

Guide

Granulats recyclés :

ENJEUX & IMPACTS

ENVIRONNEMENTAUX

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

SOMMAIRE



1. LES GRANULATS EN SOUS-COUCHE DE VOIRIE, BÉTONS/MORTIERS ET CHEMINS

- 1.1. Typologies de granulats et applications
- 1.2. Modèle linéaire : extraction de granulats issus de ressources naturelles et mise en décharge
- 1.3. Modèle circulaire : recyclage des déchets inertes



2. ÉVALUATION ENVIRONNEMENTALE DES GRANULATS VIERGES ET RECYCLÉS

- 2.1 Impacts environnementaux globaux (suivant les études ACV)
- 2.2 Impacts environnementaux locaux



3. ÉVALUATION ENVIRONNEMENTALE DES GRANULATS VIERGES ET RECYCLÉS

- 2.1 Impacts environnementaux globaux (suivant les études ACV)
- 2.2 Impacts environnementaux locaux



4. ANNEXES

ANNEXE 1 :

Cycle de vie d'un produit du bâtiment suivant l'EN15804

ANNEXE 2 :

Qu'entend-on par « impacts environnementaux » ?



INTRODUCTION

Ce guide est issu des travaux menés dans le projet Interreg Poctefa RCdiGreen (<https://rcdigreen.eu/>) concernant « l'identification de l'intérêt environnemental de remplacer les granulats vierges par des granulats recyclés ».

Ce guide de vulgarisation est principalement destiné aux maîtrises d'ouvrage et maîtrises d'œuvre se penchant sur la question de l'usage des granulats recyclés dans leurs projets.

Il évoque tout d'abord les granulats, leurs modèles linéaire et circulaire. Il aborde ensuite les aspects liés aux impacts environnementaux des granulats, mettant en avant les facteurs impactant, certaines limites aux études ACV, et les points de vigilance.

Partenaires du projet :





EN SYNTHÈSE

➤ LES GRANULATS, LES NORMES ET LES ENJEUX

Les granulats sont des **matériaux granulaires** utilisés en construction. Ils peuvent être :

- **Naturels** : granulats minéraux issus de roches meubles ou massives.
- **Recyclés** : granulats minéraux ayant servis dans le BTP
- **Artificiels** : granulats issus de matières ayant subies un procédé industriel, par exemple thermique.

Leurs origines...

Les granulats naturels de roches meubles sont généralement extraits en gravières, lits de rivières et fonds marins. Les granulats de roche massive sont issus de carrières à front de taille. Les granulats recyclés sont issus des chantiers de construction et de démolition du BTP. Dans le secteur du bâtiment il s'agit de bétons structurels ou non, de produits en terre cuite (tuiles, briques) et céramiques (sanitaires), vitrages, gravats mélangés, terres et graves de terrassement. Dans les travaux publics, il s'agit principalement de terres et graves de terrassements, de bétons et de fraisas d'enrobés. Les granulats recyclés, pour être réutilisés, doivent être triés et séparés des indésirables (plastiques, matières organiques et métaux).

Les granulométries...

Les granulats regroupent plusieurs sous-familles de produits selon la granulométrie de leurs plus petits et grands grains. On retrouve les **fines et fillers** (0 à 1 mm), les **sables** (0 à 6.3 mm), les **gravillons** (1 à 90 mm) et les **graves** (mélanges de sables et gravillons). Les graves sont généralement utilisées en construction routière, chemins forestiers et certains bétons non structurels.

Les usages, normes et guides...

Dans le secteur de la construction, les granulats sont principalement utilisés dans la construction routière (remblais, sous-couches, enrobés) et les chemins, dans les bétons, dans les mortiers. Ils sont aussi utilisés en charges dans des produits industriels manufacturés. Pour les applications dans les bétons, les mortiers, les enrobés routiers, certaines assises de routières, **les granulats doivent respecter des normes européennes** (EN 12620, EN 13139, EN 13043, EN 13242, EN 13450, EN 13055) et disposer du marquage CE (sauf pour un recyclage directement sur site et sans « mise sur le marché »). Ces normes sont parfois complétées par des normes nationales telles que la NF P 18-545 pour la France. Pour les **usages normalisés, les granulats recyclés sont soumis aux mêmes normes** et exigences que les granulats naturels avec parfois des contrôles supplémentaires (indiqués dans les normes citées au-dessus).

Il existe des **guides techniques professionnels** et reconnus pour l'usage des matériaux recyclés (généralement inertes recyclés) ou alternatifs en construction routière (guides du CEREMA notamment). Il existe également des guides pour l'usage de recyclés dans les bétons (issus du projet RecyBeton).

De l'usage le plus exigeant en termes de qualité des granulats recyclés au moins exigeant :

- Les usages en bétons et mortiers nécessitent plutôt des granulats recyclés issus du recyclage du béton et d'une préparation maîtrisée des granulats, exempts d'indésirables. Ces granulats recyclés peuvent également provenir d'installations (peu répandu à ce jour) de séparation des composants des terres de terrassement.



- Les techniques routières (hors fraisats d'enrobés réintégrés en centrales) réutilisent généralement leurs graves d'excavation (en les traitant ou non avec des liants), des granulats recyclés de démolition pouvant être un mélange de gravats (bétons, briques) valorisées sous forme de graves.
- Les chemins forestiers utilisent également des graves de démolition parfois réduites de manière plus grossière.
- Enfin, la valorisation en remblaiement de carrières autorise tous les déchets inertes, en mélange ou non, pré triés (des principaux indésirables et du plâtre) et non réduits sous forme de granulats.

De forts enjeux...

La bonne gestion des déchets inertes du BTP est clairement stratégique pour le secteur et l'environnement. Le secteur génère en France environ 230 Mt de déchets / an dont **85 % proviennent des TP, 92% sont inertes** (en poids ; 42% pour la construction de bâtiments neufs, 75% pour la démolition de bâtiments). La région Nouvelle-Aquitaine produit environ 11 Mt/an de déchets inertes (soit 1.77 à 1.96 t/hab/an) dont **1.3 Mt/an pour les Pyrénées Atlantiques** avec les mêmes proportions TP / Bâtiment.

Dans les Pyrénées Atlantiques, les principaux gisements se trouvent logiquement au niveau des principaux bassins de populations sur la Côte Basque et la région paloise.

➤ LES MODELES LINEAIRES ET CIRCULAIRES

Le modèle linéaire des granulats consiste globalement à extraire des minéraux du sol, les transformer en granulats (installations de concassage, lavage, criblage), les transporter jusqu'aux chantiers ou aux centrales de fabrication (béton, mortiers, enrobés). Une fois leur vie utile terminée, les déchets inertes sont éliminés en ISDI¹ ou ISDND².

Dans la réalité, le **secteur du BTP** (surtout les TP) **ne peut plus être considéré comme un modèle majoritairement linéaire pour sa gestion des déchets inertes**. En effet, à l'échelle nationale, 31% de matériaux sont réemployés/recyclés sur le chantier même dans les Travaux Publics en France, et 76 % des déchets inertes réceptionnés dans les installations de valorisation des déchets du BTP sont recyclés (dont 39% en remblaiement de carrières).

Le **modèle circulaire** pour les déchets inertes dans le contexte de RCDiGreen considère la priorisation des modes de gestion, visant premièrement la **prévention des déchets**, par la conservation des bâtiments et infrastructures (plutôt que la démolition reconstruction) et le réemploi. Le modèle circulaire vise ensuite la réutilisation ou le recyclage directement sur site, le recyclage en substitution des granulats vierges, et enfin à **valoriser/recycler les déchets** inertes en remblaiement de carrières.

Pour ce faire, selon leur nature, les déchets inertes sont réduits (directement sur chantier ou sur plateforme) par exemple via des BRH³ et pré triés (plus grandes pièces métalliques, bois, plastiques, etc.), transportés vers des sites de valorisation s'ils ne sont pas recyclés sur place, triés, concassés et/ou criblés afin de les transformer en granulats à granulométrie maîtrisée, stockés puis transportés vers les sites utilisateurs. Pour une valorisation en remblaiement de carrière, les phases de tri sont généralement plus légères et les déchets ne sont pas transformés en granulats.

➤ L'ÉVALUATION ENVIRONNEMENTALE

L'évaluation de l'impact environnemental global d'un procédé ou d'une opération est réalisée par le biais d'une **Analyse de Cycle de Vie** (ACV). Les ACV prennent en compte les impacts environnementaux sur l'ensemble du cycle de vie des matériaux, de leur extraction à leur élimination ou valorisation. Elles sont réalisées avec des programmes informatiques dédiés (ex SimaPro), selon des méthodes normalisées (ISO 14040 à 14044). Elles

¹ Installation de stockage de déchets inertes

² Installation de stockage de déchets non dangereux

³ Brise roche hydraulique



utilisent des bases de données officielles regroupant des données environnementales types sur des matériaux et procédés (ex ecoinvent) ou des FDES⁴ (ex INIES). Les résultats d'ACV sont donnés sur un ensemble d'indicateurs tels que la contribution au Changement Climatique (exprimé en équivalent CO₂), la consommation des ressources naturelles et de l'eau, l'acidification des sols, etc.

En parallèle de l'impact environnemental global, d'autres aspects plus directs sont considérés pour pouvoir entrevoir la valorisation des déchets de construction et de démolition inertes. Ceux-ci doivent en effet être **considérés comme inertes**. Ce classement est direct si les déchets sont exclusivement constitués de déchets inertes tels que listés dans le tableau suivant et ne sont pas pollués (un historique et un contrôle sont nécessaires).

Code (*)	Description (*)	Restrictions
17 01 01	Bétons	Uniquement déchets de construction et de démolition triés et à l'exclusion de ceux provenant de sites contaminés
17 01 02	Briques	
17 01 03	Tuiles et céramiques	
17 01 07	Mélange de béton, briques, tuiles et céramiques ne contenant pas de substances dangereuses	
17 05 04	Terre et cailloux ne contenant pas de substances dangereuses	A l'exclusion de la terre végétale, de la tourbe et des terres et pierres provenant de sites contaminés
20 02 02	Terre et pierres	Provenant uniquement de jardins et de parcs et à l'exclusion de la terre végétale et de la tourbe

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

Sans connaissance exacte de l'historique de la matière, en présence d'indésirables, et en cas de doute, des **mesures de lixiviation** doivent être réalisées selon la norme EN 12457-2, afin que de démontrer que le déchet ne dépasse pas les seuils de classement en déchets inertes⁵. Pour une valorisation en construction routière ou en chemins forestiers, les guides professionnels⁶ définissent des seuils de lixiviation à ne pas dépasser.

Enfin, les déchets et granulats recyclés doivent être **exempts de matières dangereuses** (contrôles et tri éventuel). Pour les valorisations en remblaiement de carrière, chemins forestiers et plus encore en construction routière, les matériaux recyclés ne peuvent contenir qu'un taux très faible d'indésirables (DIB : plastiques, métaux, bois, etc.).

➤ INTERET ENVIRONNEMENTAL DU RECYCLAGE ET DE L'USAGE DE GRANULATS RECYCLES

Le plus souvent positif, le **recyclage des déchets inertes et l'usage des granulats recyclés ne sont pas automatiquement bénéfiques pour l'environnement**.

Cet intérêt environnemental doit être évalué au cas par cas ou au niveau de territoires donnés et au regard d'un ensemble de facteurs tels que les **distances de transports** associées à l'utilisation de granulats naturels et recyclés (la valorisation sur site sera souvent bénéfique), la présence de matériaux à forts enjeux environnementaux (matériaux métalliques) dans les déchets à recycler, **l'impact du process de traitement et/ou de fabrication des**

⁴ Fiche de Données Environnementales et Sanitaires.

⁵ http://www.isere.gouv.fr/content/download/33335/247467/file/PT12_Prescriptions%20remblayage%20carrieres%20en%20rhone-alpes.pdf

⁶ Acceptabilité environnementale de matériaux alternatifs en technique routière - Les matériaux de déconstruction issus du BTP
<https://www.cerema.fr/fr/centre-ressources/boutique/acceptabilite-environnementale-materiaux-alternatifs-1>



granulats, l'impact et la criticité des granulats naturels substitués et les évolutions de formulations (ex de béton) engendrées par les granulats recyclés.

Notons en effet que les études menées par la filière montrent que le processus de fabrication des granulats recyclés n'est globalement pas moins impactant que celui des granulats naturels. L'impact majeur est au niveau du **transport** des déchets vers les sites de traitement (si non valorisé sur place) puis des granulats vers les sites utilisateurs (problématique commune aux recyclés et non recyclés). Une distance moyenne de 30 km entre le site de fabrication et le chantier de mise en œuvre est une distance raisonnable pour s'assurer que les impacts environnementaux associés à la phase de transport ne soit pas trop élevés.

Les localisations respectives des sites de recyclage et des sites de fabrication de granulats naturels par rapport aux chantiers de démolition et d'utilisation des granulats seront des paramètres essentiels.

Les études ACV ne prennent pas toujours en compte les paramètres suivants :

- ✓ **Impacts évités.** Il s'agit des impacts qui auraient été générés lors de l'élimination des déchets en installations de stockage et/ou pour la fabrication de granulats vierges si les déchets inertes n'avaient pas été recyclés. Ces impacts évités peuvent varier en fonction des distances de transport et de la typologie de granulats naturels substitués.
- ✓ **Impacts et criticités locales.** Les ACV utilisent des données mondialisées pour lesquelles les ressources en granulats ne sont pas considérées comme critiques⁷. L'intérêt de l'usage de granulats recyclés n'est donc pas retranscrit à travers l'indicateur ACV « Epuisement des ressources naturelles ». Il est cependant évident que selon les territoires, l'épuisement des ressources minérales vierges (carrières et gravières) est critique. L'ouverture de sites d'extraction étant maintenant limitée, certains territoires manqueront bientôt de sites d'extraction/fabrication (avec un besoin pourtant croissant), entraînant le recours à des granulats plus lointains ce qui génèrera des impacts environnementaux et économiques considérables. L'enjeu de l'économie de la ressource vierge locale est alors stratégique (surtout dans les zones fortement peuplées et éloignées d'important gisements de granulats naturels), et un levier peut être la valorisation maximale des déchets inertes en granulats recyclés (valorisation à réaliser de manière locale).

➤ **POINTS DE VIGILANCE POUR L'USAGE DE MATERIAUX RECYCLES**

L'intérêt environnemental de l'usage de granulats recyclés n'est pas systématique. Les acteurs d'un projet doivent se pencher sur les distances de transports entre les chantiers de démolition et les sites de valorisation, puis entre les sites de fabrication de granulats (recyclés ou naturels) et les chantiers. Ils doivent également s'intéresser aux impacts évités par le recyclage (élimination des déchets et production de granulats naturels), et la criticité des ressources minérales locales.

Les analyses environnementales se font via :

- Des ACV pour estimer les impacts globaux.
- Des études d'impacts contextualisés au territoire pour estimer les impacts locaux.
- Des mesures de lixiviation (si nécessaire) pour l'acceptation même des déchets.

⁷ Des ressources critiques sont des ressources rares ou générant des tensions économiques...à l'échelle mondiale !



Le tableau ci-après synthétise les points de vigilance à avoir et les leviers en fonction des principales applications considérées dans le projet.

Application	Exigences associées aux déchets collectés	Points de vigilance	Leviers environnementaux
Béton de granulats recyclés	Elevée (homogénéité, traçabilité...)	<ul style="list-style-type: none"> • Formulation du béton (augmentation du taux de ciment, d'additif). • Distances de transport (du déchet au site de traitement, et de ce site au site d'utilisation VS situation du site de fabrication des granulats vierges) • Consommation d'énergie associée au procédé de recyclage pour lequel le niveau de qualité requise des granulats recyclés est élevé (proche de celui des granulats vierges : dimensions, substances...) 	<ul style="list-style-type: none"> • Trier et recycler les déchets sur chantier à l'aide de machines mobiles amenées sur site si cela permet d'assurer des distances de transport autour de 30 km. • Maximiser les flux de matières traités par les machines (concasseurs...) afin d'amortir leur consommation d'énergies fossiles. • Assurer un taux de valorisation maximal du processus de recyclage afin de minimiser les pertes non valorisées et envoyées en ISDNI. • Pour les déchets de béton armé, recycler l'acier.
Sous couches de voirie et chemins forestiers	Moyenne	<ul style="list-style-type: none"> • Distances de transport (du déchet au site de traitement, et de ce site au site d'utilisation VS situation du site de fabrication des granulats vierges) • Consommation d'énergie associée au procédé de recyclage. • Substances polluantes éventuelles. 	<ul style="list-style-type: none"> • Trier et recycler les déchets sur chantier à l'aide de machines mobiles amenées sur site si cela permet d'assurer des distances de transport autour de 30 km. • Maximiser les flux de matières traités par les machines (concasseurs...) afin d'amortir leur consommation d'énergies fossiles. • Assurer un traitement (tri, concassage, criblage) minimal permettant de répondre au CdC demandé pour le granulats. • Assurer un taux de valorisation maximal du processus de recyclage afin de minimiser les pertes non valorisées et envoyées en ISDNI. • Pour les déchets de béton armé, recycler l'acier.
Remblaiement de carrières	Faible	<ul style="list-style-type: none"> • Distances de transport (du chantier à la carrière). • Niveau de traitement. • Quantité d'indésirables et polluants. 	<ul style="list-style-type: none"> • Trier et traiter les déchets sur chantier ou sur le site de la carrière à réhabiliter. • Assurer le tri permettant la séparation de la quantité minimale d'indésirables et de valoriser les métaux, puis peu ou pas traiter mécaniquement.

CHAP. I

LES GRANULATS
EN SOUS-COUCHES
DE VOIRIE,
BÉTONS/MORTIERS
ET CHEMINS





1.1. TYPOLOGIES DE GRANULATS ET APPLICATIONS

1.1.1. LES GRANULATS

La définition normalisée pour les granulats est : « Matériau granulaire utilisé en construction. Un granulats peut être naturel, artificiel ou recyclé ».

✓ Normes

Les normes d'applications obligatoires pour les granulats sont les normes harmonisées européennes. Elles sont liées à des usages pour les granulats.

- NF EN 12620 : Granulats pour béton
- NF EN 13139 : Granulats pour mortier
- NF EN 13043 : Granulats pour mélanges hydrocarbonés et pour enduits superficiels utilisés dans la construction des chaussées, aéroports et d'autres zones de circulation
- NF EN 13242 : Granulats pour matériaux traités aux liants hydrauliques et matériaux non traités utilisés pour les travaux de génie civil et pour la construction des chaussées.
- NF EN 13450 : Granulats pour ballasts de voies ferrées.
- NF EN 13055 -1 & -2 : Granulats légers pour bétons et mortiers ; Granulats légers pour mélanges hydrocarbonés, enduits superficiels et pour utilisation en couches traitées et non traitées, à l'exclusion des bétons, mortiers et coulis.

Notons qu'en France, bien que d'application non obligatoire et ne se substituant pas aux normes européennes, la norme française *NF P 18-545 Granulats - Éléments de définition, conformité et codification* est très largement utilisée. Celle-ci est transversale (toutes applications) et peut compléter le cas échéant certains aspects manquant aux normes EN.

✓ Matériaux

Les granulats peuvent être d'origine naturelle, recyclée ou artificielle.

Les **granulats naturels** sont normativement des « granulats d'origine minérale n'ayant subi aucune transformation autre que mécanique ».

Les gisements des granulats naturels sont : alluvions glaciaires, sables et graviers alluvionnaires (fluviaux, du littoral ou marin) et roches massives (éruptives anciennes ou récentes, sédimentaires consolidées ou métamorphiques).

Les **granulats recyclés** sont normativement des « granulats résultant de la transformation de matériaux inorganiques antérieurement utilisés dans la construction ».

Ils proviennent principalement des déchets inertes de construction et de démolition. Les produits ou matériaux à l'origine des déchets inertes de la construction sont les suivants : bétons, mortiers, briques, pierres, verre, terres, tuiles céramiques. Le potentiel de recyclage en granulats recyclés diffère suivant l'usage final du granulats recyclés (béton, chemin piéton, etc.).

Les **granulats artificiels** sont normativement des « granulats d'origine minérale résultant d'un procédé industriel comprenant des modifications thermiques ou autre ».

Ces procédés industriels comprennent par exemple des transformations thermiques (argile et schiste expansé). On trouve de manière récurrente les laitiers d'aciérie et les mâchefers d'incinération.

La figure ci-dessous présente l'évolution de la production de granulats en France. On remarquera la **faible part associée aux granulats recyclés ou artificiels**. Ce constat s'explique par la grande quantité de granulats consommés et les faibles quantités de granulats recyclés/artificiels disponibles par rapport aux granulats vierges (par nature, mais également car les gisements de déchets sont encore sous-exploités).



En millions de tonnes

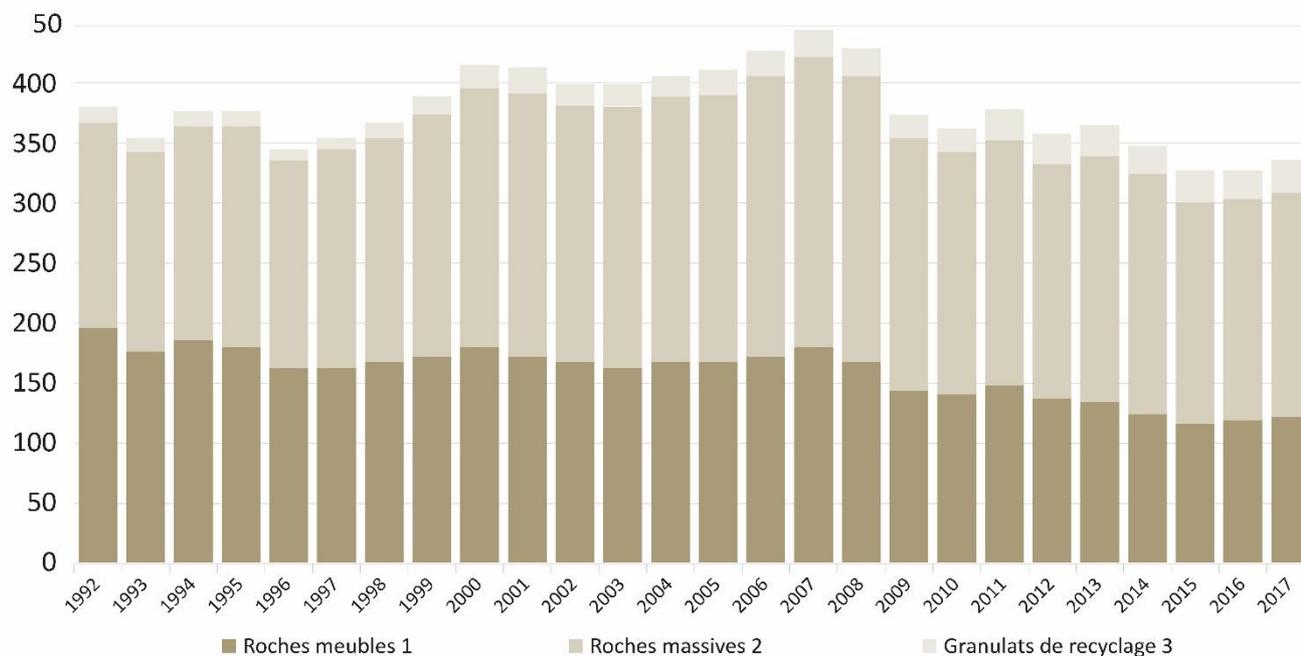


Figure 1-1: Évolution française de la production de granulats de roches meubles (alluvionnaires, marins et sable), de roches massives (calcaires ou éruptives) et recyclés ou artificiels (schistes, laitiers et matériaux de démolition) (source : ree.developpement-durable.gouv.fr)

✓ Dimensions

Les granulats sont divisés en plusieurs familles selon leur granulométrie, c'est-à-dire selon le **diamètre inférieur (d)** et le **diamètre supérieur (D)** de leurs grains : filler, fines, sables, gravillons et graves.

- Fillers et fines : $d=0$ $D < 1$ mm
- Sable : $d = 0$ $D \leq 2, 4$ ou 6.3 mm selon les applications.
- Gravillons : $d \geq 1$ mm ou 2 mm et $D \leq 45$ à 90 mm selon les applications
- Graves : mélanges de sables et de gravillons.

✓ Lieux d'extraction et état de surface des granulats naturels

- Roches meubles et granulats marins, associés à un état de surface arrondi (**granulat dit « roulé »**). Suivant la nature du milieu (bassin hydraulique actif, asséché, littoral, montagne et océan), les moyens d'extraction seront différents : dragues, pelles à câbles équipées en dragline, tractopelles...
- Roches massives terrestres, associées à un état de surface anguleux (**granulats dit « concassés »**). Ces granulats proviennent de couches géologiques compactes et homogènes obligeant l'exploitant à faire exploser la roche pour la rendre disponible. En général, cette roche massive est plus propre que la roche meuble (moins de limon ou d'argile).



Figure 1-2: Granulats vierges roulés (gauche) et granulats vierges concassés (droite)

Granulats roulés		Granulats concassés
		
Alluvionnaires fluviales	Granulats marins	Roches massives
		
Alluvions glaciaires	Sables du littoral	

Figure 1-3: Sources d'extraction des granulats vierges roulés (gauche) et granulats vierges concassés (droite)

Les sites d'extraction sont en activité de façon temporaire, car la ressource n'est pas inépuisable ou car les contraintes environnementales locales limitent l'exploitation du gisement.

La carte ci-dessous illustre l'historique associé aux exploitations de « Carrière et Matériaux » dans le sud-ouest de la France.

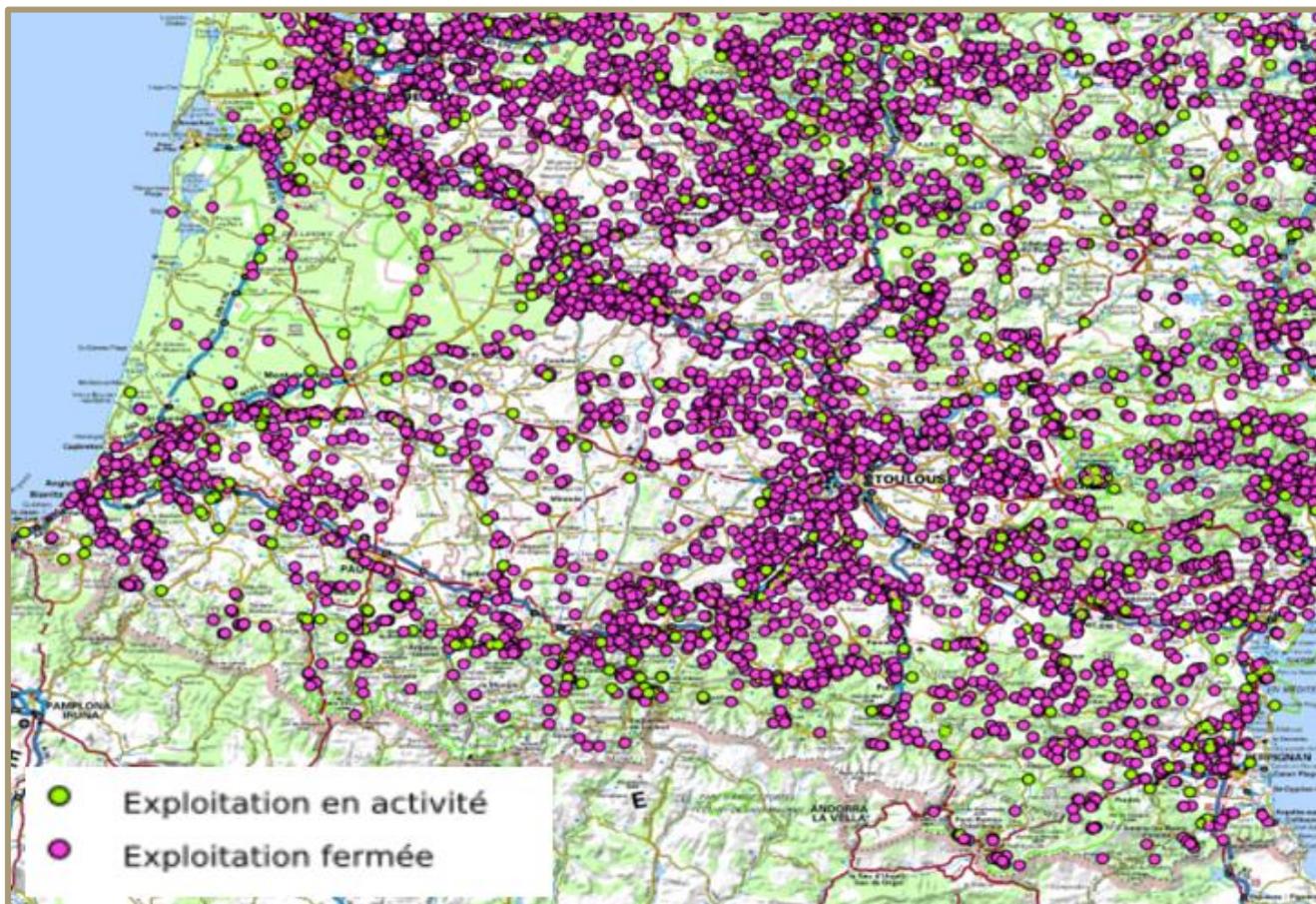


Figure 1-4: Exploitations de « Carrière et Matériaux » en activité et fermées dans le sud-ouest de la France (source : <http://www.mineralinfo.fr/>)

Les granulats étant par nature variables (gisements, procédés), ils possèdent des caractéristiques différentes qui les orientent vers les applications. Comparés à des granulats naturels, les granulats recyclés peuvent présenter des caractéristiques potentiellement dégradées par leur « ancienne vie »⁸, notamment à cause du liant (ciment) entourant des granulats de récupération, et/ou du mélange de matières (comprenant par exemple des terres cuites) ou encore de la présence d'indésirables (particules organiques). Répondant aux mêmes normes (cf §Normes) et exigences que les granulats naturels, les applications des granulats recyclés dépendront des performances de ceux-ci.

⁸ Life cycle assessment (LCA) of concrete made using recycled concrete or natural aggregates (<https://www.studeersnel.nl/nl/document/technische-universiteit-delft/materials-and-ecological-engineering/overige/life-cycle-assessment-lca-of-concrete/4289011/view>)



1.1.2. PRINCIPALES APPLICATIONS DES GRANULATS

A noter :

- Le débouché principal des granulats recyclés est l'utilisation en **graves pour les sous-couches de voirie** (diamètre supérieur compris entre 20 et 63 mm), car la demande est forte et les exigences inférieures à celles pour les bétons et mortiers. Cette utilisation est relativement commune et fait l'objet de guides techniques.
- L'usage des fraises d'enrobés en enrobés bitumineux est devenu courant. Ce qui n'est pas le cas pour les granulats issus des démolitions de bâtiments (béton et céramique).
- La valorisation dans des **bétons** (NF EN 206-1) de granulats recyclés issus des démolitions reste confidentielles (VS utilisation en TP) mais progresse. Ne sont pour l'heure utilisés que les granulats recyclés de béton.
- On voit apparaître les premières utilisations de fines de bétons recyclés en remplacement du ciment dans les formulations de bétons et mortiers hydrauliques.
- L'utilisation des déchets de démolition et de terrassement en remblaiement de carrières est courante. Les déchets ne sont alors pas transformés en granulats.

En fonction de leurs caractéristiques, les granulats sont utilisés pour différentes applications, partagées en deux secteurs :

- Le bâtiment : dans les **bétons** (NF EN 12620, NF EN 206-1 : Bétons) et **mortiers** (NF EN 13139), en fondations, toitures terrasses (protection d'étanchéité) et remblais.
La valorisation des granulats recyclés dans le béton devra se faire en respect des normes NF EN 206-1 : Bétons, et NF EN 12620 : Granulats pour béton. Il existe de plus des guides de recommandations⁹ issus du projet national RECYBETON.
- Les travaux publics : en tant que **remblais routier**, couche de forme et d'assise sous forme de **graves traitées ou non traitées** (NF EN 13242), en **revêtements routiers** (enrobés ; NF EN 13043, et en gabions).
La valorisation des granulats recyclés dans les applications citées devra se faire en respect des normes indiquées. Il existe de plus de nombreux guides pour l'usage des graves de démolition en construction routière, notamment le Guide d'acceptabilité environnementale de matériaux alternatifs en technique routière - Les matériaux de déconstruction issus du BTP¹⁰ et le guide du Cerema : Graves de Valorisations, Graves de déconstruction¹¹.

Une autre application consiste à utiliser les déchets inertes pour la remise en état des sites d'extraction de granulats (**remblaiement de carrière**). Les **gisements recyclés** (déblais et déchets de démolitions) **ne sont pas transformés en granulats, ne subissent pas de traitements de type concasse/criblage** mais seulement une séparation des indésirables tels que le bois, le plastique, le métal, le plâtre, etc.

Des applications, plus confidentielles pour le moment, existent également pour la valorisation des fines minérales issus des process de traitement des déchets inertes de béton. Ces fines, selon leur degré de micronisation, sont utilisées comme charges dans des mélanges composites et pierres reconstituées. Certains acteurs tels que NOBATEK/INEF4 et TECNALIA expérimentent également avec succès l'usage de ces fines recyclées de béton en remplacement du clinker dans la fabrication du ciment ou directement d'une partie du ciment dans les formulations de béton (normativement jusqu'à 5%), réduisant ainsi l'impact environnemental du béton ainsi produit.

⁹ https://www.pnrecybeton.fr/wp-content/uploads/2018/11/RECYBETON_Recommandations_2018-11-26.pdf

¹⁰ <https://www.cerema.fr/fr/centre-ressources/boutique/acceptabilite-environnementale-materiaux-alternatifs-1>

¹¹ https://www.idrrim.com/ressources/documents/6/3021_Graves_deconstruction_02_04_14WEB.pdf



1.2. MODELE LINEAIRE : EXTRACTION DE GRANULATS ISSUS DE RESSOURCES NATURELLES ET MISE EN DECHARGE

Les chapitres suivants décrivent les procédés de fabrication associés à la production des deux principaux types de granulats au sein des Pyrénées Atlantiques¹² :

- Les granulats concassés issus de roches massives (calcaires), représentant environ 74% de la production de granulats du département et 65% de sa consommation.
- Les granulats roulés issus de roches meubles, représentant environ 15% de la production de granulats du département et 23% de sa consommation.

1.2.1. ETAPE DE FABRICATION

Les tableaux suivants décrivent les étapes de fabrication de granulats de roches massives et alluvionnaires. Il est indiqué en **rouge** les processus qui génèrent l'impact environnemental prépondérant.

Etape du procédé	Commentaire	Illustrations
Décapage des terres de couverture (« découverte »)	<p>La première étape consiste à décaper les terres et la biomasse recouvrant le gisement de roches à exploiter. Les engins de chantier fonctionnent à l'aide des carburants suivants : Gazole Non Routier (GNR) et Fioul Domestique Ordinaire (FOD).</p> <p>Les terres décapées sont généralement stockées pour servir de terres de remblaiement en fin d'exploitation de la carrière.</p> <p>Dans certains cas, le décapage n'est pas nécessaire : lit de rivière, front de taille directement exploitable.</p>	
Extraction des roches	<p>Dans le cas des roches massives, l'extraction se fait généralement à l'explosif placés au sein des fronts de taille. Après l'explosion, la roche éclatée peut être exploitée (concassage, tri).</p> <p>Dans le cas des roches meubles, le gisement est extrait l'aide d'une drague, d'une dragline ou d'une pelle suivant le milieu exploité.</p>	<p><u>Ou</u></p>  

¹² http://www.nouvelle-aquitaine.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/3_201803_unicem_approvisionnement_granulats_na_2.pdf



<p>Transport des roches brutes vers la zone de traitement</p>	<p>Des engins de terrassement (pelle et tombereaux ou camions bennes) chargent la roche et la transportent vers l'installation de traitement.</p> <p>Dans certains cas (surtout en gravières), des tapis convoyeurs acheminent le matériau brut vers l'installation.</p>	
<p>Traitement des roches</p>	<p>Les roches sont ensuite concassées et/ou criblées aux dimensions souhaitées. Une opération de lavage est aussi souvent (surtout en gravières) prévue pour enlever les boues, argiles ou poussières.</p>	
<p>Transport des granulats vers le site de stockage</p>	<p>Les granulats sont transportés vers des sites de stockage. Il est le plus souvent situé sur le site même de la production. En cas de stockage intermédiaire externe, le transport est effectué par train, bateau ou par camion. Dans un contexte d'environnement montagneux, les camions sont privilégiés.</p>	
<p>Transport des granulats vers les chantiers ou les sites industriels utilisateurs</p>	<p>Les granulats sont transportés par camion vers le chantier (si la mise en œuvre se fait sur place) ou vers le site de fabrication des produits finis (granulats traités). Les distances moyennes de transport sont de l'ordre de 30 km.</p>	

Tableau 1-1 Description succincte du procédé d'obtention de granulats vierges concassés issus de **roches massives**

1.2.2. ETAPE DE VIE EN ŒUVRE

Les sous couches de voirie, béton et les chemins forestiers ne nécessitent pas d'actions d'entretien différentes selon la nature des granulats (vierges ou recyclés). Dans tous les cas, les deux types de granulats répondent aux mêmes exigences réglementaires liées à l'usage considéré.



1.2.3. ETAPE DE FIN DE VIE

Sans démarche de valorisation, les déchets inertes (terres d’excavations, bétons, mortiers, terres cuites, etc.) sont **transportés vers** des Installations de Stockage des Déchets Non Dangereux (ISDND) ou vers des Installations de Stockage de Déchets Inertes (ISDI). Ce scénario d’élimination n’est cependant pas le plus courant car plus de 70% des déchets inertes sont valorisés par les professionnels du BTP (toutes valorisations y compris remblaiement de carrière). Notons que de nombreuses ISDI disposent d’une partie du site dédiée à la valorisation des inertes en granulats.

1.3. MODELE CIRCULAIRE : RECYCLAGE DES DECHETS INERTES

1.3.1. LES DECHETS INERTES : DEFINITION ET VOIES DE VALORISATION

Les déchets inertes sont des déchets qui ne « *subissent aucune modification physique, chimique ou biologique importante. Les déchets inertes ne se décomposent pas, ne brûlent pas et ne produisent aucune autre réaction physique ou chimique. Ils ne sont pas biodégradables et ne détériorent pas d'autres matières avec lesquelles ils entrent en contact, d'une manière susceptible d'entraîner une pollution de l'environnement ou de nuire à la santé humaine* »¹³.

Le tableau ci-dessous reprend les principales typologies de déchets inertes et leurs applications possibles (en gras : les applications communes avec des granulats vierges, objet de ce rapport)

Déchet	Valorisations possibles
Bétons cimentaires	Réemploi, Mousses minérales, Isolant en aérogel de silice, Recyclage dans du béton, Sous couche routière , poudre de remplacement de ciment. Chemins forestiers, Remblais routiers , Remblaiement de carrière
Mortiers/enduits chaux ou ciment	Mousses minérales, Sous couche routière, Chemins forestiers, Remblais routiers , Remblaiement de carrière
Produits en terre cuite (briques, tuiles)	Recyclage en Terre battue, Mousses minérales, Recyclage en industrie de la terre cuite, Sous couche routière, Chemins forestiers, Remblais routiers , Remblaiement de carrière
Pierres	Réemploi, Mousses minérales, Sous couche routière, Chemins forestiers Remblais routiers , Remblaiement de carrière
Verre	Réemploi, Mousses minérales, Recyclage en industries matériaux (charges pour composites), Granulats brillants pour enrobés, Liant pour chemins (ex Esportec), Remblaiement de carrière
Terres d’excavations	Remblais routiers , Remblaiement de carrière. Séparation des composants (argile, fines, granulats) pour valorisation des matériaux.
Mélanges bétons, mortiers, briques...	Sous couche routière, Chemins forestiers, Remblais routiers , Remblaiement de carrière

Tableau 1-2 déchets inertes issus de la construction ou de la fin de vie de bâtiments ou voiries et valorisations possibles

¹³ Directive 1999/31/CE du conseil du 26 avril 1999 - JOCE du 16 juillet 1999



1.3.2. QUELQUES CHIFFRES

A noter :

- La grande majorité des déchets du BTP sont des déchets inertes et proviennent des TP.
- Pour les TP, ce sont majoritairement des terres et inertes mélangés.
- Pour le Bâtiment, ce sont majoritairement du béton, des graves et terres, et des inertes mélangés.
- Les déchets inertes du BTP sont majoritairement valorisés (toutes valorisations, y compris remblaiement de carrières et remblais).
- La Région NA produit environ 11Mt/an de déchets inertes, dont 1.6 Mt/an pour les Pyrénées Atlantiques logiquement concentrés sur les bassins de population de la côte basque et du bassin de Pau.
- Ces volumes importants mettent en avant l'aspect stratégique de la valorisation des déchets inertes sur nos territoires.
- Une majorité des déchets inertes sont valorisés mais en grande partie pour des usages à faible valeur ajoutée (remblais routiers, remblaiement de carrières) ne se substituant ainsi pas aux granulats neufs dans les applications « plus nobles ».
- Outre la prévention des déchets, les enjeux sont donc autour de la valorisation des parts de déchets inertes encore non valorisés (environ 30 %) et, lorsque cela fait sens d'un point de vue environnemental, augmenter la part de valorisation matière (dans les bétons, graves routières) en lieu et place du remblaiement de carrières.

Le réseau des CERC (Observatoires régionaux de la filière Construction) a produit un ensemble d'études statistiques sur les déchets du BTP. Ci-dessous des rapports significatifs à l'échelle nationale et du territoire de Nouvelle-Aquitaine dont sont tirés les chiffres ci-après.

- Déchets et recyclage du Bâtiment et des Travaux Publics en France : les contributions du Réseau des CERC¹⁴
- Etude sur les volumes de déchets du BTP et les matériaux recyclés en AQUITAINE¹⁵ (2015)
- Les déchets inertes du BTP en Nouvelle Aquitaine - Evaluation et analyse du gisement Identification des filières de traitement¹⁶ (2017)
- Déchets inertes Bâtiment et Travaux publics, et matériaux recyclés en Nouvelle-Aquitaine – Synthèse campagne d'enquête 2018¹⁷ (2019)
- Evaluation des retombées économiques de l'industrie des carrières et matériaux recyclés en Nouvelle-Aquitaine¹⁸ (2019)

National

Le secteur du BTP français produit un volume très important de déchets, principalement inertes. Ce sont en effet environ 230 Mt déchets / an dont 85% proviennent du secteur du TP, environ 92 % sont inertes¹⁹ (en poids) pour le secteur BTP, 42 % pour la construction de bâtiments, et 75 % pour les travaux de démolition de bâtiments.

« 62% des déchets et matériaux inertes issus des chantiers français de Travaux Publics, avant réemploi, sont des terres et matériaux meubles non pollués ».

« 31% de matériaux sont réemployés/recyclés sur le chantier d'origine dans les Travaux Publics en France ».

« 76% des déchets et matériaux inertes accueillis dans les installations spécialisées BTP sont recyclés, valorisés ou réutilisés en France (dont 39 % en remblaiement de carrières) ».

Nouvelle Aquitaine

¹⁴ http://www.dechets-chantier.ffbatiment.fr/res/dechets_chantier/PDF/CERC_Dechets_et_recyclage_BTP_France.pdf

¹⁵ <https://www.cerc-na.fr/wp-content/uploads/2018/06/Rapport-Dechets-du-BTP-Aquitaine.pdf>

¹⁶ https://www.cerc-na.fr/wp-content/uploads/2018/06/LIVRABLES_CERC_AREC_VF_COURT.pdf

¹⁷ https://www.cerc-na.fr/wp-content/uploads/2019/03/DECHETS_CERC_2018_DEF.pdf

¹⁸ https://www.cerc-na.fr/wp-content/uploads/2019/12/Empreinte-socio-economique_carrieres_WEB.pdf

¹⁹ http://www.dechets-chantier.ffbatiment.fr/res/dechets_chantier/PDF/CERC_Dechets_et_recyclage_BTP_France.pdf



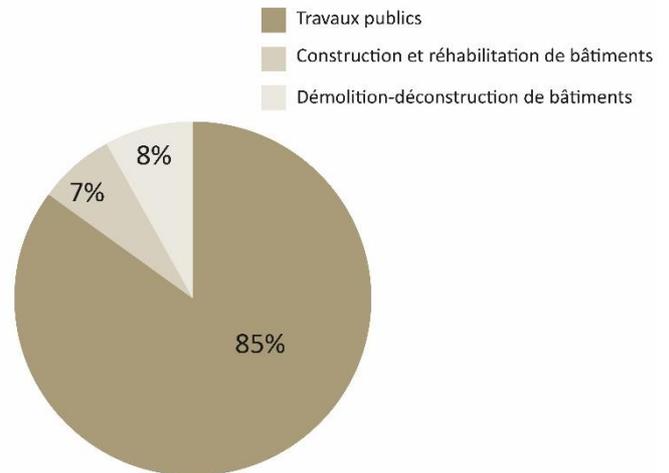
La région NA produit environ 11 Mt/an de déchets inertes (soit 1.77 à 1.96 t/hab/an) dont 1.3 Mt/an pour les Pyrénées Atlantiques.

La figure suivante présente la répartition de l'origine et de la nature des déchets inertes pour le BTP en NA.

► **Répartition des tonnages de déchets inertes selon leur nature et le secteur**

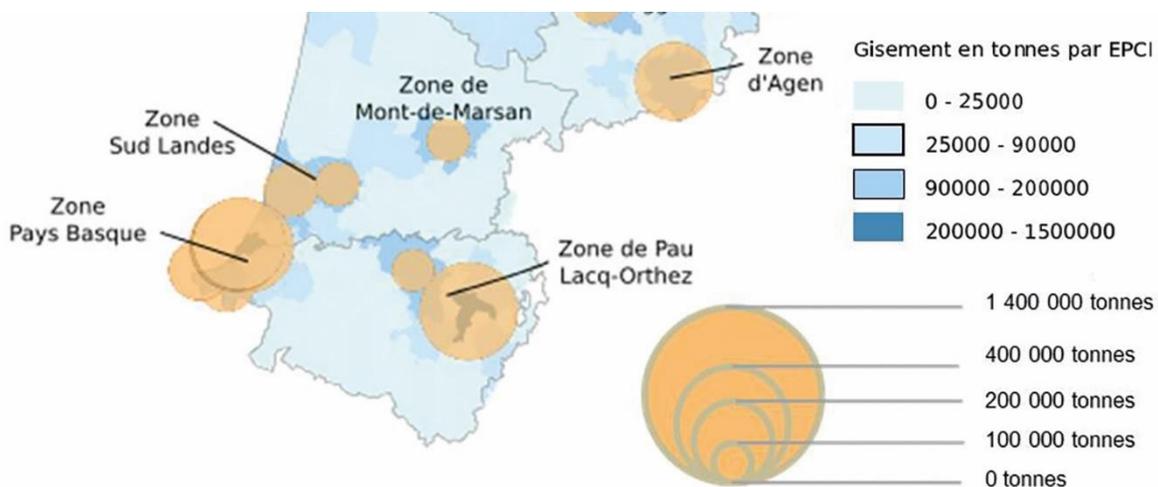
Nature	%
Terres et pierres, déblais, terres végétales	57%
Mélange de déchets inertes	28%
Bétons	8%
Agrégats d'enrobés, grave bitume	4%
Briques, tuiles et céramiques	2%
Autres (ballast, boues, verres...)	1%

Source : CERC Nouvelle-Aquitaine



Pour le secteur de la démolition de Bâtiments et d'infrastructures en Nouvelle Aquitaine, le CERC NA estime qu'environ 33 % des déchets sont des bétons, 31 % des graves, 20 % des mélanges d'inertes.

La figure suivante présente les gisements de déchets inertes selon les EPCI (établissement public de coopération intercommunale).



Source : CERC Nouvelle-Aquitaine

Figure 5 : Gisements de déchets inertes selon les EPCI

1.3.3. ETAPE DE FABRICATION DE GRANULATS RECYCLES

La principale source de déchets transformés en granulats recyclés (hors remblais routiers, remblaiement de carrières) est le béton de démolition, notamment car il correspond à une matière pouvant être maîtrisée, homogène et de qualité. La figure ci-dessous présente les sources de déchets associées à la fabrication de granulats recyclés en Nouvelle Aquitaine.

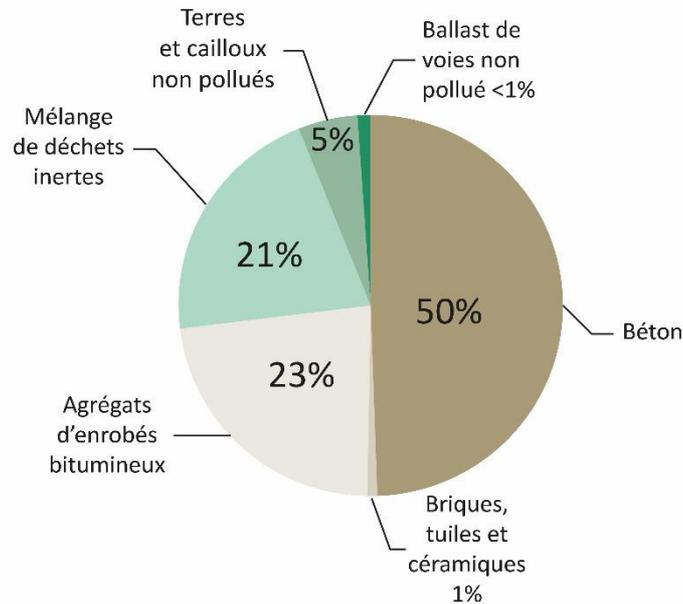


Figure 1-6: Sources associées à la fabrication de granulats recyclés en Nouvelle-Aquitaine (CERC Nouvelle-Aquitaine)

Le tableau ci-dessous illustre le procédé d'obtention de granulats recyclés. Il est indiqué en **rouge** les processus qui généreront un fort impact environnemental et qui seront abordés dans la deuxième partie du rapport.

Etape du procédé	Commentaire	Illustrations
Récupération des déchets inertes	Après déconstruction des composants (murs du bâtiments, routes...), les déchets sont collectés et transportés (sauf valorisation in situ) par camions vers des plateformes de tri et de gestion de déchets du BTP. Cette étape est similaire à l'étape de transport vers des ISDND / ISDI (transport par camion). L'intérêt est d'avoir une plateforme de traitement proche des sites producteurs de déchets inertes et/ou des sites utilisateurs.	
Contrôle	Un contrôle visuel potentiellement couplé à des essais est réalisé pour détecter la présence d'indésirables (bois, plâtres, plastiques) en trop grande quantité, de sulfate ou de goudron. Ce contrôle de la qualité « chimique » de la matière permet d'assurer son équivalence comportementale vis-à-vis de granulats naturels. Le processus de tri permettra aussi de séparer les matériaux.	



<p>Récupération des déchets valorisables en granulats recyclés</p>	<p>Les éléments monolithiques broyés à l'aide d'un brise roche hydraulique (BRH) ou une pince hydraulique (sur chantier ou site de valorisation), puis les déchets réduits sont concassés via des concasseurs à percussion, déferrailés (par tri magnétique) et triés par manuellement pour les gisements le nécessitant. Des installations peuvent aussi présenter des dispositifs de tri par flottation ou aéroulique.</p>	
<p>Traitement secondaire associé aux granulats recyclés requis</p>	<p>Un concassage secondaire puis un criblage permettent d'obtenir les granulats recyclés requis, en fonction des applications finales (béton, voiries...).</p> <p>Pour une valorisation sur site, toutes les étapes de contrôle, de tri et de traitement peuvent être réalisées sur site par des installations mobiles.</p>	
<p>Transport des granulats vers les chantiers ou les sites industriels utilisateurs</p>	<p>Les granulats sont transportés par camion vers le chantier (si la mise en œuvre se fait sur place) ou vers le site de fabrication des produits finis (granulats traités). Les distances moyennes de transport sont de l'ordre de 30 km.</p>	

Tableau 1-3 Description succincte du procédé d'obtention de granulats recyclés issus de déchets du BTP

La suite du cycle de vie est alors identique à celui des granulats naturels (mise en œuvre et vie en œuvre). En fin de vie, le produit redevient un déchet inerte et il peut être intégré de nouveau à la boucle.

Si cette boucle semble intuitivement vertueuse vis-à-vis de la gestion des déchets, elle peut faire appel à des procédés et des acteurs différents des filières classiques. **Cette activité de recyclage génère elle aussi des impacts** et il est donc important de la considérer afin d'évaluer la pertinence environnementale du recyclage.

CHAP. II

ÉVALUATION ENVIRONNEMENTALE DES GRANULATS VIERGES ET RECYCLÉS





Ce chapitre synthétise les constats établis dans les études de type Analyse de Cycle de Vie (ACV) réalisées sur le sujet des granulats recyclés. En plus des ACV, une analyse qualitative des impacts environnementaux est fournie en seconde partie. Cette analyse qualitative permet d'appréhender des concepts environnementaux difficilement retranscrits par les ACV conventionnelles (notamment à cause des problématiques énoncées en annexe 2 : indicateurs environnementaux, méthode de calculs, régionalisation et préservation des ressources et de la biodiversité).

2.1 IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX GLOBAUX (SUIVANT LES ETUDES ACV)

A noter :

- Les FDES de la base INIES montrent que la production de graves recyclées est moins impactante que celle des graves neuves. Mais d'autres études de fédérations et scientifiques montrent en revanche que le processus de production des granulats recyclés est équivalent à celui des granulats vierges en termes d'impacts environnementaux. Il n'y a **pas de consensus sur le fait que la production de granulats recyclés est systématiquement moins impactante que celle de granulats vierges.**
- Les **impacts évités** par le recyclage liés à l'évitement de l'élimination des déchets en ISDI/ISDND ou l'évitement de la production de granulats vierges ne sont pas toujours considérés. Ces impacts évités peuvent être des arguments supplémentaires pour l'intérêt environnemental de l'utilisation des granulats recyclés.
- Le recyclage de l'acier dans le béton armé, permet en revanche d'améliorer l'intérêt environnemental du recyclage des déchets de béton armé.
- **L'étape la plus impactante** dans les processus de gestion des déchets et d'usage des granulats reste le **transport**. On considère une distance moyenne de 30 km, et une distance supérieure pourrait considérablement alourdir le bilan environnemental des granulats (recyclés ou neufs). L'intérêt environnemental du recyclage de déchets inertes ou de l'usage de granulats recyclés par rapport à des granulats vierges dépend donc aussi directement des distances de transport (considérer le transport du déchet jusqu'au site de valorisation et le transport du granulat jusqu'au site utilisateur).
- Pour une **valorisation en remblaiement de carrières**, il est essentiel de bien trier les indésirables non inertes, mais **limiter au maximum les opérations de traitement** (manipulations, broyage et criblage) qui ont un impact donné pour une valeur ajoutée technique discutable.
- Pour une utilisation des granulats recyclés en granulats pour **béton**, **veiller à ce que l'usage des recyclés n'entraîne pas une surconsommation de ciment et/ou de superplastifiant** plus impactante que les gains environnementaux intrinsèques aux granulats recyclés
- Enfin, l'ensemble de ces études considèrent des impacts environnementaux globaux. Les enjeux liés aux ressources locales (épuisement, disponibilité) peuvent être des éléments de décision complémentaires.

En France, la base de données INIES fournit des déclarations environnementales et FDES²⁰ respectant la norme ISO 14025 et son application dans le secteur de la construction (EN 15804). Les FDES sont utilisées par les évaluateurs d'impact environnemental des projets pour la réalisation des ACV.

Le comparatif des FDES relatives entre graves de roches meubles, graves de roches massives et graves recyclées est présenté ci-dessous²¹. De manière globale, la FDES des graves recyclées indique que leur production est moins impactante que celle des graves de granulats vierges.

²⁰ Fiches de données environnementales et sanitaires.

²¹ Les valeurs d'impacts ainsi que le détail des contributions suivant le cycle de vie sont présentés en annexes (voir l'annexe 1 pour la compréhension du découpage du cycle de vie, et annexe 2, 3 et 4 pour les résultats d'impacts). Les hypothèses sont consultables sur le site d'INIES <http://www.inies.fr/accueil/>.

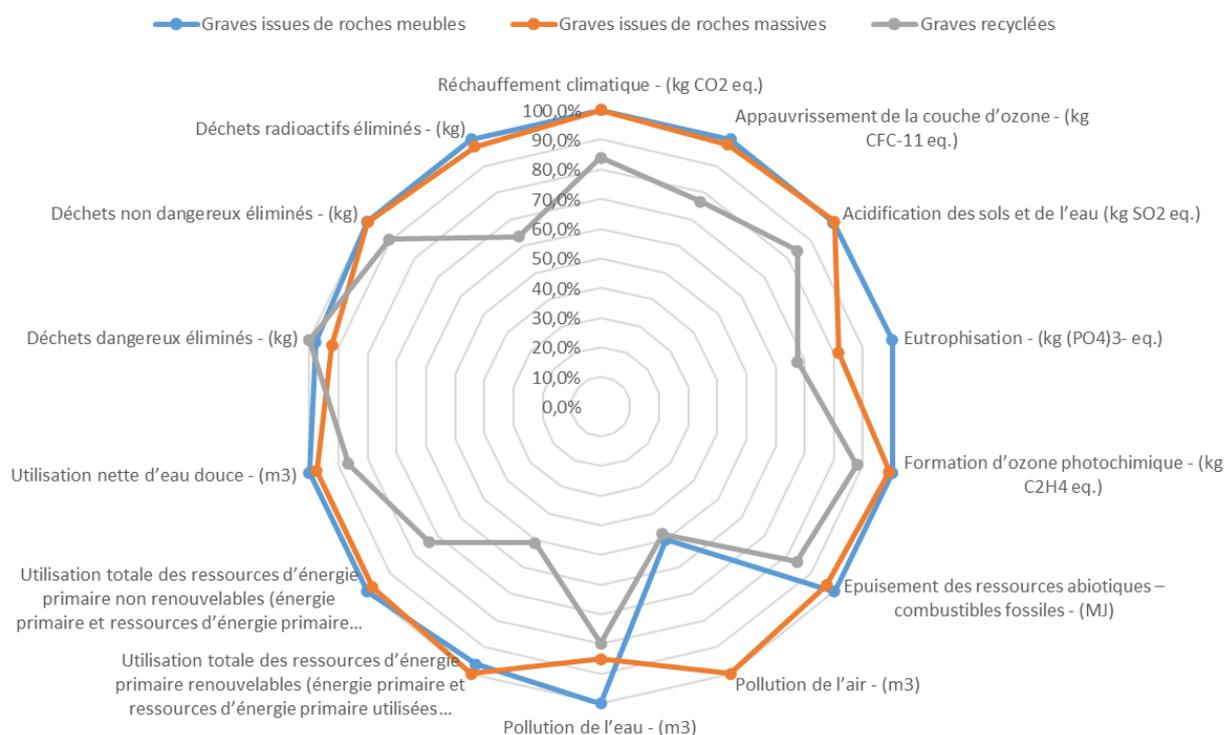


Figure 2-1: Comparaison multicritères des impacts environnementaux associés au cycle de vie de différents graves (source : INIES)

Passé ce constat valorisant pour les granulats recyclés, il convient de constater que **d'autres études sont plus mitigées sur la pertinence environnementale de la production de granulats recyclés**. Notons les exemples du rapport « *Empreinte carbone de la valorisation des déchets du bâtiment en France, Rapport technique – Décembre 2019²²* » (FFB, SEDDRé) et de l'étude « *Sustainability evaluation of natural and recycled aggregates through Life cycle assessment* » (Polytechnic of Turin)²³.

Ces études évaluent qu'à une échelle globale et par le biais d'une ACV, le **recyclage de déchets inertes, par les impacts liés aux processus de traitement, ne représentent pas de bénéfices environnementaux significatifs par rapport à la production de granulats vierges**. Ces constats sont établis notamment pour les indicateurs émissions de GES, changement climatique, acidification et eutrophisation.

Les études montrent cependant que la valorisation du métal contenu dans le béton armé peut être un critère différenciateur permettant au recyclage de redevenir bénéficiaire d'un point environnemental.

Notons également que ces études ne prennent pas en compte les **impacts évités liés à l'élimination des déchets** en ISDI ou ISDND. Ces impacts évités peuvent également faire pencher en faveur du recyclage.

L'étude de FFB/SEDDRe estime que les émissions liées à la transformation des déchets (hors tri/regroupement) en vue d'une valorisation en remblaiement de carrières sont d'environ 7,66 kg CO₂eq/tonnes de déchets, se substituant à seulement 2,31 kg CO₂eq/tonnes de matériaux vierges. L'impact lié aux opérations de traitement peut alors remettre en question l'intérêt environnemental de la valorisation des déchets en remblaiement de carrières.

²² <http://www.seddre.fr/media/empreinte-carbone-de-la-valorisation-des-de%CC%81chets-du-ba%CC%82timent-en-france-rapport-technique-vd.pdf>

²³ <https://www.irbnet.de/daten/iconda/CIB9129.pdf>



L'étude met également en lumière l'**impact majeur des phases de transport** des déchets en amont et des granulats en aval. Plus le maillage territorial des sites de valorisation est important (et donc proche des chantiers), et plus les sites de production de granulats vierges sont éloignés, plus l'intérêt du recyclage et de l'usage de granulats recyclés sera important.

Il est important de comprendre qu'au vu des impacts environnementaux proches entre la filière granulat « recyclé » et « non recyclé », la **nature du granulat substitué** peut aussi impacter l'intérêt environnemental du recyclage. L'étude « *Life Cycle Assessment of Aggregates* » de l'*Imperial College London* »²⁴ estime par exemple que les **émissions de GES associées aux granulats roulés marins sont bien supérieures aux émissions de granulats terrestres ou recyclés**. Les consommations énergétiques associées aux dragues marines sont les principaux contributeurs environnementaux.

Notons également que dans la base *ecoinvent*, utilisée pour la réalisation d'ACV, la production de granulats de roches massives est plus impactante que celle des granulats roulés de roche meuble (hors marins). L'intérêt environnemental des granulats recyclés est donc plus intéressant (dans les conditions de cette analyse, et à distance de transport équivalente) en substitution de granulats concassés de roche massive.

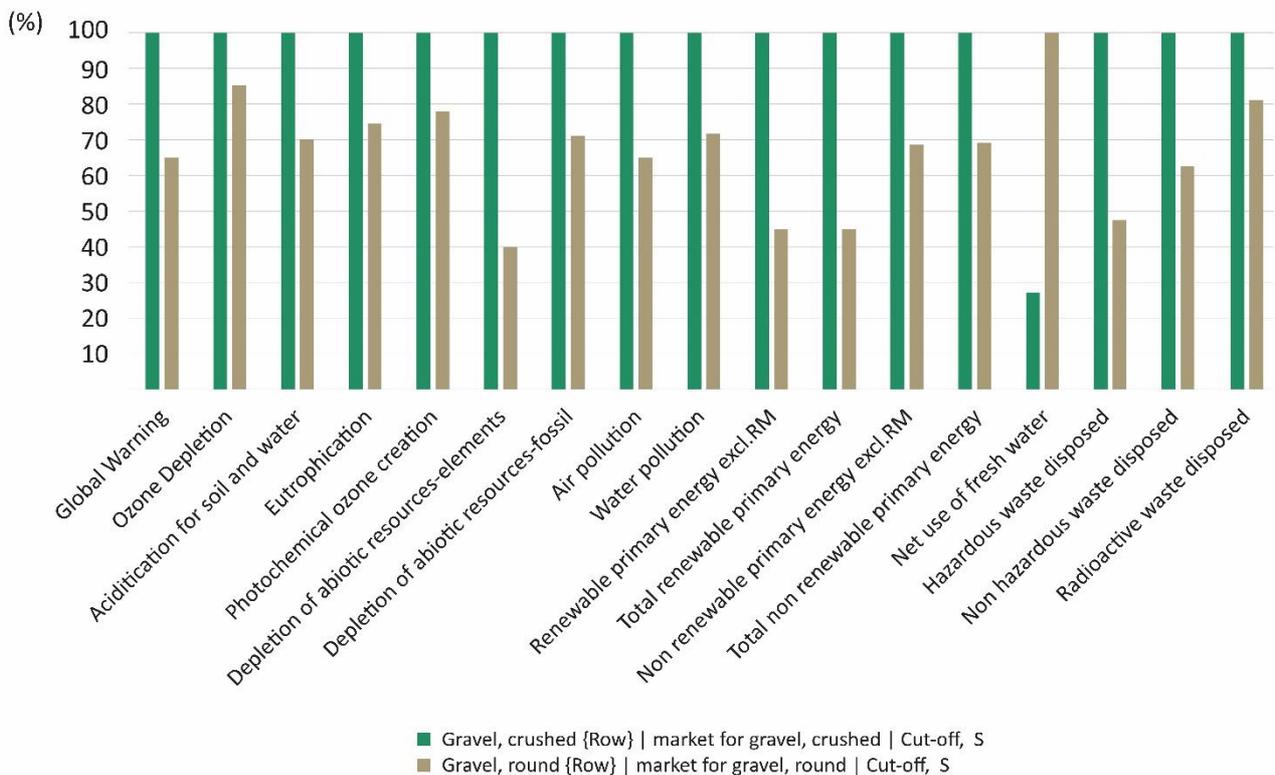


Figure 2-2: Comparaison entre la production de granulats roulés (orange) et granulats concassés (bleu), selon la méthode Ev-DEC EN15804

²⁴ <https://ceramics.org/wp-content/uploads/2017/05/EVA025-MIRO-Life-Cycle-Assessment-of-Aggregates-final-report.pdf>



Cas spécifique de l'utilisation de granulats recyclés dans les bétons :

Outre des paramètres déjà évoqués (distance de transport et consommation d'énergie des machines), les études ACV mettent en valeur un enjeu fort à contrôler le **taux de ciment dans les bétons de granulats recyclés**. En effet, **l'introduction de granulats recyclés peut augmenter le besoin en ciment**, or celui-ci est responsable d'environ 90% des impacts environnementaux du béton. L'étude « Analyse du cycle de vie de bétons de granulats recyclés : influence des paramètres de composition et du transport »²⁵ démontre qu'il est nécessaire **d'ajouter un superplastifiant** dans les bétons constitués de Granulats Recyclés de Bétons (GRB) pour assurer l'équivalence structurelle entre ces bétons et les bétons constitués de Granulats Naturels (GN).

2.2 IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX LOCAUX

Tel qu'exprimé au chapitre précédent, le processus même de fabrication des granulats recyclés n'est pas forcément moins impactant que celui des granulats vierges. Il est alors nécessaire de s'intéresser aux impacts évités (liés à l'enfouissement de déchets s'ils n'étaient pas valorisés, et à la consommation évitée de ressources naturelles vierges) et aux phases de transport.

Les méthodes d'ACV utilisent par ailleurs des données mondialisées dans lesquelles les ressources minérales courantes (hors terres rares) sont abondantes et leur consommation même pour l'extraction de granulats vierges n'est pas critique. Ceci vaut pour une échelle mondiale. Les contextes locaux peuvent en revanche être tout à fait différents et un territoire donné peut faire face à un épuisement rapide et problématique de ses ressources minérales.

Concernant l'épuisement des ressources locales, au-delà de l'étude ACV, il peut être aussi pertinent d'évaluer l'intérêt de granulats recyclés au regard de la criticité des ressources minérales locales. Il est entendu que de moins en moins de nouvelles carrières ouvriront. L'épuisement d'une carrière appellera à terme à aller chercher des granulats plus lointains et ainsi augmenter encore plus fortement les impacts environnementaux des granulats vierges. Dans le cas où des sites de fabrication de granulats recyclés et granulats vierges (avec criticité sur l'épuisement) sont proches des sites utilisateurs, il peut être pertinent d'utiliser au maximum les granulats recyclés et de ne conserver les granulats vierges que pour les utilisations nécessitant des performances élevées (bétons structurels, enrobés, enduits). L'étude « *Life cycle assessment (LCA) of concrete made using recycled concrete or natural aggregates* » (Université de Belgrade et Novi Sad) estime par exemple que l'utilisation de 100% de granulats recyclés dans 1 m³ de béton permet d'éviter la mise en décharge de 1 071 kg de déchets mais aussi l'extraction associée à 1 071 kg de granulats vierges.

L'utilisation de granulats recyclés peut permettre d'éviter des impacts liés à l'enfouissement de déchets inertes en ISDI/ISDND et à l'exploitation de granulats vierges en carrières locales. La région Nouvelle Aquitaine a établi un document permettant d'appréhender des enjeux environnementaux locaux : « *Bilan des schémas départementaux des carrières de Nouvelle Aquitaine, Impact des carrières sur l'environnement – préconisation* »²⁶. Ce document liste les **enjeux locaux associés aux activités d'extraction des roches de carrière** et propose la synthèse dans le tableau ci-dessous. Il est important de rappeler là encore que la nature et l'intensité des impacts varieront en fonction des types de carrières (alluvionnaire en nappe ou hors nappe, roche massive à flanc de coteau ou en fosse etc.).

²⁵ <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02124845/document>

²⁶ http://www.nouvelle-aquitaine.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/b_bilan_impacts_carrieres_environnement_nouvelle_aquitaine.pdf



Thème	Impacts potentiels	Principales mesures ERC	Impacts constatées
Eaux	<p>Rejet des eaux pluviales chargées de fines</p> <p>Perturbation de l'écoulement de la nappe</p> <p>Risque de capture de cours d'eau</p> <p>Rectification de cours d'eau</p> <p>Mise à nu de la nappe entraînant risques de pollution et de l'évaporation</p>	<p>Collecte et traitement des eaux pluviales (R)</p> <p>Pas d'ouverture de carrière au sein d'un cours d'eau (E)</p> <p>Limitation de la profondeur de l'extraction, sécurisation du site (R)</p>	<p>Impacts constatés modérés</p>
Biodiversité	<p>Suppression d'habitats et d'habitats d'espèces à enjeu</p> <p>Mortalité d'individus pendant l'exploitation</p> <p>Perturbation d'individus présents en périphérie du site</p> <p>Création de nouveaux habitats et apparition de nouvelles espèces en cours d'exploitation</p> <p>Apparition et développement d'espèces exotiques envahissantes</p>	<p>Evitement des zonages réglementaires et des autres zones à enjeu après études préalables (E)</p> <p>Compensation si tout n'a pu être évité (C)</p> <p>Sauvegarde d'individus avant le démarrage des travaux, adaptation des périodes de travaux (R)</p> <p>Préservation des zones sensibles en périphérie du site (R)</p> <p>Suivis écologiques en cours d'exploitation (S) et sauvegardes d'individus si nécessaire (R)</p> <p>Suivi et gestion de ces espèces (S et R)</p>	<p>Impacts modérés si la phase d'évitement a bien été menée à l'occasion d'études préalables.</p> <p>Sinon, incertitudes sur l'efficacité de la compensation et sur l'atteinte à l'équivalence écologique.</p> <p>Insuffisance des suivis pendant et après l'exploitation.</p> <p>Développement des espèces exotiques envahissantes difficile à maîtriser.</p> <p>Gain dans le cas de remises en état à vocation écologique.</p>
Paysage et patrimoine	<p>Ouverture, artificialisation du paysage</p> <p>Création de co-visibilités</p> <p>Risques de destruction de vestiges archéologiques</p>	<p>Evitement par choix d'un emplacement limitant la co-visibilité (E)</p> <p>Evitement par confinement derrière des lignes de crête (E)</p> <p>Plantations, merlons paysager (R)</p> <p>Réaménagements progressifs (R)</p> <p>Evitement des zones d'intérêt culturel et archéologique (E)</p>	<p>Impact systématiquement traité.</p> <p>Impact constaté modéré.</p> <p>Impact cumulé pouvant être notable dans les secteurs à forte concentration géographique de carrières.</p>
Agriculture Sylviculture	<p>Consommation d'espaces agricoles ou sylvicoles</p>	<p>Evitement des zones à plus fort enjeu (E)</p> <p>Limitation de la profondeur ou comblement avec des déchets inertes pour remise en état agricole (R)</p> <p>Compensation pour les terrains forestiers (C)</p>	<p>Impact limité par la compensation sylvicole et la remise en état agricole chaque fois que possible. Signalons toutefois que possible. Signalons toutefois le décalage dans le temps entre la suppression de la terre agricole et sa reconstitution.</p>
Commodités de voisinage	<p>Nuisances sonores</p> <p>Vibrations</p>	<p>Dispositifs techniques relatifs au matériel permettant de limiter</p>	<p>Impacts globalement modérés du fait des progrès technologiques sur le matériel.</p>



	Emission de poussières ayant des effets sur l'homme et son environnement	les émissions sonores et les vibrations (R) Merlons limitant les émissions de poussières vers l'extérieur, arrosage des pistes de chantier (R) Suivis des émissions sonores et des habitations (S)	
Transport	Emission de gaz à effet de serre ; insécurité, gêne sonore, vibrations pouvant affecter les habitations riveraines des voies circulées par les camions. Dégradation de la voirie.	Evitement de la traversée des zones agglomérées (E) Sensibilisation du personnel (R)	Impact pouvant être élevé localement, difficilement réductible.

Tableau 2-1 Principaux impacts potentiels (et constatés après mise en œuvre de mesures ERC « Eviter, Réduire et Compenser ») des carrières sur l'environnement

Des études locales prenant en considération les **enjeux environnementaux spécifiques au territoire** peuvent permettre d'évaluer pleinement l'intérêt environnemental de la production de granulats recyclés et de leur usage. Les thématiques suivantes doivent être passées en revue :

- Gisement de ressources naturelles.
- Biodiversité locale.
- Qualité du paysage.
- Enjeux agricoles.
- Logistique de transport.
- Voisinage.
- Impact sur l'eau.

Lorsque c'est possible (site d'extraction proche d'un territoire moyennement à densément peuplé), il est aussi pertinent de prévoir les activités de recyclage des déchets inertes en granulats recyclés sur un site d'extraction et de production de granulats vierges. Cela limite ainsi les impacts liés au recours spécifique, pour ces activités, à du foncier, des engins et des installations. Ceux-ci étant ainsi mutualisés avec le site déjà en place.

CHAP. III

CONCLUSIONS





L'**utilisation de granulats recyclés** en voirie, chemins, dans les bétons ou en remblaiement de carrière **peut présenter différentes vertus environnementales**. Il s'avère cependant que l'activité associée à la collecte des déchets du BTP, à leur tri, à leur valorisation et aux transports des déchets ou produits entre les différents acteurs peut engendrer des **impacts environnementaux potentiellement plus élevés** que les impacts générés par un système fondé sur une extraction de ressources vierges (granulats de roches massives, granulats alluvionnaires...) et un processus de production optimisé.

Il est important de constater qu'il n'y pas de consensus sur le sujet :

- Certaines hypothèses d'évaluation environnementale font **varier sensiblement les résultats** :
 - **Les distances de transport** entre les producteurs de déchets, les transformateurs (recycleurs) et les utilisateurs ;
 - **Les consommations d'énergie** des machines de recyclage (concasseurs, machines de tri...) ;
 - **La nature des granulats vierges substitués** par les granulats recyclés (l'extraction de granulats marins a par exemple potentiellement plus d'impacts environnementaux que l'extraction de granulats de roche massive) ;
 - **La qualité des granulats recyclés**, notamment pour son utilisation dans les bétons (les teneurs en ciment, superplastifiant et eau sont à adapter par rapport à des bétons de granulats vierges).
- Les impacts environnementaux caractérisés par une étude ACV ne font pas ressortir les enjeux environnementaux auxquels l'utilisation de granulats recyclés pourraient répondre (préservation de ressources naturelles et préservation d'un milieu naturel caractérisé par une biodiversité et un paysage unique/local). En effet, les études présentent les limites suivantes :
 - **Elles sont peu régionalisées** alors que les activités de production de granulats (vierges ou recyclés) ont un caractère local et que les impacts associés sur l'environnement dépendent aussi de paramètres biologiques et géologiques locaux ;
 - Elles ne permettent pas facilement de caractériser des indicateurs dit « End-Point » tel que la **diminution de la biodiversité**.

Même s'il est difficile d'évaluer dans l'absolu la pertinence environnementale de l'utilisation de granulats recyclés sur certains indicateurs, il est important de noter que les **principaux contributeurs associés aux indicateurs environnementaux** (en particulier le « Changement Climatique » et la « Consommation d'énergie primaire ») sont unanimement les suivants :

- Le **transport** de matières entre les différents acteurs (producteurs de déchets, recycleurs et utilisateurs), d'où la nécessité de travailler localement et de préserver les ressources locales pour éviter d'augmenter les distances de transport.
- La **consommation d'énergie** des engins et des machines de fabrication (concasseurs, cribles...) ainsi que **l'efficacité de la valorisation** (plus un système est efficace, moins il aura de perte associée à la production d'une même quantité de matière recyclée et meilleur sera l'« amortissement » de ses impacts environnementaux).

Passé ces constats, le tableau ci-après permet de synthétiser les conditions d'utilisations des granulats recyclés suivant les applications envisagées :



Application	Exigences associées aux déchets collectés	Points de vigilance	Leviers environnementaux
Béton de granulats recyclés	Elevée (homogénéité, traçabilité...)	<ul style="list-style-type: none"> Formulation du béton (augmentation du taux de ciment, d'additif). Distances de transport (du déchet au site de traitement, et de ce site au site d'utilisation VS situation du site de fabrication des granulats vierges) Consommation d'énergie associée au procédé de recyclage pour lequel le niveau de qualité requise des granulats recyclés est élevé (proche de celui des granulats vierges : dimensions, substances...) 	<ul style="list-style-type: none"> Trier et recycler les déchets sur chantier à l'aide de machines mobiles amenées sur site si cela permet d'assurer des distances de transport autour de 30 km. Maximiser les flux de matières traités par les machines (concasseurs...) afin d'amortir leur consommation d'énergies fossiles. Assurer un taux de valorisation maximal du processus de recyclage afin de minimiser les pertes non valorisées et envoyées en ISDNI. Pour les déchets de béton armé, recycler l'acier.
Sous couches de voirie et chemins forestiers	Moyenne	<ul style="list-style-type: none"> Distances de transport (du déchet au site de traitement, et de ce site au site d'utilisation VS situation du site de fabrication des granulats vierges) Consommation d'énergie associée au procédé de recyclage. Substances polluantes éventuelles. 	<ul style="list-style-type: none"> Trier et recycler les déchets sur chantier à l'aide de machines mobiles amenées sur site si cela permet d'assurer des distances de transport autour de 30 km. Maximiser les flux de matières traités par les machines (concasseurs...) afin d'amortir leur consommation d'énergies fossiles. Assurer un traitement (tri, concassage, criblage) minimal permettant de répondre au CdC demandé pour le granulats. Assurer un taux de valorisation maximal du processus de recyclage afin de minimiser les pertes non valorisées et envoyées en ISDNI. Pour les déchets de béton armé, recycler l'acier.
Remblaiement de carrières	Faible	<ul style="list-style-type: none"> Distances de transport (du chantier à la carrière). Niveau de traitement. Quantité d'indésirables et polluants. 	<ul style="list-style-type: none"> Trier et traiter les déchets sur chantier ou sur le site de la carrière à réhabiliter. Assurer le tri permettant la séparation de la quantité minimale d'indésirables et de valoriser les métaux, puis peu ou pas traiter mécaniquement.

Tableau 3-1 Enjeux environnementaux associés à l'utilisation de granulats pour des applications à haute et moyenne valeur ajoutée

CHAP. IV

ANNEXES

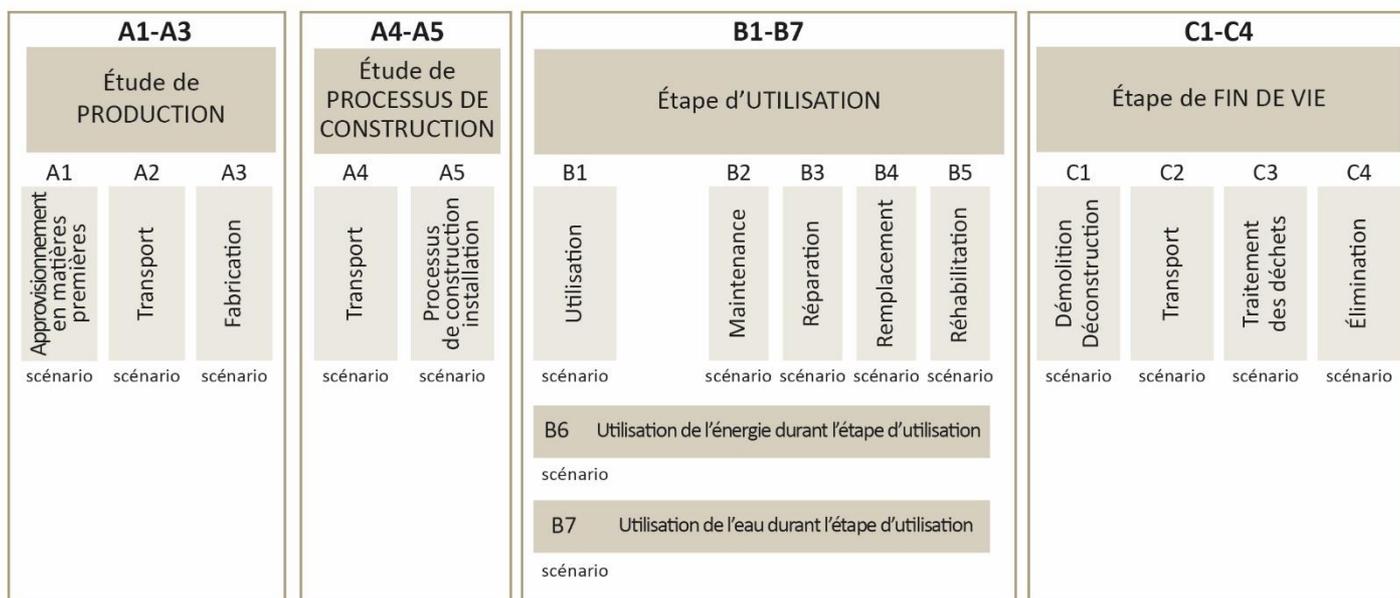




ANNEXE 1 :

CYCLE DE VIE D'UN PRODUIT DU BATIMENT SUIVANT L'EN15804

INFORMATIONS RELATIVES AU CYCLE DE VIE DU BÂTIMENT





ANNEXE 2 :

QU'ENTEND-ON PAR « IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX » ?

➤ DES INDICATEURS ENVIRONNEMENTAUX DE DIFFERENTES NATURES

L'évaluation des impacts environnementaux d'un produit du bâtiment suit une norme EN 15804. Celle-ci définit les méthodes d'évaluation des impacts et la nature des indicateurs environnementaux à caractériser. Les parties suivantes illustrent la diversité **d'indicateurs** associés à une étude de type ACV et propose aussi une introduction associée la diversité des **méthodes** de calcul. Tous ces indicateurs et toutes ces méthodes ne sont pas forcément repris par les études analysées dans le cadre de ce rapport mais cette annexe permet d'appréhender **la complexité et les limites potentielles associées aux évaluations environnementales**.

Indicateurs d'impacts

La première catégorie d'indicateurs regroupe des indicateurs d'impacts. Ils sont illustrés dans le tableau ci-dessous.

Indicateurs	Description
Réchauffement climatique (kg CO ₂ eq.)	Indicateur relatif au phénomène de changement climatique. Les substances prises en compte ont un impact sur l'effet de serre (CO ₂ , CH ₄ , H ₂ O...).
Appauvrissement de la couche d'ozone (kg CFC-11 eq.)	Indicateur relatif aux émissions dans l'air de gaz participant à la destruction de la couche d'ozone. Cette couche d'ozone est présente dans la stratosphère (en haute altitude) et elle bloque une partie des rayons ultraviolet du soleil . Sa destruction augmente les risques de cancers comme ceux de la peau.
Acidification des sols et de l'eau (kg SO ₂ eq.)	Indicateur relatif à la quantité de substances acides dans les sols et l'eau. Les pluies acides, conséquences de l'acidification atmosphérique, ont des effets nocifs sur la faune et la flore. Elles sont à l'origine du dépérissement de certains milieux, comme les forêts . Les pluies acides sont causées par les combustions qui produisent du dioxyde de soufre (SO ₂) et des oxydes d'azote (NO _x) et par l'ammoniac gazeux (NH ₃) d'origine agricole. Les émissions d'acide chlorhydrique (HCl) sont aussi considérées.
Eutrophisation (kg (PO ₄) ³⁻ eq.)	L'eutrophisation est due à un apport excessif en nutriments et en matières organiques biodégradables issus de l'activité humaine. Elle s'observe surtout dans les milieux aquatiques dont les eaux sont peu renouvelées. Stimulés par un apport substantiel en certains nutriments, principalement le phosphore et l'azote (monoxyde et dioxyde), le phytoplancton et certaines plantes aquatiques croissent et se multiplient de manière excessive, ce qui conduit, lorsqu'ils se décomposent, à une augmentation de la charge naturelle de l'écosystème en matières organiques biodégradables. Les bactéries, qui dégradent cette matière organique, prolifèrent à leur tour, en appauvrissant de plus en plus l'oxygène de l'eau.
Formation d'ozone photochimique (kg C ₂ H ₄ eq.)	Indicateur relatif à la présence d'ozone proche du sol (« smog »), toxique pour les organismes à forte concentration. Cet indice dépend largement de la quantité de monoxyde de Carbone (CO), dioxyde de soufre, monoxyde et dioxyde d'azote et d'ammoniac émis.
Epuisement des ressources abiotiques – éléments (kg Sb eq.)	Indicateur relatif à la consommation de matériaux non renouvelables à court terme (platine, zinc, argent...). Bien que les quantités de granulats extraits de la croûte terrestre soient importantes et que les granulats alluvionnaires aient montré leur fragilité en termes de



	gisements disponibles ²⁷ , on verra par la suite que les granulats ne participent pas au tarissement de matériaux considérés comme critiques par l'Union Européenne ²⁸
Epuisement des ressources abiotiques – combustibles fossiles (MJ)	Indicateur relatif à la consommation de sources d'énergie non renouvelables à court terme (gaz, charbon, pétrole...)

Tableau 4-1 Indicateurs d'impact selon l'EN 15804

En France, deux indicateurs supplémentaires sont ajoutés : pollution de l'air (m³) et pollution de l'eau (m³). La majorité de ces indicateurs sont des indicateurs dits « mid-point » car ils sont eux aussi à l'origine d'autres typologies d'impacts.

Caractériser les impacts environnementaux associés à des granulats vierges et des granulats recyclés revient à traduire l'effet de l'émission de substances (dioxyde de carbone, phosphate...) sur la valeur des indicateurs environnementaux. En raison des incertitudes intrinsèques à cette démarche de caractérisation, les analyses environnementales se limitent en général aux indicateurs « mid-point ». Dans le cadre de cette étude et au vu des objectifs associés, seules des études caractérisant des impacts « mid-point » ont été prises en compte.

➤ INDICATEURS DECRIVANT L'UTILISATION DES RESSOURCES

La deuxième catégorie d'indicateurs regroupe des indicateurs de consommation de ressources. La norme EN 15804 décrit plusieurs typologies de consommation de ressources énergétiques, dont une partie est synthétisée dans le tableau ci-dessous

Indicateurs	Description
Utilisation totale des ressources d'énergie primaire renouvelables (MJ)	Indicateur relatif à la consommation d'énergies renouvelables , considérant le pouvoir calorifique des matériaux renouvelables à court terme (potentiel énergétique associé à la combustion des matériaux, comme le bois par exemple) et les énergies renouvelables (solaire, biomasse...)
Utilisation totale des ressources d'énergie primaire non renouvelables (MJ)	Indicateur relatif à la consommation d'énergies non renouvelables , considérant le pouvoir calorifique des matériaux non renouvelables à court terme (potentiel énergétique associé à la combustion des matériaux, comme le plastique par exemple) et les énergies non renouvelables (gaz, charbon...)
Utilisation nette d'eau douce (m³)	Indicateur relatif à la consommation d'eau douce

Tableau 4-2 Indicateurs associés à la consommation de ressources

Il est important de préciser que les indicateurs de ressources, tout comme les autres indicateurs environnementaux, tiennent difficilement compte des spécificités contextuelles locales (on parlerait alors d'indicateurs « régionalisés »). On comprend donc à ce stade que l'ACV n'est pas le seul outil d'évaluation environnementale permettant de juger de la pertinence environnementale de la mise en place ou non d'un système, comme le recyclage de déchets du bâtiment. **Il convient de coupler l'ACV avec d'autres études. Ce rapport montrera qu'il sera important d'évaluer :**

²⁷ http://www.auvergne-rhone-alpes.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/BRM-CERC25-11-11_cle1f4c8c.pdf

²⁸ <https://ec.europa.eu/transparency/regdoc/rep/1/2017/FR/COM-2017-490-F1-FR-MAIN-PART-1.PDF>



- La pérennité des ressources locales proches des chantiers de construction.
- Les enjeux en termes de biodiversité locale.

➤ INDICATEURS DECRIVANT LES CATEGORIES DE DECHETS

La troisième catégorie d'indicateurs regroupe des indicateurs relatifs aux déchets générés (voir tableau ci-dessous).

Indicateurs	Description
Déchets dangereux éliminés (kg)	Indicateur relatif à la production de déchets dangereux . Les "déchets dangereux" contiennent, en quantité variable, des éléments toxiques ou dangereux qui présentent des risques pour la santé humaine et l'environnement (gaz fluorés, PCB, déchets électroniques, huiles...)
Déchets non dangereux éliminés (kg)	Indicateur relatif à la production de déchets non dangereux (déchets inertes associés à la démolition d'un bâtiment par exemple)
Déchets radioactifs éliminés (kg)	Indicateur relatif à la production de déchets radioactifs (générés par de la consommation d'électricité nucléaire par exemple)

Tableau 4-3 Indicateurs de type « déchet »

➤ DES IMPACTS SUR L'ENVIRONNEMENT A DIFFERENTES ETAPES DU CYCLE DE VIE ET A DIFFERENTES ECHELLES GEOGRAPHIQUES

Les impacts environnementaux caractérisés à l'aide des indicateurs présentés ci-dessus peuvent intervenir à différentes étapes du cycle de vie du produit.

Les étapes du cycle de vie associées aux modèles linéaire et circulaire ont été présentées en partie 1.

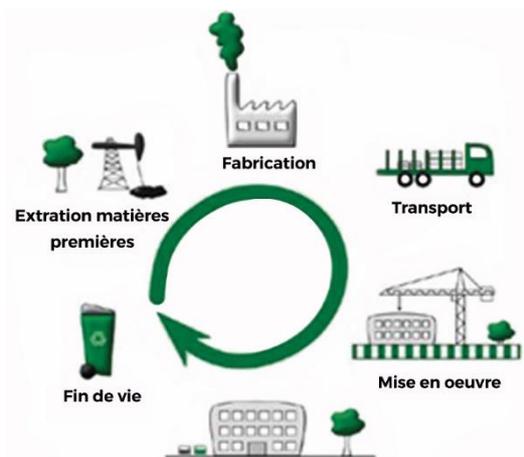


Figure 4-1: Le cycle de vie d'un produit dans le bâtiment (© IFPEB)



Une évaluation environnementale complète sera donc une Analyse de Cycle de Vie (ACV) pour laquelle les différents indicateurs environnementaux décrits dans les normes en vigueur ont été caractérisés. Cependant, il est important de comprendre que les impacts environnementaux seront non seulement émis à différentes périodes mais aussi à différents endroits et que l'intensité de l'impact dépendra du **potentiel impact** associé à une substance émise, du niveau **d'exposition** du milieu et de sa **sensibilité**. Ces impacts peuvent enfin se **diffuser à différentes échelles** : alors que le changement climatique est un impact à une échelle globale, l'eutrophisation représente un impact à une échelle locale.

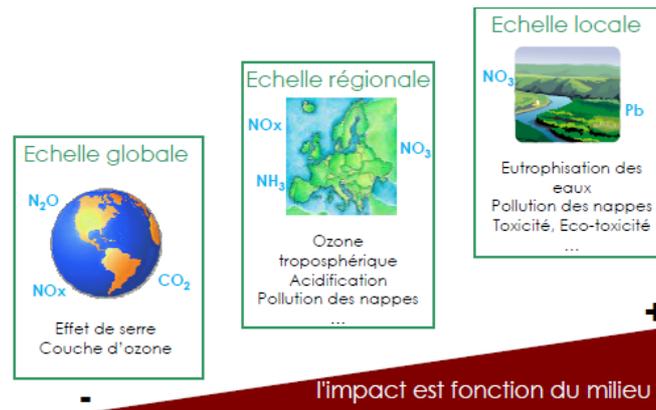


Figure 4-2: Des impacts à différentes échelles

➤ DIFFERENTES METHODES D'EVALUATION POUR PRENDRE EN COMPTE DES BOUCLES CIRCULAIRES

Il est important de noter qu'il existe plusieurs méthodes d'allocation des impacts associés aux procédés de recyclage.

Le recyclage peut en effet être vu comme un procédé de traitement en fin de vie permettant d'éviter un traitement classique (stockage ou incinération de déchets) mais aussi comme un procédé de fabrication de matière.

Se posent alors différentes questions :

- Où se situe la frontière du périmètre de l'ACV entre le premier système (fournisseur de matière à recycler) et le second (consommateur de matière à recycler) ?
- A quel(s) système(s) sont alloués les bénéfices et charges associés au procédé de recyclage (fournisseur de matière à recycler et/ou consommateur de matière recyclable) ?
- Puisque les matériaux secondaires évitent la production de matériaux primaires et font parfois partie intégrante d'une chaîne de production classique (cas des aciers), quelles sont les données environnementales à considérer pour estimer les impacts évités associés à la production de matériau primaire ?
- Comment considérer le « downcycling », c'est-à-dire les différences de qualité entre le matériau primaire et secondaire ?
- Comment éviter le double comptage ou l'absence de comptage des impacts/bénéfices du recyclage, en particulier lorsque les filières sont différentes (exemple : qui doit supporter la charge environnementale associée à la production de laitiers de haut fourneau : la filière métallurgique produisant les granulats, la filière BTP utilisant les granulats ou les deux ?)

La « méthode des stocks » est une méthode populaire et simple qui se base seulement sur l'utilisation de matière recyclée et non sur la production de matière recyclée. Le système utilisant la matière à recycler prend en charge les impacts du recyclage en venant prélever la matière dans un « stock disponible » pour cela. La figure ci-dessous illustre ce concept :

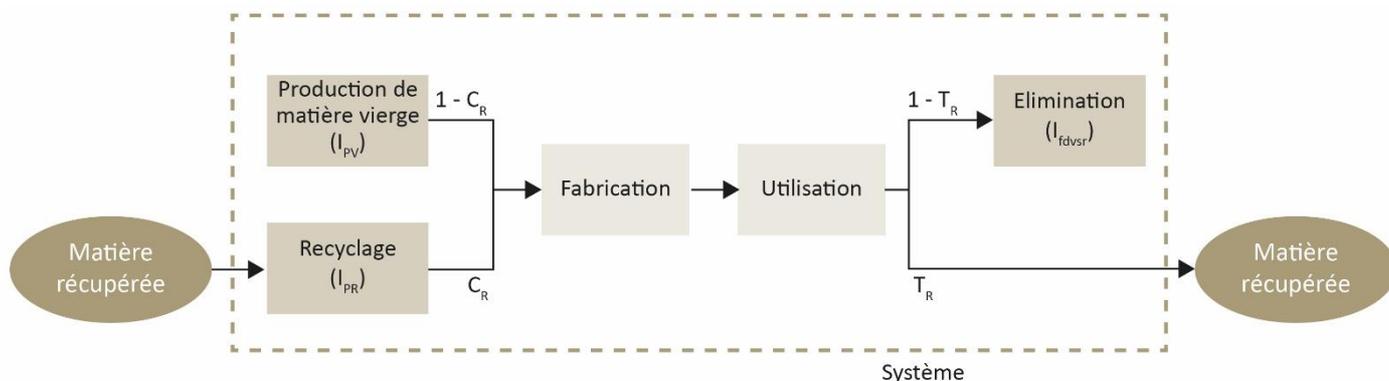


Figure 4-3: Allocation des charges du recyclage suivant la méthode des stocks

Bien que l'on remarque l'absence de traitement en fin de vie pour les matières recyclables, cette méthode ne permet pas de valoriser pleinement la mise à disposition de matériaux ayant un potentiel de valorisation.

Une autre méthode permet d'évaluer les bénéfices et charges associées à la mise à disposition de matériaux valorisables : il s'agit de la méthode des impacts évités qui va plus loin que la méthode des stocks en allouant des bénéfices permettant d'inciter au recyclage.

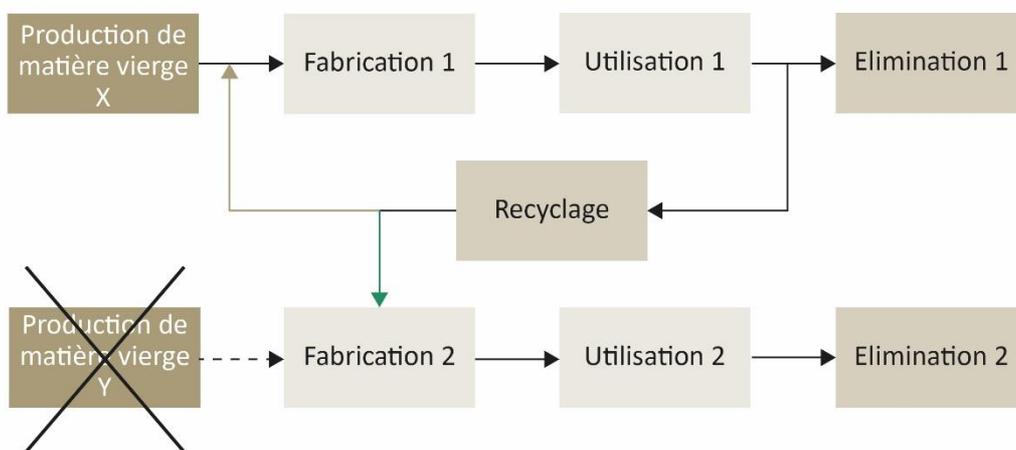


Figure 4-4: Méthode des impacts évités en boucle fermée (flèche orange) et ouverte « avec voie principale différente » (flèche bleue)

La figure ci-dessus illustre le cas des granulats recyclés utilisés dans le BTP, se substituant à une matière première (granulats vierges « X ») et rentrant dans la composition de produits identiques (béton, sous couche...). Cependant, la récupération et le tri des déchets des bétons armés de démolitions peuvent aussi profiter à la filière acier via la récupération d'acier de ferrailage rentrant dans la composition de produits en acier tels que des poutres. Comment allouer les charges et bénéfices environnementaux d'un tel système ? Des allocations massiques ou économiques peuvent alors entrer en jeu.



Enfin, alors que la figure illustre la problématique entre différentes filières, le même type de raisonnement peut avoir lieu au sein d'une même filière. L'allocation des charges et bénéfices environnementaux entre le fournisseur de matériaux recyclables (celui qui offre) et l'utilisateur de ce même matériaux (celui qui demande) peut alors suivre la règle de l'offre et de la demande : si la demande en matériaux recyclage est plus forte que l'offre, alors il sera favorisé de fournir un tel matériau. Donc l'allocation des impacts évités par le recyclage sera appliquée au fournisseur. Le raisonnement inverse s'appliquera si la demande est inférieure à l'offre et une allocation 50/50 pourra enfin être considérée si l'offre et la demande sont proches.

Les études prises en compte dans ce rapport ne sont pas toutes transparentes et homogènes sur les méthodes de prises en compte des impacts évités par le recyclage. Il conviendra donc d'interpréter les résultats chiffrés avec prudence. Cependant les trois tendances principales sont les suivantes :

- Etude du type sans impacts évités (méthode des stocks) ;
- Etude du type avec impacts évités de la production de granulats vierge ;

Etude du type avec impacts évités de la production et de la fin de vie (mise en décharge) des granulats vierges.



ECONOMIE CIRCULAIRE DES DÉCHETS DE C&D

EL PROYECTO HA SIDO COFINANCIADO AL 65% POR EL FONDO EUROPEO DE DESARROLLO REGIONAL (FEDER) A TRAVÉS DEL INTERREG V-A ESPAÑA, FRANCIA, ANDORRA (POCTEFA 2014-2020). EL OBJETIVO DE POCTEFA ES REFORZAR LA INTEGRACIÓN ECONÓMICA Y SOCIAL DE LA ZONA FRONTERIZA ESPAÑA-FRANCIA-ANDORRA. SU AYUDA SE CONCENTRA EN EL DESARROLLO DE ACTIVIDADES ECONÓMICAS, SOCIALES Y MEDIOAMBIENTALES TRANSFRONTERIZAS A TRAVÉS DE ESTRATEGIAS CONJUNTAS A FAVOR DEL DESARROLLO TERRITORIAL SOSTENIBLE.

