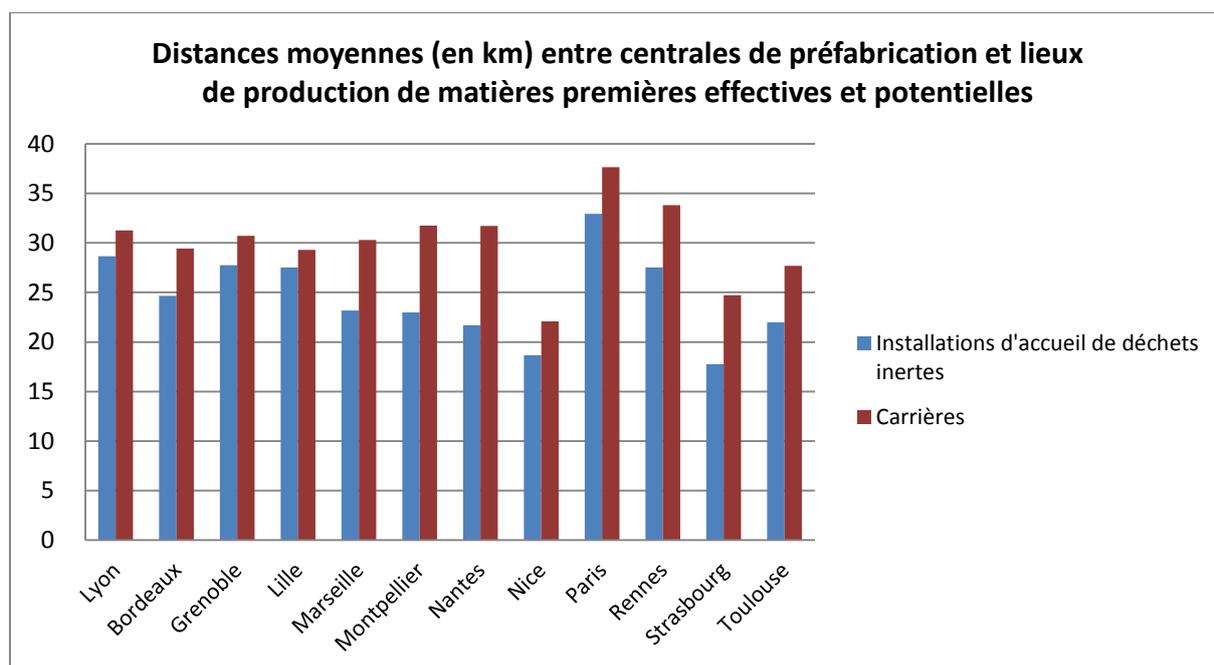
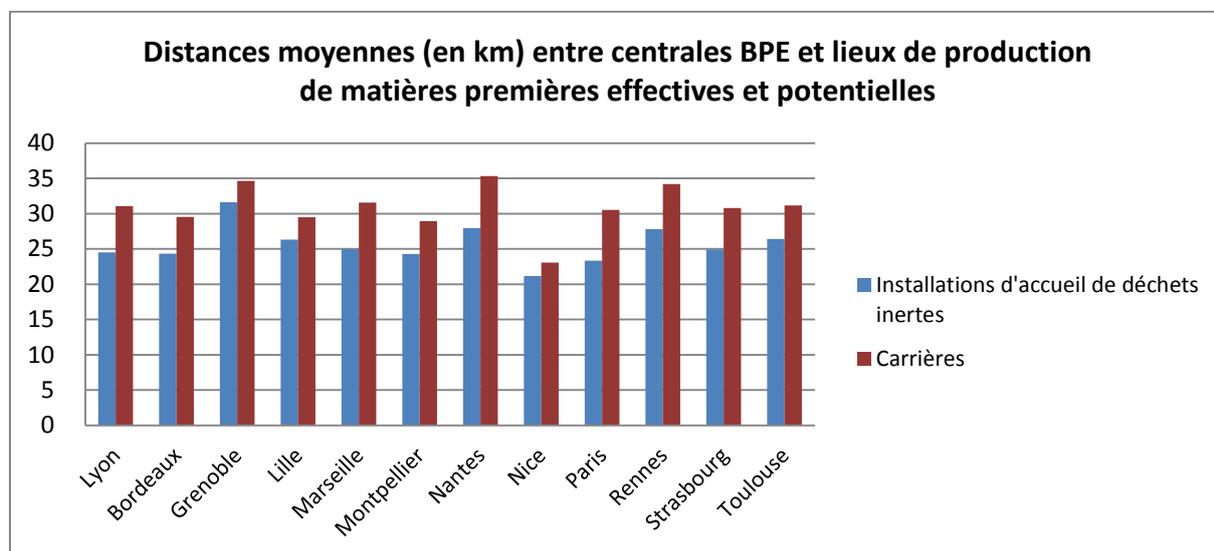
Cette analyse peut être mise en œuvre sur l'ensemble des territoires et permettrait d'observer tout d'abord les lieux où les plates-formes existantes ont intérêt à participer au recyclage dans le béton, mais aussi les secteurs dépourvus en plates-formes et pauvres en carrières où l'implantation de plates-formes serait pertinente.

### 322. Distances en jeu

La représentation cartographique permet par ailleurs le calcul des distances entre les deux parties de la filière de production du béton. Sont considérés comme lieux de production de la matière première les carrières pour la production de granulats naturels (matière première effective) et les plates-formes accueillant des déchets inertes pour la potentielle production de recyclés (matière première potentielle). Les installations d'accueil des inertes considérées sont des plates-formes de recyclage mais aussi des lieux d'accueil de tri ou de stockage, l'hypothèse étant qu'ils peuvent aisément évoluer vers le recyclage. Sont considérés comme lieux de production de béton les centrales de béton prêt à l'emploi et les centrales de préfabrication.

Lorsque l'on considère les distances moyennes séparant les unités de fabrication béton des lieux de production granulat, on observe que les installations de recyclage potentielles sont les plus proches

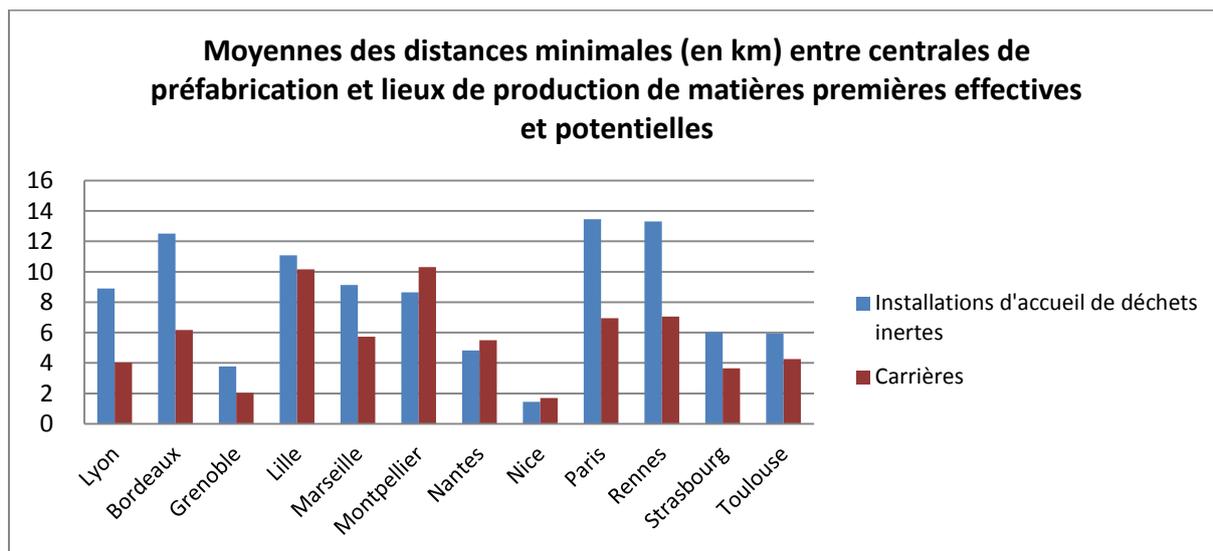
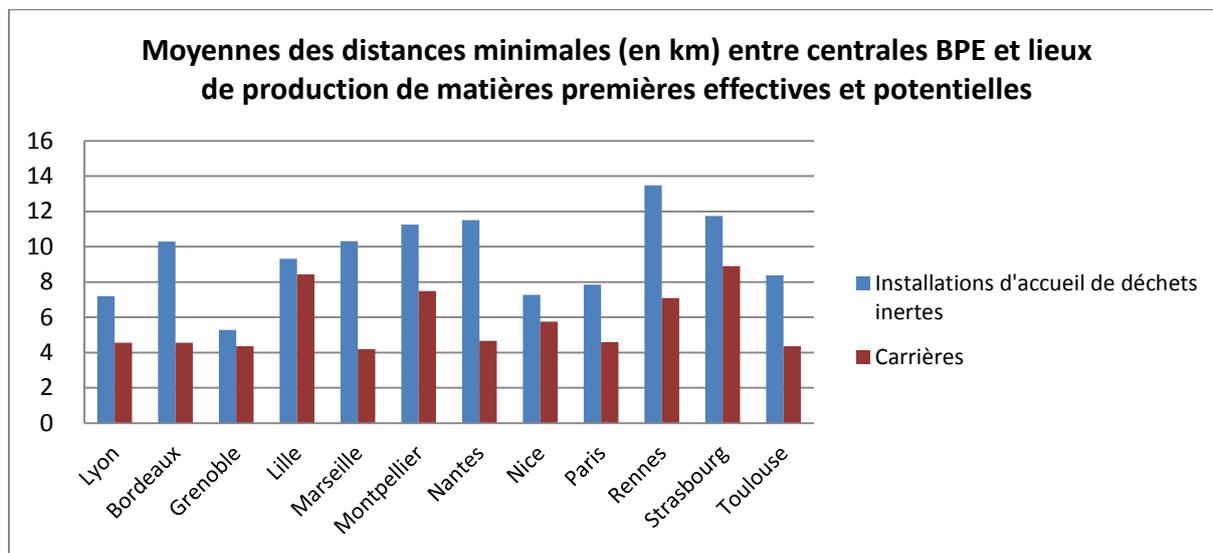
pour l'ensemble des agglomérations considérées, avec un écart de 5,2 km en moyenne au détriment des carrières. L'observation est similaire pour la préfabrication, avec un écart de 5,4 km entre les deux types de production. Cela signifie que pour un lieu de fabrication donné, la distance moyenne de l'ensemble des lieux de recyclage potentiel est inférieure à celle de l'ensemble des lieux d'extraction de matériaux naturels. Le recyclage présenterait l'avantage d'une répartition plus homogène sur le territoire pris en compte (40 km autour de la ville-centre).



Figures 44 : Distances moyennes entre matières premières et lieux de production du béton pour les 12 agglomérations

À l'inverse, lorsque l'on considère la moyenne des distances minimales entre matière première et production de béton, on observe que les carrières sont toujours plus proches des lieux de fabrication. Pour le BPE, les carrières sont en moyenne plus proches de 3,7 km, et pour la préfabrication elles le sont de 2,6 km. Ces informations doivent être ainsi comprises : pour un lieu de fabrication donné, la distance moyenne des carrières les plus proches est inférieure à celle des installations accueillant des

inertes. On note toutefois trois agglomérations pour lesquelles les lieux de recyclage seraient plus proches que les carrières : Montpellier, Nantes et Nice. De façon générale, la marge de progression pour le recyclage est plus importante dans le cas du BPE.



Figures 45 : Distances minimales entre matières premières et lieux de production du béton pour les 12 agglomérations

### 33. Leviers et freins autour du fonctionnement des plates-formes de recyclage :

À partir de visites de différentes plates-formes de recyclage réalisées en amont de cette étude et d'entretiens téléphoniques avec des recycleurs ayant montré leur intérêt pour le projet RECYBETON, il apparaît que participer à la filière de recyclage dans le béton représente des contraintes par rapport aux techniques actuelles.

### **Identification des freins :**

Tandis que l'utilisation des graves recyclées en terrassement ou en technique routière permet, dans certaines limites, des fonctionnements simples des unités de recyclage (accueil des matériaux, stockage en mélange et un traitement), le recyclage pour le béton exige des matériaux triés pour répondre aux exigences de qualité plus élevées. Dans le cas de matériaux effectivement triés, cela suppose des espaces de stockage spécifiques pour éviter les mélanges en fonction des contrôles opérés en amont et un impératif prétraitement par tri des indésirables, suivi du déferraillage et des phases habituelles de traitement par concassage/criblage.

Plus on augmente le nombre de déchets accueillis ( matériaux en mélange,...) plus l'espace de stockage doit être étendu. D'un point de vue pratique, la préparation de matériaux recyclables pour le béton demande donc, non seulement un espace suffisant sur site pour le stockage temporaire des matériaux (avant traitement et en attente d'être vendus) et leur traitement, mais aussi de réaliser des campagnes de concassage supplémentaires distinctes avec du matériel spécifique comme pour le criblage ou le scalpage des terres.

L'enjeu spatial est de taille pour les plates-formes de recyclage dans la mesure où leur pertinence est plus importante près des secteurs d'activité les plus dynamiques, là où justement la densité d'occupation est forte ce qui contraint les recycleurs à travailler sur des surfaces réduites (de l'ordre de 3 ha et bien souvent moins).

Cette problématique spatiale est particulièrement importante lorsque l'on considère un des leviers majeurs du développement de la filière, à savoir l'élaboration d'un mixte naturel-recyclé prêt à la production du béton. La faisabilité réelle du recyclage dans le béton passerait par l'élaboration d'un mixte intégrant la quantité de recyclé adaptée à la formulation. Ce mixte peut être fait par les carrières, sur un site d'extraction de matériaux naturels par l'acheminement de matériaux recyclés, ou – avec des matériaux recyclés sur place – par les recycleurs après approvisionnement en granulats naturels. Le choix entre ces deux options doit être pensé en fonction de la situation locale, selon la distance des carrières aux lieux de fabrication du béton.

Cette étape s'appuie sur une complémentarité déjà existante entre carrières et plates-formes de recyclage – les plates-formes sont nombreuses à proposer la vente de matériaux naturels acheminés par double-fret, après avoir adressé des matériaux en remblai de carrière par exemple. Toutefois, la problématique de gestion de l'espace sur le site de production n'est pas la même pour les carrières et les plates-formes : la préparation du mixte demande encore plus d'espaces de stockage sur le site de recyclage. Enfin, un des paramètres essentiels à ces choix résidera dans les proportions optimales pour les clients entre recyclés et naturels dans les formulations préparées.

### **Identification des leviers :**

La production de matériaux recyclés pouvant être intégrés dans le béton représente un nouvel enjeu par rapport aux clients traditionnels des plates-formes : routiers, terrassiers, entreprises de voiries et réseaux, paysagistes.... On suppose qu'une demande nouvelle et importante de la part des industriels du béton rendrait la production de matériaux spécifiques attrayante malgré les contraintes de leur cahier des charges

Schématiquement deux types de situation : la ressource en granulats naturels est rare et le recyclé peut trouver sa place. Second cas, l'écoulement des matériaux recyclés sur les marchés traditionnels est difficile et rend nécessaire d'envisager d'autres débouchés. Le premier cas peut être observé dans certaines régions françaises mais n'est pas généralisé. Ce « levier » de fait doit être appréhendé de façon très localisée. Remarquons que le contexte de crise économique où l'ensemble des activités du BTP est ralenti, peut engendrer des comportements nouveaux qui ne se seraient pas exprimés dans d'autres contextes. La pratique du réemploi permet l'approvisionnement en matériaux secondaires du chantier par lui-même mais aussi de chantiers périphériques à des coûts plus avantageux car moins élevés en transport et en traitement.

On constate aujourd'hui que les recycleurs intéressés par le projet RECYBETON sont dans cette dernière situation et souhaitent se tenir prêts pour investir ce nouveau marché potentiel. Au vu des entretiens, les contraintes liées à la préparation des matériaux vers un recyclage dans le béton seraient tout de même à relativiser. À condition que les déchets arrivent triés - éventuellement via un intermédiaire spécialisé dans le tri - et que la plate-forme dispose d'un espace suffisant, les adaptations pour une plate-forme existante sont plus organisationnelles que technique.

Par ailleurs, on note que des pratiques vers le recyclage dans le béton existent déjà selon des modalités restreintes mais efficaces. Par exemple, certaines plates-formes récupèrent les bétons durcis des centrales, bétons ne nécessitant ni tri, ni déferraillage, mais seulement un traitement mécanique habituel dans la production de granulats. Elles abordent ainsi la clientèle béton avec un produit de qualité. Par un partenariat, le même client peut ainsi solliciter une plate-forme uniquement pour le traitement de ses propres déchets qu'il demande à récupérer, puis à recycler pour une réintégration dans les matériaux dont il aura besoin pour ses nouvelles fabrications de béton. Ces pratiques restent expérimentales à ce jour. L'effort de récupération de « fonds de toupie » ou bétons durcis existe par ailleurs sur d'autres plates-formes pour les mélanger à d'autres inertes pour en améliorer la qualité.

D'autres recycleurs pensent, au contraire, préférable d'envisager la filière vers le béton à partir de matériaux « habituels », à savoir des bétons de démolition. Ces pratiques seraient conditionnées au niveau de tri réalisé par les entreprises en amont mais concerneraient des volumes bien plus importants et correspondraient à une pratique à part entière, équivalente aux existantes. Selon un recycleur interrogé, fonctionner en « circuit fermé » (de matériaux de construction à de nouveaux matériaux de construction) est l'objectif idéal pour des recycleurs. Cette logique est à mettre en relation avec les volumes disponibles par la déconstruction : tous les déchets potentiellement admissibles dans les bétons ne suffiront pas à répondre aux besoins de la construction.

### **Dynamique naissante :**

Le moteur du déplacement des pratiques des recycleurs – rejoints par des acteurs des déchets jusqu'à présent non engagés dans le recyclage – vers cette nouvelle « filière béton » a plusieurs composants. Le premier et essentiel dans tous les cas, se trouve dans la demande<sup>21</sup>. Ensuite, par effet indirect, nous avons déjà évoqué la raréfaction des matériaux naturels. Ce mécanisme n'est pas perceptible aujourd'hui de la même manière en tout lieu, mais il est déjà enclenché par l'application d'outils de planification, restreignant, voir interdisant l'accès à certaines ressources naturelles. Il

---

<sup>21</sup> « S'il y a des débouchés, c'est logique : on y va ! On est quand même là pour gagner des sous. »

pourrait être tentant de peser sur les nouveaux schémas régionaux des carrières pour accélérer cette mutation pour certains territoires à moyen terme.

La prise en compte de cette limite pourrait cependant devenir un levier immédiat par la voix des maîtres d'ouvrage en aval cette fois. La demande de ceux-ci d'intégrer des bétons faits avec des matériaux recyclés, dans le but d'une montée en gamme par les critères environnementaux, pourrait certainement devenir le levier le plus efficace sur la demande en matériaux recyclés. Cette plus-value qualitative, que l'on imagine aussi par le fait que les matériaux recyclés seraient finalement de meilleure qualité que les matériaux naturels, permet de compenser la limite majeure du recyclé aujourd'hui, à savoir qu'il est plus cher que le matériau naturel dans certains endroits. Pour ce faire, la mise en œuvre d'une communication sur les avantages du recyclé doit être envisagée à destination des décideurs (mairies, industriels... ensemble des personnes amenées à rédiger un CCTP, document pouvant imposer l'utilisation de matériaux recyclés comme cela tend à apparaître notamment dans le cas d'éco-quartiers). Un levier sous-jacent à ce dernier doit également être appréhendé pour permettre la mise en œuvre de la filière : les assurances, aujourd'hui rassurées par les études comme RECYBETON pour accepter un élargissement de l'utilisation de béton recyclé.

Enfin, le fait de porter la réflexion sur la seule filière béton ne doit pas obérer le contexte général du recyclage en France. Les pratiques des autres filières poursuivent leurs propres évolutions : l'importance considérable des volumes des terres et matériaux meubles sous les incitations de plus en plus nombreuses de l'économie circulaire (avec, par exemple, l'objectif de recycler 70% des déchets du BTP) peut favoriser le déplacement des flux dirigés jusqu'à présent vers les applications routières au sens général et faciliter indirectement l'installation de celle du béton. Le rapport coût/performance, même pondéré par la proximité de ces nouveaux volumes de recyclats devra probablement nécessiter des ajustements pour que la substitution vers la filière béton s'accélère.

En effet, l'objectif général est bien que l'ensemble des pratiques concourent à l'amélioration des pratiques et non que l'une des filières - béton - ne vise pas à concurrencer frontalement les fonctionnements des autres. C'est pourquoi l'étude menée s'est notamment attachée à souligner les aspects qualitatifs et géographiques qu'il faudra, à l'avenir, préciser pour optimiser les flux de déchets à recycler entre les acteurs économiques et les nouvelles exigences qui émergent du client final, soucieux d'innover dans le contexte de la construction durable.

## Conclusion

Basée sur les 32 premiers diagnostics départementaux réalisés par le réseau des CERC, l'étude a permis d'estimer les quantités de déchets inertes recyclables dans le béton pour trois familles de déchets : celle des bétons purs, celle des mélanges contenant des bétons et enfin celle des gravés et matériaux rocheux..

Un premier temps de l'étude a été consacré à l'analyse détaillée des données existantes au plan local et à la recherche de méthodes d'extrapolation. L'estimation des quantités de déchets inertes produits à l'échelle nationale fut réalisée en tant qu'étape intermédiaire pour observer leur répartition sur le territoire et tester la représentativité de l'échantillon : l'extrapolation donnant de

l'ordre de 200 millions de tonnes est proche de l'estimation publiée par le MEDDE- 231 millions de tonnes- basée sur une enquête nationale des pratiques. L'écart peut être expliqué par les aménagements urbains et les pratiques sauvages observées qui ont échappé naturellement à la démarche des CERC. Aux quantités obtenues furent appliqués des taux de recyclabilité. La totalité des matériaux considérés ne peut effectivement pas être utilisée pour élaborer de nouveaux bétons. Par exemple, les déchets de béton peuvent présenter des impuretés ou être associés à des taux en sulfates plus ou moins importants ou encore provenir d'ouvrage en béton atteint d'alcali-réaction. Les taux ont été établis à partir des retours d'expérience des professionnels participant au Projet National. Ainsi, la recyclabilité effective du béton est estimée à 60%, celle des inertes en mélange à 30% et celles des graves et matériaux rocheux à 75%. En comptant les incertitudes des méthodes employées, le gisement de matériaux recyclés pouvant être adressé vers de nouveaux bétons est ainsi estimé à **40 millions de tonnes dont 17 millions de tonnes de « purs » déchets bétons.**

Par rapport au marché 2013, rappelons que 121 millions de tonnes de granulats naturels sont employés dans les bétons hydrauliques, avec en particulier 74 millions de tonnes pour le béton prêt à l'emploi et 18 millions de tonnes pour la préfabrication (UNICEM, 2013). Le gisement potentiel identifié, s'il ne peut logiquement répondre à tous les besoins, présente, au-delà des quantités, certains atouts qui pourraient aider au réemploi dans les bétons :

- profiter de la logique de proximité que les installations de recyclage permettent,
- s'appuyer sur la capacité des bétons à incorporer des déchets de bétons et d'autres matériaux inertes issus des chantiers du BTP,
- mettre en avant les pratiques respectueuses de l'environnement de la filière.

La présente étude met également en évidence des marges d'évolution, leviers existant aux différentes étapes, de la démolition au recyclage dans le béton, qui permettraient d'accroître les quantités de déchets recyclables dans le béton. Les retours d'expérience soulignent notamment que le milieu professionnel du recyclage entrerait sans difficulté en relation avec celui de la construction mais qu'un des acteurs-clés de la future filière serait le maître d'ouvrage, voire le client final exigeant un bâtiment à « haute qualité environnementale ». Un autre levier majeur se situerait sur l'exploitation de la complémentarité entre carriers et recycleurs devant œuvrer ensemble pour la préparation d'un mixte 'matériaux naturels-matériaux naturels' prêt à l'intégration dans le béton.

Par ailleurs, la démarche a apporté un éclairage sur les données et les pratiques elles-mêmes en termes de production de déchets inertes issus de chantiers du Bâtiment et des Travaux Publics. L'observation des taux de réemploi et de valorisation ou des proportions par type de matériaux souligne la disparité des comportements d'un département à l'autre, disparité que l'on peut aisément supposer au sein d'un même département. Ces disparités ont été rendues particulièrement visibles par la recherche d'un modèle statistique permettant l'estimation des gisements nationaux : aucune des corrélations observées ne permet de comprendre pleinement les comportements. L'absence de réelle clé de compréhension est également soulignée par l'échec de méthodes courantes en statistique telles que la méthode des ratios – le recours au ratio déchets inertes par habitant s'est avéré infructueux – ou encore la mobilisation de données normalisées. De même, lorsque nous proposons les méthodes déployées en troisième partie à l'échelle d'un territoire donné, il paraît pertinent d'envisager un approfondissement par le recours à une analyse qualitative et territorialisée de la question de déchets. En réalité, seule une lecture fine et contextualisée

permettrait d'appréhender les dynamiques entre acteurs d'un territoire donné, une éventuelle logique de groupe économique ou d'un tissu de PME familiales, ou encore la simple prise en compte de gros chantiers faisant événement et bousculant les chiffres et les pratiques.

Enfin, l'étude montre qu'il serait important d'aborder une autre stratégie d'estimation afin de gommer la phase intermédiaire de synthèse départementale (ou régionale) : travailler sur la base des données consolidées des enquêtes CERC hors logique du découpage territorial. Les marges d'incertitudes seraient moins larges et les tendances probablement plus faciles à faire émerger. Cette évolution pourrait ainsi, au moment où d'autres études locales arrivent à leur terme et devraient permettre un « saut » de représentation à plus de 60% des départements métropolitains, contribuer à l'actualisation de la présente étude, tout en confortant les tendances relevées.

## Références

### Bibliographie

BARLES S., "Society, energy and materials: the contribution of urban metabolism studies to sustainable urban development issues", *Journal of Environmental Planning and Management*, 2010, vol. 53 : 4, p. 439-455

COMMISSARIAT GÉNÉRAL AU DÉVELOPPEMENT DURABLE n° 615, *Bilan 2012 de la production de déchets en France* - À partir de l'enquête sur les déchets et les déblais produits par la construction et secteur de la dépollution en 2008 (Medde/CGDD/SOeS), réactualisée en 2012

MASUY-STROOBANT G., COSTA R. (dir.), *Analyser les données en sciences sociales : de la préparation des données à l'analyse multivariée*, Bruxelles, Bern, Berlin : P.I.E.P. Lang, 2013

MONGEARD L., SANTOS E. G., *Recyclage des déchets de chantier dans l'habitat populaire en France et au Brésil* – Actes du colloque franco-brésilien Attilio, Lille, septembre 2014 - À paraître

MONGEARD L., VESCHAMBRE V., *Éléments pour une histoire de la déconstruction : évolutions en matière de démolition de l'habitat social (agglomération lyonnaise : 1978-2013)* – Actes du 2e congrès francophone d'histoire de la construction, ENSAL, Vaulx-en-Velin, janvier 2014 - À paraître

PUMAIN D., SAINT-JULIEN T., MATHIAN H., *L'analyse spatiale. 1. Localisations dans l'espace*, Paris : A. Colin, 1997

PUMAIN D., SAINT-JULIEN T., *L'analyse spatiale. 2. Les interactions*, Paris : A. Colin, 2010

JEZEQUEL F., *Etude de variabilité des caractéristiques de granulats recyclés issus de diverses sources et suivi*, Sigma Béton, Rapport rédigé pour le thème 2 du PN Recybéton, octobre 2014

### Textes règlementaires

LOI n° 2009-967 du 3 août 2009 de programmation relative à la mise en œuvre du Grenelle de l'environnement

LOI n° 2010-788 du 12 juillet 2010 portant engagement national pour l'environnement

LOI no 92-646 du 13 juillet 1992 relative à l'élimination des déchets ainsi qu'aux installations classées pour la protection de l'environnement, JORF n°162 du 14 juillet 1992 page 9461

Directive 2008/98/CE du Parlement européen et du Conseil du 19 novembre 2008

Circulaire du 15 février 2000 relative à la planification de la gestion des déchets de chantier du bâtiment et des travaux publics (BTP)

Circulaire du 18 mai 2006 relative à la planification de la gestion des déchets de chantier du bâtiment et des travaux publics

### Sitographie

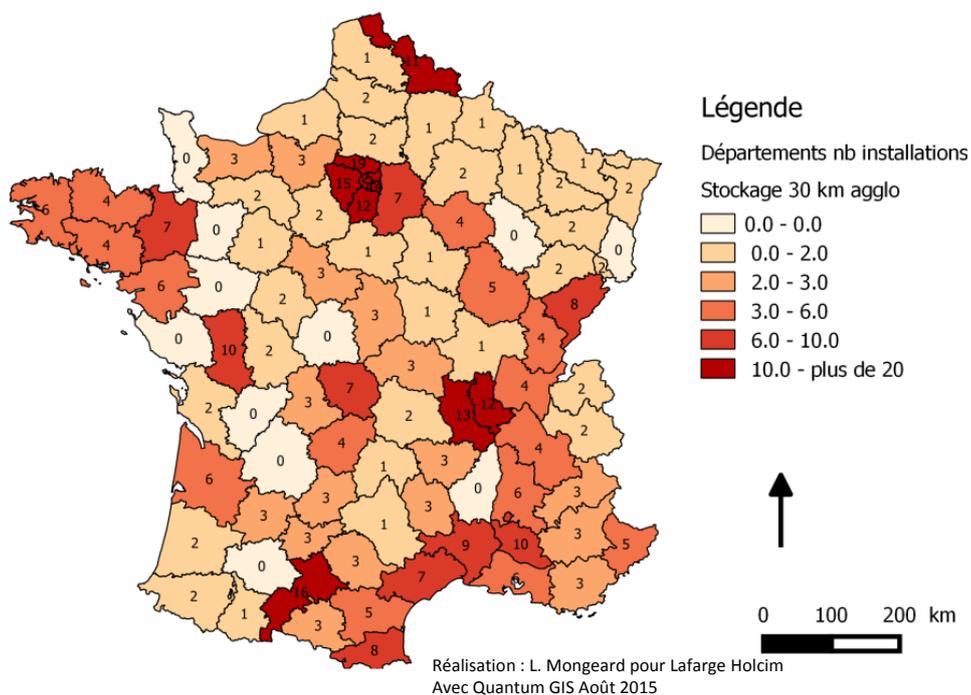
<http://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/fiche-technique-dechets-du-batiment-201412.pdf>

<http://www.developpement-durable.gouv.fr/Dechets-du-batiment,19574.html>

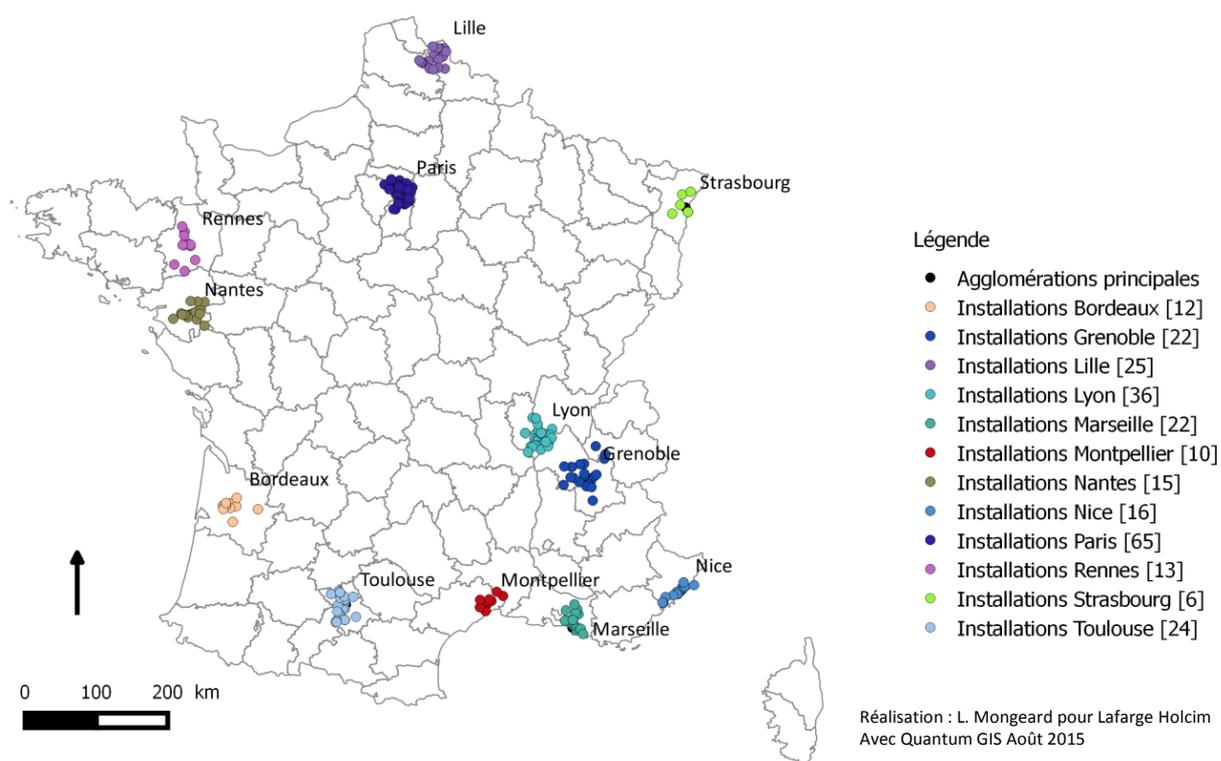
<http://www.dechets-chantier.ffbatiment.fr/>

## Annexes

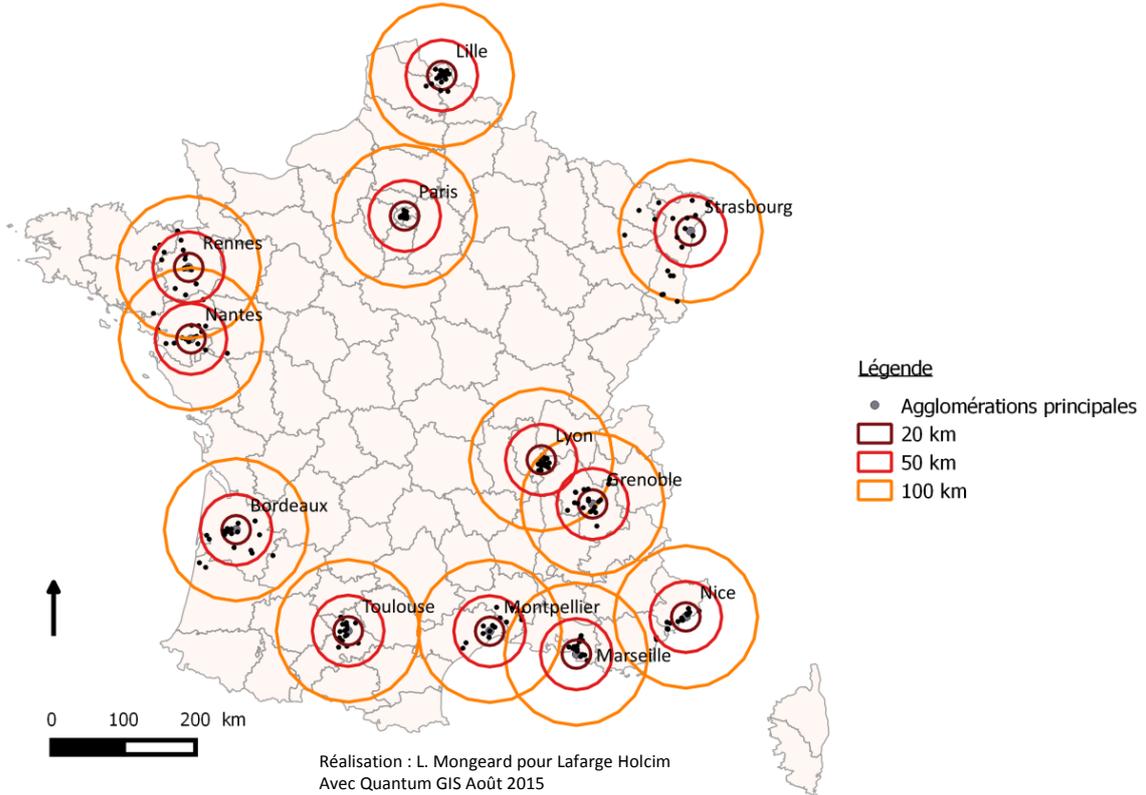
### Quantités de centres de stockage à moins de 30 km de l'agglomération principale de chaque département



### Installations accueillant les déchets inertes dans un rayon de 40 km autour des principales agglomérations françaises



**Distance au centre des 20 plus proches installations accueillant des déchets inertes dans les principales agglomérations françaises**



**Mise en relation du nombre d'installations recevant des inertes dans un rayon de 40 km du centre des 12 principales agglomérations avec la densité de population départementale**

