

RAPPORT DE RECHERCHE / LIVRABLE

Freins au réemploi de la pierre naturelle

Auteur(s) / Organisme(s) :

IMBENOTTE Amélie / MAÏA SONNIER

MANTHEY Manuel / CSTB

PESTRE Tristan / CTMNC

ROLLE Alexia / CSTB

Thème de rattachement :

AXE 5 – Développement durable

Numéro de rapport (DOL/R/009)

N° lettre de commande :

Pour le CTMNC : LC/23/DOLMEN/030 en date du 05/12/2023

Pour le CSTB : LC/23/DOLMEN/031 en date du 07/12/2023

Pour MAÏA SONNIER : LC/23/DOLMEN/032 en date du 07/12/2023



Sommaire

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | Résumé..... | 3 |
| 2 | Introduction..... | 4 |
| 2.1 | Définitions : réemploi et réutilisation | 4 |
| 2.2 | Le cas du bâtiment et des travaux publics (BTP)..... | 4 |
| 2.3 | Bénéfices et charges liées à la réutilisation ou au réemploi d'éléments de déconstruction en pierre naturelle | 5 |
| 2.4 | Les freins à la massification du réemploi | 8 |
| 3 | Nomenclature des gisements de pierre | 11 |
| 3.1 | Pourquoi une nomenclature ?..... | 11 |
| 3.2 | Nomenclatures existantes | 11 |
| 3.3 | Proposition de nomenclature..... | 12 |
| 4 | Enquête sur l'état des lieux auprès des professionnels | 13 |
| 4.1 | Présentation de l'enquête | 13 |
| 4.2 | Diversité de catégories représentées..... | 14 |
| 4.3 | Identification / perception des freins..... | 14 |
| 4.4 | Identification des freins les plus importants | 20 |
| 4.5 | Hiérarchisation des freins..... | 21 |
| 4.6 | Solutions pour remédier à ces freins..... | 21 |
| 4.7 | Actions souhaitables ou entreprises par les répondants | 25 |
| 4.8 | Perception de la destination des pierres en fin de vie | 27 |
| 4.9 | Gisements à réutiliser selon les différentes catégories de répondants..... | 28 |
| 4.10 | Conclusion des répondants..... | 29 |
| 4.11 | Conclusion générale de l'enquête | 30 |
| 4.12 | Résumé de l'enquête | 32 |
| 5 | Hiérarchisation et parades pour lever les freins identifiés | 34 |
| 5.1 | Présentation de la démarche | 34 |
| 5.2 | Tableau de synthèse : hiérarchisation des freins et proposition de parades | 35 |
| 6 | Perspectives pour une prochaine action | 37 |
| 7 | Conclusion | 38 |
| 8 | Références bibliographiques | 39 |
| 9 | Annexes..... | 40 |
| 9.1 | Nomenclature | 40 |
| 9.2 | Réponses de l'enquête | 42 |



1 Résumé

Résumé en français

La pierre naturelle est un matériau traditionnel de construction. Elle a longtemps été utilisée pour édifier des ouvrages d'art, construire des habitations ou paver des rues. Les ressources utilisées peuvent provenir d'alluvions, de l'érosion naturelle des sols, de carrières où la pierre est taillée, mais aussi de constructions préexistantes. Si le réemploi s'est toujours pratiqué naturellement à l'échelle locale et artisanale, l'aspect sécuritaire de nos sociétés contemporaines nous pousse aujourd'hui à encadrer cette pratique.

Ce rapport présente l'étude menée dans le cadre du PN DOLMEN par le CSTB, le CTMNC et MAÏA SONNIER sur les obstacles au réemploi et à la réutilisation de la pierre naturelle dans le secteur du bâtiment et des travaux publics. Il explore les enjeux du réemploi et de la réutilisation de la pierre naturelle dans le domaine du BTP. Une nomenclature est ensuite proposée afin de faciliter l'identification des gisements de produits et matériaux en pierre naturelle mis en œuvre. Un état des lieux est réalisé sur les freins perçus par les professionnels vis-à-vis de ces pratiques de réemploi et de réutilisation de la pierre. Enfin, les freins identifiés sont hiérarchisés et des propositions de solutions sont faites pour les surmonter, avec l'objectif que le réemploi et la réutilisation de la pierre naturelle redeviennent des pratiques répandues. Les principaux freins identifiés sont d'ordre réglementaire et technique. La filière de la revalorisation a besoin de se développer, et des initiatives sont attendues du côté de la communication. En effet, certaines ressources documentaires, numériques, voir des formations et des initiatives méritent davantage de visibilité. Par ailleurs, l'équipe projet propose des solutions qui devraient permettre de lever les freins jugés prioritaires. Ces pistes concernent notamment : l'approfondissement de la nomenclature et l'identification des gisements, la cartographie de ces gisements, la communication, les aspects techniques liés à la qualification des matériaux, la faisabilité économique et environnementale, l'évolution du contexte réglementaire, mais aussi la formation et la diffusion des connaissances.

Abstract

Natural stone is a traditional building material. It has long been used to construct architectural works, build houses, and pave streets. The resources used can come from alluvium, natural soil erosion, quarries where the stone is cut, as well as from pre-existing constructions. Although reuse has always been naturally practiced on a local and artisanal scale, the safety aspects of our contemporary societies now require us to regulate this practice.

This report presents the study conducted under the PN DOLMEN by CSTB, CTMNC, and MAÏA SONNIER on the obstacles to the reuse and recycling of natural stone in the building and public works sector. It explores the issues of reuse and recycling of natural stone in the construction industry. A nomenclature is then proposed to facilitate the identification of sources of natural stone products and materials in use. An assessment is made of the perceived barriers by professionals regarding these reuse and recycling practices. Finally, the identified barriers are prioritized, and solutions are proposed to overcome them, with the aim of making the reuse and recycling of natural stone widespread practices again. The main identified obstacles are regulatory and technical in nature. The reclamation sector needs to develop, and initiatives are expected in communication. Indeed, some documentary resources, digital tools, training, and initiatives deserve greater visibility. Additionally, the project team proposes solutions to overcome the prioritized obstacles. These approaches include further developing the nomenclature and identifying sources, mapping these sources, improving communication, addressing technical aspects related to material qualification, assessing economic and environmental feasibility, evolving the regulatory context, as well as providing training and disseminating knowledge.



2 Introduction

2.1 Définitions : réemploi et réutilisation

Le présent document s'intéresse en premier lieu au **réemploi** et en second lieu à la **réutilisation** de la pierre naturelle. Au sens du code de l'environnement¹ [1], le **réemploi** se définit *comme toute opération par laquelle des substances, matières ou produits qui ne sont pas des déchets sont utilisés de nouveau pour un usage identique à celui pour lequel ils avaient été conçus*. Par ailleurs, il convient de distinguer le réemploi de la **réutilisation**, où les substances, matières ou produits sont devenus des déchets et sont utilisés de nouveau¹. Quant au **recyclage**, il s'agit d'une opération de valorisation matière reposant sur un processus de transformation de déchets en des substances, matières ou produits. Ces « 3R » (Réemploi, Réutilisation et Recyclage) sont les trois principales solutions pour **revaloriser** un produit en fin de vie.

2.2 Le cas du bâtiment et des travaux publics (BTP)

Bien que développés dans d'autres secteurs, le **réemploi** et la **réutilisation** restent des pratiques marginales dans l'univers du bâtiment et des travaux publics. D'après l'étude de la préfiguration de la REP PMCB² [2], il est estimé que moins de 1% du gisement de PMCB est réemployé dans le domaine du bâtiment. Face à ce faible taux, l'arrêté du 10 juin 2022 portant sur le cahier des charges des éco-organismes, des systèmes individuels et des organismes coordonnateurs de la filière REP des produits et matériaux de construction du secteur du bâtiment³ [3], précise que l'objectif est d'atteindre le réemploi et la réutilisation d'au moins 5% de la quantité totale de PMCB d'ici 2028. La réutilisation paraît cependant plus installée dans le domaine des travaux publics, puisqu'en 2014, 26% des déchets étaient réutilisés sur un autre chantier. Le gisement de déchets produits par le secteur des travaux publics est de 185,3 millions de tonnes de déchets annuels, dont 97% en masse sont des déchets inertes⁴ [4].

Le réemploi et la réutilisation sont des pratiques qui demandent que certaines caractéristiques du produit et de son usage les permettent : durabilité, système de fixation, viabilité économique, etc. Ainsi, certaines familles de produits semblent être plus propices au réemploi⁵ [5]. Les produits en pierre naturelle en font partie, notamment par la durabilité des performances du matériau.

¹ Article L541-1-1 du Code de l'environnement

² <https://librairie.ademe.fr/dechets-economie-circulaire/4573-etude-de-prefiguration-de-la-filiere-rep-produits-et-materiaux-de-construction-du-secteur-du-batiment.html>

³ <https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000045940429>

⁴ <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/sites/default/files/2018-10/datalab-essentiel-96-btp-mars2017-b.pdf>

⁵ <https://www.cstb.fr/fr/actualites/detail/engager-le-reemploi-29-familles-propices-2022-07/>



2.3 Bénéfices et charges liées à la réutilisation ou au réemploi d'éléments de déconstruction en pierre naturelle

Les impacts positifs du réemploi et de la réutilisation pour le secteur du bâtiment et des travaux publics sont attendus sur plusieurs enjeux majeurs auxquels fait face le secteur dans cette troisième décennie du second millénaire : la **préservation des ressources**, la **réduction d'émission de gaz à effet de serre** et la **limitation de la production de déchets**.

Suivant les process de réemploi mis en œuvre, des **gains potentiels** sont à espérer sur chacun de ces enjeux. La préservation des matières premières et par conséquent la limitation de l'extraction de matière première vierge sont des bénéfices évidents du réemploi. De plus, suivant les processus de déconstruction et de reconditionnement utilisés pour les éléments réemployés, la substitution d'un produit neuf par un produit issu du réemploi est généralement un levier de réduction des émissions de GES liées à la construction d'un bâtiment ou d'un ouvrage d'art. Ces gains environnementaux pourront être d'autant plus importants que le réemploi sera massifié à l'échelle nationale. En effet, en densifiant le maillage territorial par la multiplication des filières locales, l'impact carbone d'un produit réemployé pourrait être fortement réduit, notamment par la réduction de la distance parcourue par le produit. Par ailleurs, la massification du réemploi sera également un levier d'amélioration et de diffusion des process de déconstruction, de reconditionnement, etc.

Prenons l'exemple d'un mur maçonné en pierre, conçu pour une élévation courante, de densité surfacique 410 kg/m² (bâtiment ou ouvrage d'art). Son impact total sur le changement climatique est de l'ordre de 20 kgCO₂eq/m². Cet impact est réparti sur le cycle de vie comme illustré dans la Figure 1.

- L'étape de **production** comprend : l'**extraction** de la pierre en carrière, le transport des blocs équarris en usine, puis les opérations de **façonnage** : sciage primaire (réalisation de tranches), sciage secondaire (débitage), les éventuelles étapes de **finition** (par ex. polissage) et l'**emballage** du produit. A noter que les opérations d'extraction en carrière émettent presque autant de GES que les opérations de façonnage.
- L'étape de **mise en œuvre** comprend : le **transport** des pierres dimensionnées et emballées sur le chantier et l'**installation** avec les accessoires nécessaires.
- L'étape d'**utilisation** comprend : le **nettoyage** du produit et l'éventuelle carbonatation des joints aux liants hydrauliques.
- L'étape de **fin de vie** comprend : la **dépose**, le **transport** des matériaux de déconstruction sur le site de traitement (ISDI⁶ et lieu du reconditionnement), les étapes de **traitement** jusqu'à l'obtention du statut de fin de déchet (enfouissement).
- Les **bénéfices et charges au-delà du système** est l'étape comprenant les avantages et les inconvénients liés à la **revalorisation de la matière** qui n'est plus considérée comme un déchet.

⁶ ISDI : Installation de stockage de déchets inertes.

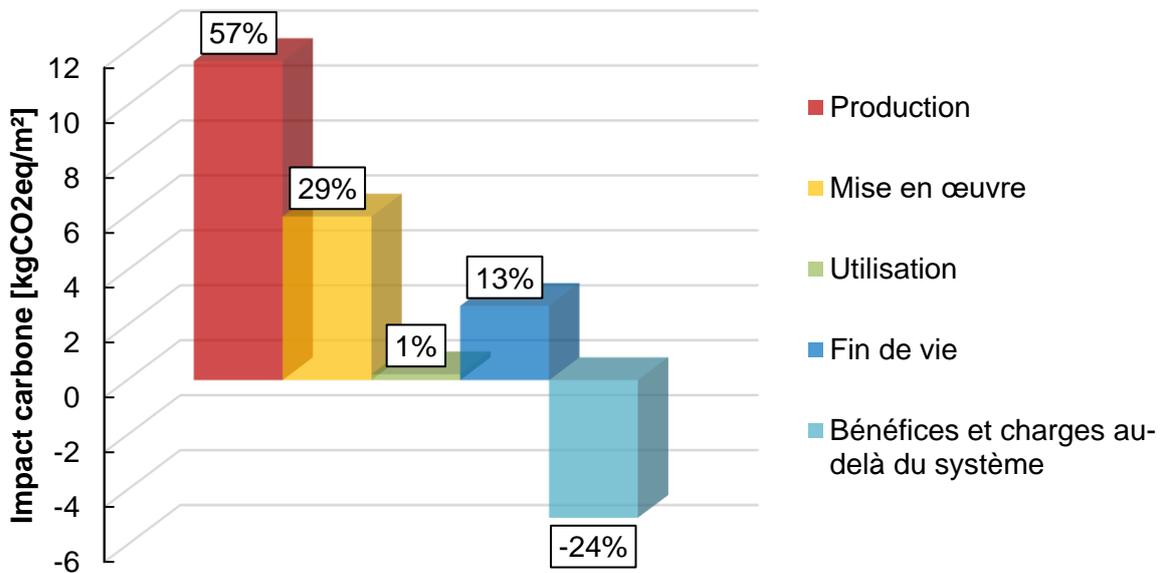


Figure 1 Impact moyen sur le changement climatique d'un m² de maçonnerie en pierre massive française

Actuellement, les « bénéfiques et charges au-delà du système » qui représentent le potentiel de revalorisation du produit en fin de vie sont évalués à 24% de bénéfiques nets par rapport à l'impact total du produit sur son cycle de vie. Cela représente environ 5 kgCO₂eq/m² de bénéfiques nets pour 410 kg/m² de mur en pierre (soit près de 12 kgCO₂eq/t) ; quand la production et l'acheminement du produit en représentent 15 kgCO₂eq/m² (36 kgCO₂eq/t).

Ces bénéfiques et charges repris dans le Tableau 1 en tant que « référence » incluent :

- le reconditionnement des éléments (un sciage de 2/6 faces pour 90% de la matière est considéré),
- l'enfouissement de la matière perdue (pierre et mortier de montage et de jointoiment),
- le transport sur le site de réutilisation
- la mise à disposition des éléments de maçonnerie récupérés, pour un réemploi ou une réutilisation.

Cette valeur est variable en fonction du taux effectif de revalorisation⁷, des processus de reconditionnement⁸ et de la distance parcourue par le produit remis à disposition (cf. Tableau 1).

Il est intéressant de noter que les bénéfiques sont proportionnels à la part effectivement réutilisée/réemployée. Ils sont en revanche inversement proportionnels au taux de reconditionnement et à la distance parcourue pour la remise à disposition du produit. Le pire des scénarios est un cas où la réutilisation est faible mais pour laquelle les opérations de reconditionnement sont lourdes. La distance de transport des éléments réutilisés pèse également très lourd dans le bilan. Malgré des charges (+) pour certains scénarios, il faut

⁷ Revalorisation = réemploi, réutilisation ou recyclage. Le recyclage n'est pas considéré dans cette étude.

⁸ Reconditionnement = opérations permettant de rénover le produit (sciage, ponçage, nettoyage, etc.).



garder à l'esprit qu'en dessous de la valeur équivalente à celle d'un produit neuf sorti d'usine et livré (soit, dans notre exemple : 15 kgCO₂eq/m²), la réutilisation et/ou le réemploi reste environnementalement rentable. Ne pas réutiliser/réemployer permet d'éviter des charges éventuelles, mais prive également de bénéfices potentiels.

La limite de « rentabilité environnementale » de la réutilisation et/ou du réemploi n'est franchie qu'après des opérations très lourdes de reconditionnement et des distances de transports importantes.

Tableau 1 Bénéfices et charges liées à la revalorisation de la pierre naturelle de déconstruction

| Scénarios : | Taux de réutilisation / réemploi | Reconditionnement* | Livraison | Bénéfices (-) ou charges (+) de la revalorisation | Déchets évités |
|--|----------------------------------|--------------------|-----------|---|-----------------------|
| Unités | % | % | km | kgCO ₂ eq/m ² | kg/m ² |
| Réutilisation quasi-totale en local avec très faible reconditionnement | 90% | 10% | 60 | -5,8 | 370 kg/m ² |
| Réutilisation conséquente en local avec léger reconditionnement | 75% | 25% | 120 | -2,8 | 310 kg/m ² |
| Réutilisation quasi-totale en local avec très fort reconditionnement | 90% | 90% | 60 | -0,2 | 370 kg/m ² |
| Réutilisation partielle à l'échelle régionale avec reconditionnement | 50% | 50% | 240 | +0,7 | 205 kg/m ² |
| Faible réutilisation à l'échelle nationale avec fort reconditionnement | 25% | 75% | 480 | +2,4 | 103 kg/m ² |
| Très faible réutilisation à l'échelle transnationale et avec très fort reconditionnement | 10% | 90% | 960 | +2,3 | 41 kg/m ² |
| « Référence » réutilisation quasi-totale en local avec reconditionnement | 90% | 33% | 60 | -4,8 | 370 kg/m ² |
| Seuil de rentabilité environnementale : distance parcourue. | 90% | 33% | 650 | +15 | 370 kg/m ² |
| Seuil de rentabilité environnementale : taux de reconditionnement | 90% | 450% | 60 | +15 | 370 kg/m ² |

*Reconditionnement exprimé en % de l'étape de façonnage initial.

Les déchets inertes annuels générés par le BTP s'élèvent à 211 Mt/an⁹ [4]. La part de pierre naturelle dans ce gisement est difficilement quantifiable. En considérant les chiffres du Tableau 2, la part de pierre pourrait s'élever à 2,1% en masse de la quantité totale des inertes du BTP. Le gisement de déchets de pierre pourrait donc s'élever à 4,4 Mt/an. Attention, ces chiffres sont obtenus par extrapolation de données locales, qui ne sont potentiellement pas représentatives de l'échelle nationale. La revalorisation de ce gisement avec le scénario de référence pourrait générer des bénéfices de l'ordre de 53 000 tCO₂eq/an, soit près de 0,3 MtCO₂eq sur 5 ans. Cela représenterait 1,5% des objectifs de décarbonation du secteur du bâtiment sur la période en cours, selon les budgets carbone définis dans la SNBC¹⁰ [6].

⁹ <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/sites/default/files/2018-10/datalab-essentiel-96-btp-mars2017-b.pdf>

¹⁰ Stratégie Nationale Bas Carbone, Synthèse, 2020.



Tableau 2 Evaluation de la part de pierre naturelle dans les déchets inertes du BTP

| Déchets inertes | Gisement BTP | Gisement bâtiment | Gisement travaux publics |
|---------------------------|--------------|-------------------|--------------------------|
| Céramique et terre cuite | 4% | 16% | 3% |
| Asphalte, bitume, enrobés | 13% | 0% | 15% |
| Plâtre | 0% | 1% | 0% |
| Béton et mortier | 10% | 21% | 8% |
| Terre et cailloux | 65% | 0% | 74% |
| Pierre | 2.1% | 16% | 0% |
| Inertes mélangés | 6% | 46% | 0% |
| Quantité totale (Mt/an) | 0,348 | 0,044 | 0,304 |

Chiffres basés sur l'étude de scénarios pour le plan départemental de gestion des déchets du BTP de l'Indre, juillet 2002¹¹ [7]. Les quantités totales de déchets inertes de l'Indre ne représentent que 0,2% des déchets inertes du BTP au niveau national en 2014, bien que la répartition des déchets générés entre les catégories « bâtiment » et « travaux publics » soient proches aux deux échelles (respectivement 15% et 85%).

Concernant la gestion de la ressource et des déchets, les résultats sont directement proportionnels aux taux de revalorisation et aux pertes durant les processus de reconditionnement. En revalorisant massivement les déchets de roches ornementales et de construction, le potentiel est donc de l'ordre de 4,4 Mt/an. A titre indicatif, la production annuelle de roches ornementales et de construction était de moins de 1 Mt/an en 2020¹² [8]. A noter que pour le réemploi de pierre naturelle, **l'enjeu de préservation du patrimoine bâti** mérite aussi d'être cité, le réemploi permettant de compléter le catalogue de teintes ou de nature de pierres disponibles, notamment pour des pierres peu (ou plus) exploités localement (préservation de l'aspect patrimoniale) et également d'assurer la disponibilité de pierre compatible avec celles déjà en place (compatibilité des pierres entre elles).

2.4 Les freins à la massification du réemploi

Néanmoins, l'objectif de **massifier le réemploi** nécessite de garder à l'esprit plusieurs points de vigilance. Dans le cadre de cette étude, un questionnaire en ligne a été diffusé à plusieurs acteurs de la construction (cf § 4). Dans celui-ci, il a été proposé d'identifier les freins au réemploi et de les catégoriser comme suit :

- Freins réglementaires ;
- Freins techniques ;
- Freins économiques ;
- Freins juridiques ;
- Freins culturels ;
- Freins logistiques.

¹¹ https://www.indre.gouv.fr/contenu/telechargement/908/5772/file/annexes_1_a_6.pdf

¹² SNROC L'industrie française des roches ornementales et de construction, 2022, données 2020.



La perception de ces différents freins est analysée dans la suite de ce rapport. Cependant, voici dès à présent quelques éléments de contexte :

2.4.1 Contexte sur les freins réglementaires

Au regard de l'économie circulaire, le contexte **réglementaire** évolue favorablement, notamment par la mise en place des règlements suivants : RE2020, filière REP PMCB et DEEE, diagnostic PEMD. Afin de distinguer l'aspect réglementaire des aspects techniques et juridiques, il est rappelé ici que le règlement a un caractère obligatoire et peut prendre la forme d'un arrêté, d'un décret, d'une loi. De manière générale, il concerne les risques sanitaires, l'incendie, la thermique, l'acoustique, le parasismique, l'environnement, l'accessibilité, le marquage CE de produits, etc. Les **exigences sur les performances des produits et sur la façon d'en apporter la preuve** sont renvoyées au domaine **des normes européennes « produits »**. La partie « produit », qui conditionne directement les **exigences essentielles**, a un **statut réglementaire**. Il appartient au fabricant de déclarer les performances de son produit, le marquage CE atteste la conformité du produit aux spécifications réglementaires.

2.4.2 Contexte sur les freins techniques

Concernant l'aspect **technique**, la technique est souvent normalisée (et ainsi décrite dans des normes). La **norme** (différente du règlement) est un document de référence approuvé par un institut de normalisation (par exemple l'AFNOR). Elle définit des **caractéristiques** et propose **des règles d'application volontaires** comme moyens (reconnus) de réponse aux exigences réglementaires. La technique peut également être décrite dans des guides ou document de référence qui n'ont pas atteint le statut de norme. Dans le cadre du réemploi, les freins techniques peuvent porter sur la sécurisation des caractéristiques (mécaniques, thermiques, sanitaires, environnementales...) d'un gisement, de protocoles de déconstruction et/ou de reconditionnement, de dispositions constructives spécifiques à un élément réemployé... Il est rappelé ici que pour le secteur du bâtiment ou pour le secteur des ouvrages d'arts (ponts maçonnés par exemple), les enjeux de qualité et de responsabilité sont particulièrement critiques pour les éléments liés à la sécurité des personnes. En particulier, les éléments de gros œuvre participant à la stabilité de l'ouvrage (piles de ponts, tabliers, planchers, murs...) mais également les garde-corps... Une stratégie pour la sécurisation du réemploi serait d'élaborer des guides méthodologiques partagés et reconnus par l'ensemble des acteurs de la construction sur l'évaluation des performances en vue d'un réemploi pour une famille de produit¹³ [9]. L'absence de documents écrits et bonnes pratiques partagées reste notamment une source d'incertitude pour l'ensemble des acteurs. Le développement et l'harmonisation de ces guides permettra de mettre en place un consensus sur les méthodologies (harmonisation des pratiques), afin de servir de base commune, notamment auprès des acteurs de la maîtrise du risque (assureurs, bureaux de contrôle), et de permettre à terme aux pratiques de réemploi d'être mieux reconnues. Pour être pleinement pertinent, ces guides doivent être nourris et consolidés par l'expérience des acteurs du terrain.

2.4.3 Contexte sur les freins économiques

L'aspect **économique** est capital pour toutes filières. Ce dernier repose sur la comparaison de l'ensemble des coûts d'un produit réemployé (liés à la dépose, au transport, au stockage, au reconditionnement, etc.) au regard de ceux d'un même produit neuf (liés à l'extraction, au conditionnement, au transport, etc.). En ce qui concerne la pierre naturelle, la nature de la pierre est une composante importante du prix de celle-ci (criticité et disponibilité de la ressource...). Dans les deux cas (« neuf » et « réemploi »), le coût des transports est

¹³ <https://www.cstb.fr/fr/actualites/detail/securiser-le-reemploi-une-demarche-collective-2022-07/>



important, notamment dû au caractère pondéreux de la pierre. Comme c'est généralement le cas pour le réemploi, la massification devient un levier important de la réduction du prix des éléments réemployés.

2.4.4 Contexte sur les freins juridiques

L'aspect **juridique** est celui de freins ayant rapport au droit. Les freins réglementaires étant traités par ailleurs (aspect réglementaire), l'aspect juridique s'entend ici davantage comme l'ensemble des freins **assurantielles**. Juridiquement, l'assurance est une convention par laquelle, en contrepartie d'une prime, l'assureur s'engage à garantir l'assuré en cas de réalisation d'un risque prévu par le contrat. Concernant les produits de réemploi, les assureurs cherchent à être informés sur les risques qu'ils vont devoir couvrir. Les réponses aux freins juridiques sont souvent mutualisables avec les réponses aux freins techniques (sécurisation des caractéristiques / des performances et à la mise en œuvre des matériaux suivant les normes actuelles). Une autre typologie de frein juridique peut survenir lors de la démarche de réemploi à propos du partage des responsabilités. La réussite de la démarche collective du réemploi passe par une mobilisation de chacun, notamment :

- Des maîtres d'ouvrage et leur maîtrise d'œuvre (commande spécifique, contrat de « pose » et non de « fourniture + pose » si gisement possédé par le même MOA...);
- Des acteurs du réemploi (experts, diagnostiqueurs, centres de reconditionnement, industriels, entreprises, etc.) dans l'apport de retours d'expérience et la contribution à la rédaction de ces guides en faisant état de leurs problématiques de mise en application ;
- Des experts techniques, assureurs, bureaux de contrôle, pour leur apport d'expertise sur la maîtrise des risques, leur contribution à la rédaction des guides ainsi qu'à leur reconnaissance ;
- Des centres de recherche dans le développement de nouveaux modes de preuves permettant de justifier des performances techniques ;

2.4.5 Contexte sur les freins culturels

L'aspect **culturel** du réemploi peut comporter plusieurs freins. Le réemploi est une pratique ré-émergente, cette affirmation se vérifie particulièrement dans le cas de la pierre naturelle. Couramment pratiqué jusqu'au XXe siècle, il a marqué un coup d'arrêt lors de l'avènement de l'ère industrielle (mécanisation de la démolition, abondance de produits de construction accessibles et bon marché, augmentation des coûts de stockage). Auparavant les usagers pouvaient ressentir le réemploi comme une pratique « de bon sens » facilitant l'acceptabilité de la pratique. Les habitudes actuelles reposant sur une économie linéaire et donc une consommation de produit neuf, les usagers peuvent avoir des a priori sur les produits réemployés.

2.4.6 Contexte sur les freins logistiques

L'aspect **logistique** du réemploi de pierre repose principalement sur les sujets de disponibilité des gisements, stockage et transport. L'optimisation de cet aspect est donc fortement liée à celle de l'aspect économique (coûts des transports et du stockage). Dans le cas de la pierre, les éléments étant généralement pondéreux et volumineux, la logistique peut devenir un frein dans le sens où les coûts des stockages et de leur gestion sont une des raisons de la bascule du réemploi à la massification des produits neufs à l'ère industrielle. Suivant le type de pierre, une attention doit être apportée à leur caractère gélif ou non ainsi qu'à la réaction de certaines pierres à une humidité excessive.



3 Nomenclature des gisements de pierre

3.1 Pourquoi une nomenclature ?

Compte tenu de l'objectif de réemploi du projet, il est nécessaire d'identifier les différents types de gisement de pierres naturelles de réemploi possibles. L'identification d'un tel gisement repose sur plusieurs facteurs caractérisant la pierre (type de pierre, classe géologique, masse volumique, propriétés intrinsèques, ...), et son contexte (domaine d'emploi initial, fixation, etc.). La nomenclature est envisagée comme un élément permettant de contribuer à apporter une réponse à cette ambition.

3.2 Nomenclatures existantes

La nomenclature proposée dans ce rapport a été construite sur la base de nomenclatures existantes qui sont présentées ci-après.

D'une part, la réglementation **PEMD** inclut depuis le 1^{er} juillet 2023 un formulaire de diagnostic (Cerfa [10]) portant sur la gestion des Produits, Equipements, Matériaux et Déchets issus de la démolition ou de la rénovation significative de bâtiments. Dans le cadre du dispositif PEMD, une nomenclature, sur plusieurs niveaux, permettant d'identifier les différents produits, équipements et matériaux issus de l'opération de déconstruction ou de rénovation significative des bâtiments, est détaillée dans les notices des Cerfa de diagnostic PEMD et de récolement sous le nom de "Liste de catégories permettant de décrire les PEM".

D'autre part, bien qu'elles ne visent pas directement le réemploi et la réutilisation dans leur domaine d'application, la norme sur les « Eléments en pierre naturelle : NF EN 771-6 [11] » et son complément national NF B10-601 identifient les destinations dans l'ouvrage¹⁴ de la pierre naturelle (cf. Tableau 3). En effet, dans la norme NF B10-601 [12], 5 tableaux précisent les essais d'aptitude à l'emploi pour des pierres naturelles « neuves » suivant leur destination dans l'ouvrage. L'aptitude à l'emploi des pierres dépend de leur destination dans l'ouvrage et de la localisation géographique de ce dernier (la France, métropolitaine, est partagée en 4 classes de gel suivant la localisation et l'altitude).

Tableau 3 Nomenclature selon la NF B10-601 [12]

| | |
|-----------------------------|--|
| Pierres naturelles massives | <ul style="list-style-type: none"> • Elévation en partie courante, sans possibilité de rejaillissement • Assise de rejaillissement, balustre • Appui de fenêtre • Console • Corniche, couronnement • Main courante, saillie (> 6 cm) • Saillie ≤ 6 cm (encadrement de baie, bandeau, ...) • Soubassement • Dalle massive de balcon • Pile de pont • Gargouille |
|-----------------------------|--|

¹⁴ AFNOR, NF B10-601. Produits de carrière - Pierres naturelles - Prescriptions générales d'emploi des pierres naturelles. 2019.



| | |
|---|---|
| Pierres naturelles pour revêtements muraux attachés | <ul style="list-style-type: none"> • Revêtements intérieurs attachés • Revêtements extérieurs attachés • Elévation en partie courante • Saillie (> 6 cm) et tablette d'appui de balcon • Appui de fenêtre • Soubassement • Revêtement mince de couronnement d'acrotère ou autre ouvrage similaire |
| Pierres naturelles pour revêtements muraux collés | <ul style="list-style-type: none"> • Revêtements intérieurs collés • Revêtements extérieurs collés • Elévation en partie courante • Saillie (> 6 cm) et tablette d'appui de balcon • Appui de fenêtre • Soubassement • Revêtement mince de couronnement d'acrotère ou autre ouvrage similaire |
| Pierres naturelles pour revêtements de sol intérieur et extérieur, scellé ou collé, hors voirie et pose sur plots | <ul style="list-style-type: none"> • Revêtement de sol intérieur (sols et escaliers) • Revêtement de sol extérieur (sols et escaliers) |
| Pierres naturelles pour revêtement de sol extérieur de voirie | <ul style="list-style-type: none"> • Revêtement de sol extérieur (dalles, pavés, bordures) de voirie |

3.3 Proposition de nomenclature

Les deux ressources présentées dans le paragraphe précédent ont servi de socle pour la nomenclature proposée dans ce document, en particulier sous l'aspect "domaine d'emploi initial". Dans les premières colonnes de cette nomenclature, la pierre est qualifiée en tant que produit. Cette qualification est complétée par des facteurs de masse, d'encombrement et de fixation essentiels lors de l'identification d'un gisement de remploi.

En complément de la qualification de la pierre en tant que produit, il est possible de compléter la nomenclature avec des facteurs caractérisant la pierre en tant que matériau, notamment le type de pierre (roches magmatiques, roches sédimentaires, roches métamorphiques), la résistance moyenne à la flexion, la masse volumique apparente moyenne et la porosité moyenne ouverte déterminées à partir d'essais d'identité.

Les nomenclatures de référence étant issues du domaine du bâtiment, le présent travail a été complété pour les domaines des ouvrages d'art et des travaux publics.

La nomenclature proposée est présentée à l'Annexe 9.1 du présent document. Cette dernière pourra être consolidée à partir des retours des acteurs de la filière et des évolutions réglementaires ou normatives.



4 Enquête sur l'état des lieux auprès des professionnels

4.1 Présentation de l'enquête

L'enquête porte sur les freins à la réutilisation de la pierre naturelle dans le secteur de la construction. Elle s'est déroulée sur un peu plus de 3 mois, avec des réponses obtenues du 04/12/2023 au 15/02/2024. Au total, ce n'est pas moins de 28 répondants qui ont participé. Ce sont tous des professionnels du secteur de la construction, avec une représentativité finalement assez exhaustive. Nous tenons à remercier encore une fois l'ensemble des participants à ce sondage qui comprenait 41 questions, dont beaucoup d'ouvertes, ce qui n'était pas des plus aisé à compléter.

Les questions avaient pour but de traiter des thèmes identifiés par l'action « freins au réemploi » et particulièrement des défis liés à la réutilisation de la pierre et des pistes pour les lever.

Les questions étaient séparées dans 5 grandes parties :

- **Partie 0** : Identification du participant.
- **Partie 1** : Identification des freins à la réutilisation de la pierre (réglementaires / techniques / économiques / juridiques / culturels / logistiques / autres).
- **Partie 2** : Hiérarchisation des freins à la réutilisation de la pierre (détail sur les plus importants, hiérarchisation selon les familles de produits).
- **Partie 3** : Solutions pour remédier à ces freins (par famille de produits et pour les différentes catégories de freins de la partie 1).
- **Partie 4** : Pratiques de valorisation des produits de déconstruction en pierre naturelle (que pourraient faire les répondants, que font-ils concrètement, leurs impressions sur la destination des pierres en fin de vie, les gisements potentiels dans leurs activités).
- **Partie 5** : Utilisation des données et retours sur le sondage.

L'enquête a été diffusée à différents professionnels du secteur de la construction (associations, collectivités, entreprises, ...) par le biais de listes de diffusion. L'équipe projet, composée du Centre Scientifique et Technique du Bâtiment, de la société MAÏA SONNIER et du Centre Technique de Matériaux Naturels de Construction, ont diffusé l'enquête à leur entourage professionnel et ont également répondu au sondage. Enfin, notons que l'enquête a également été adressée aux partenaires du PN DOLMEN, un public concerné par le sujet de la maçonnerie et sa réutilisation.

Il est à noter que le réemploi et la réutilisation n'ont pas été définies explicitement dans le sondage, mise à part en introduction. Une minorité de réponses semble traiter de la réutilisation de la maçonnerie en pierre dans le sens d'un ré-usage de cette technique par rapport aux alternatives devenues les standards contemporains (béton armé, blocs manufacturés, etc.). Nous avons tout de même gardé ces réponses qui peuvent parfois être liées au sujet du réemploi et de la réutilisation.



4.2 Diversité de catégories représentées

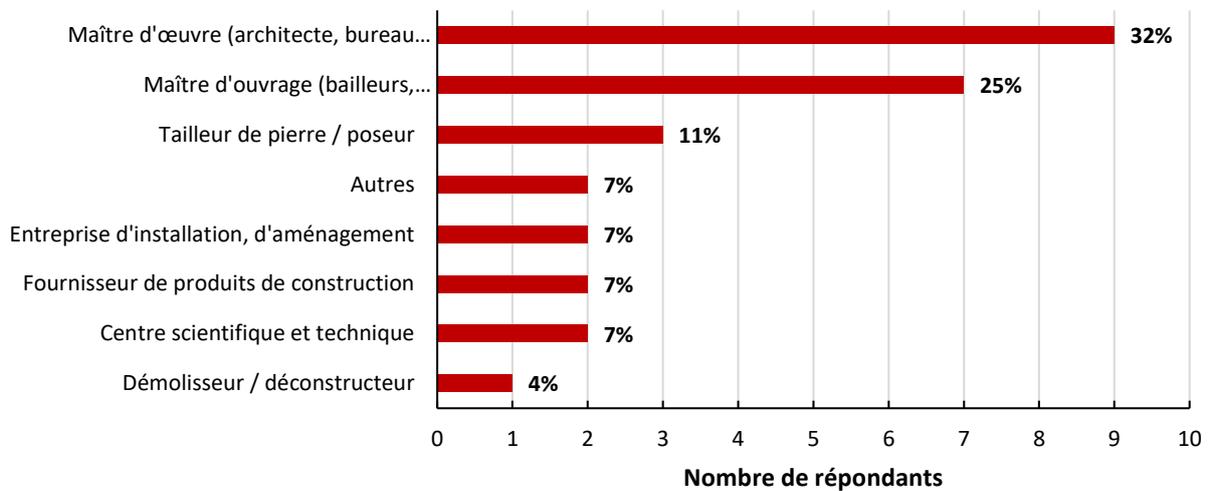


Figure 2 Catégories représentées

Les catégories représentées comprennent une majorité de maîtres d'œuvres et d'ouvrages, qui sont des professions « socles » de l'acte de construire. Les maîtres d'ouvrages sont concernés par des gisements potentiels (patrimoine immobilier à déconstruire) et font bien souvent appel aux maîtres d'œuvres pour la gestion technique de leurs opérations. Ils sont donc confrontés aux gisements et aux difficultés liées à leurs valorisations.

Nous pouvons également noter une bonne représentativité d'autres acteurs, comme les tailleurs de pierre et poseurs, directement confrontés au matériau et pour qui la question de savoir si une pierre est (ré)utilisable, ou non, est bien souvent empirique, basée sur l'expérience. Des entreprises d'installations et d'aménagements, ainsi que des fournisseurs de pierre naturelle, viennent ensuite apporter un point de vue plus classique et industriel. Ensuite, des centres techniques et scientifiques apportent un point de vue général basé sur des observations et tendances. Pour finir, un démolisseur / déconstructeur vient apporter des témoignages liés à son expertise sur le sujet.

4.3 Identification / perception des freins

4.3.1 Freins réglementaires

Concernant les freins réglementaires, il est identifié : des lacunes dans les normes existantes, des difficultés à justifier et à calculer des constructions en maçonnerie, ainsi que des limitations dans la reconnaissance et la réglementation des matériaux de réemploi, notamment en l'absence de normes spécifiques et de guides.

Absence de normes et cadres réglementaires adaptés :

Plusieurs participants, tels que les centres scientifiques et techniques, les maîtres d'ouvrage, et les maîtres d'œuvre, soulignent l'absence de normes spécifiques et de cadres réglementaires adaptés pour les produits de réemploi/réutilisation de la pierre naturelle.

Complexité de justification en maçonnerie :

Les maîtres d'ouvrage et les maîtres d'œuvre mettent en évidence la complexité associée à la justification du dimensionnement d'ouvrages en pierre de réemploi. Les défis comprennent le



manque de pratique, d'outils de calcul adaptés, et l'absence de règlements (mention des Eurocodes).

Difficultés liées à l'hétérogénéité des ouvrages :

Plusieurs répondants, notamment les maîtres d'ouvrage, soulignent les défis posés par l'hétérogénéité des pierres et des gisements de réemploi. Cette diversité rend complexe l'établissement d'un règlement unique et freine la justification des ouvrages via des méthodes de calcul standardisées.

Problèmes d'assurabilité et de qualification des matériaux :

Les tailleurs de pierre et les fournisseurs de produits de construction expriment des préoccupations quant à l'assurabilité des matériaux remis en œuvre, en particulier en l'absence de fiches techniques et de procès-verbaux d'essais. Cette incertitude concernant la qualité et la performance des matériaux constitue un frein à leur utilisation.

4.3.2 Freins techniques

Concernant les freins techniques, il est relevé : la complexité du tri et de l'identification des pierres, les défis liés à la qualification et à l'évaluation des propriétés résiduelles des pierres, le manque de connaissances et de formation, les problèmes de justification technique et de calcul, ainsi que les défis de nettoyage et de redimensionnement des matériaux.

Complexité de tri et d'identification des matériaux :

Plusieurs participants, dont les maîtres d'ouvrage et les maîtres d'œuvre, mentionnent la difficulté de trier et d'identifier les matériaux de réemploi, notamment en raison du mélange de pierres, de l'altération des matériaux, et de la présence de mortier ou de colle.

Défis liés à la qualification et à l'évaluation des matériaux :

Les participants soulignent la difficulté de qualifier et d'évaluer les caractéristiques mécaniques des pierres de réemploi. Cela inclut la difficulté à estimer le vieillissement et l'incertitude quant aux propriétés physiques résiduelles.

Manque de connaissances et de formation :

Plusieurs catégories, notamment les maîtres d'œuvre et les tailleurs de pierre, mentionnent un manque de connaissances et de formation sur les matériaux de réemploi. Cela inclut le manque de cartographie des ressources naturelles locales, ainsi que le besoin de qualification des pierres et la formation des professionnels pour leur utilisation.

Problèmes de justification technique et de calcul :

Les répondants expriment des préoccupations quant à la justification technique des matériaux de réemploi, notamment en ce qui concerne leur conformité aux exigences de calcul et de résistance aux séismes.

Défis de nettoyage et de redimensionnement des matériaux :

Les participants évoquent la nécessité de nettoyer, redimensionner et préparer les matériaux de réemploi pour leur réutilisation. Cela inclut l'enlèvement du mortier et des résidus de joint, ainsi que le redimensionnement ou la standardisation des dimensions des pierres.



4.3.3 Freins économiques

Concernant les freins économiques, sont identifiés : des coûts et/ou une difficulté associée à la dépose sélective, au tri et à la préparation des pierres, au reconditionnement, au transport, à la sous-traitance, à la pression sur les délais, et à perception des usagers.

Coûts associés au processus de tri et de préparation / reconditionnement des pierres :

Les maîtres d'ouvrage et les maîtres d'œuvre mettent en avant les coûts associés au processus de tri, de décrottage, et de préparation des pierres de déconstruction. Les tailleurs de pierre et d'autres catégories soulignent les difficultés et les coûts associés au redimensionnement des pierres pour les adapter aux besoins spécifiques d'un projet. Le temps et les ressources nécessaires pour ces opérations sont considérés comme des freins économiques.

Complexité et coûts du processus de dépose sélective :

Certains participants, tels que les maîtres d'œuvre, soulignent que le processus de dépose sélective est plus long et donc plus coûteux que la démolition classique. Ce processus exige une entreprise qualifiée et engendre des coûts supplémentaires, notamment liés aux tests de qualification.

Coûts liés au transport de matériaux pondéreux :

Le coût du transport des matériaux denses, notamment sur de longues distances, est évoqué comme un frein par les centres scientifiques et techniques.

Freins liés à la multiplicité des sous-traitants :

Certains répondants, notamment maîtres d'ouvrages, soulignent que la cascade de sous-traitance peut entraîner une augmentation artificielle des coûts de la maçonnerie, rendant les produits moins compétitifs économiquement, notamment pour des projets de grande envergure.

Défis liés à la comparaison des coûts globaux et à la perception des clients :

Des participants mentionnent la difficulté de vendre et de justifier le surcoût éventuel associé au réemploi. La perception courante est souvent que le réemploi peut être plus coûteux, même si cela peut ne pas être le cas sur le long terme.

Pressions sur les délais et impératifs d'exploitation :

Les maîtres d'œuvre soulignent les freins socio-économiques liés aux délais de construction, avec une pression pour remettre en service rapidement les infrastructures afin de limiter les perturbations pour les usagers, ce qui peut influencer la décision de ne pas réutiliser des matériaux de construction.

4.3.4 Freins juridiques

Concernant les freins juridiques, il est identifié : la responsabilité et l'assurance des maîtres d'ouvrage, les dérogations aux règles techniques, les questions de garantie, la caractérisation de la pierre et sa certification, la confiance envers les professionnels compétents, et le risque lié au caractère non-normatif des matériaux de réemploi.

Engagement, responsabilité et assurance :

Les participants mettent en avant les enjeux juridiques liés à la responsabilité des maîtres d'ouvrage en cas de flous réglementaires. Certains soulignent que les donneurs d'ordre peuvent ne pas être assurés pour des ouvrages construits avec des pierres de réemploi, ce qui pourrait les exposer à des risques juridiques importants. D'autres évoquent la nécessité



de déroger aux règles techniques, ce qui peut créer des incertitudes juridiques autour de la conformité des ouvrages construits avec des matériaux de réemploi. Il est également souligné la difficulté de déterminer la responsabilité en cas de désordres liés à des matériaux de réemploi (maître d'œuvre, entreprise, contrôleur).

Qualification du matériau, certification et litiges :

La caractérisation du matériau est évoquée comme un enjeu juridique, notamment en cas de litige sur la qualité de la pierre. En effet, l'absence de garantie peut poser des problèmes en termes de responsabilité en cas de défaut ou de non-conformité. Le besoin de certification des produits de réemploi est donc soulevé comme un élément juridique important.

Durée de vie des pierres et pérennité mesurable :

L'appréciation de la durée de vie résiduelle de la pierre et le fait que sa pérennité soit difficilement mesurable est un point qui pourrait soulever des questions de responsabilité et d'assurance.

Notions de garantie décennale et confiance envers les professionnels compétents :

Certains participants soulignent que la garantie décennale peut être couverte par l'assurance des entrepreneurs, mais que la réutilisation de matériaux déconstruits sans garantie peut inquiéter certains maîtres d'ouvrage. La confiance envers des professionnels compétents est notée comme un risque juridique acceptable.

Risque lié au caractère non-normatif :

Certains participants expriment des préoccupations quant au risque juridique lié à l'utilisation de produits non normés, en particulier si la législation n'évolue pas pour prendre en compte le réemploi.

4.3.5 Freins culturels

Pour les freins culturels, les participants notent l'apparence et la perception des produits de réemploi (préjugés sur les propriétés résiduelles), l'habitude du neuf et des solutions de facilité, la concurrence perçue par les carrières et autres lobbys, le manque de formation, la nécessité de prise de risque. A contrario, il est également noté une évolution positive, avec un intérêt croissant pour l'authenticité et la levée de certains freins culturels.

Apparence et perception :

Certains participants évoquent la possible réticence due à l'apparence usée ou hétérogène des pierres de réemploi, surtout si l'écart de prix avec un produit neuf est faible. Cependant, ils notent que le commerce de produits de "seconde main" gagne en popularité, et qu'un reconditionnement peut rassurer les clients.

Certains maîtres d'ouvrage et maîtres d'œuvre expriment une préférence pour l'authenticité et la conservation du savoir-faire en maçonnerie, mais d'autres n'aiment pas l'idée d'avoir un "patchwork" dans leurs projets.

Habitude du neuf et attentes en matière de fiabilité :

Certains acteurs notent une habitude du neuf et la facilité de recopier des solutions connues dans la vie quotidienne, ce qui peut influencer la perception du réemploi comme moins fiable. Cependant, cette perception commence à changer. L'appréhension persiste vis-à-vis des risques juridiques.

**Association du "réutilisé" à une perte de qualité :**

Certains acteurs, comme les tailleurs de pierre, notent que l'idée de "réutilisation" peut être associée à une perte de qualité intrinsèque du matériau.

Concurrence perçue par les carrières :

Certains participants indiquent que les carrières peuvent craindre une forme de concurrence de la pierre de réemploi.

Formation et transmission de la culture du réemploi :

Le manque de formation des jeunes techniciens et ingénieurs sur le réemploi est soulevé comme un frein culturel. La transmission de la culture du réemploi aux jeunes générations est considérée comme insuffisante.

Intérêt grandissant et levée des freins culturels :

Certains participants notent que l'intérêt pour le réemploi grandit, et pour certains, il n'y a aucun frein culturel, voire un avantage.

4.3.6 Freins logistiques

Concernant les freins logistiques, il est noté la dispersion des gisements et les risques de pénuries, le manque d'une filière réemploi développée, la dynamique de reconstruction, le défi de la dépose et la durée de mise en œuvre, la manutention et le transport des pierres, l'organisation de la profession de la maçonnerie, l'adaptation des outils, le besoin en surfaces de stockage et la gestion des livraisons sur site.

Risque de pénurie et difficulté d'approvisionnement :

La dispersion des gisements sur le territoire est citée comme un frein logistique, nécessitant une centralisation territoriale pour faciliter l'approvisionnement. Le transport étant cher et polluant, la proximité du gisement par rapport au chantier apparaît cruciale. Sans mutualisation des stocks, certains participants soulignent le risque de pénurie dans l'approvisionnement en pierres de réemploi.

Organisation des acteurs et nécessaire dynamique de reconstruction :

Le stockage est donné en exemple de frein logistique en l'absence de filière bien établie et en présence d'une dynamique de reconstruction. L'organisation peu structurée de la profession de la maçonnerie est également mentionnée, notamment dans des opérations complexes avec d'autres corps d'état.

Durée de mise en œuvre et phases entre la démolition et le réemploi :

La durée de mise en œuvre d'un élément de maçonnerie de réemploi est considérée comme ayant un impact important sur le planning. Les phases entre la démolition et le réemploi, telles que le stockage sur site, l'analyse du matériau, le lavage du matériau, sont évoquées comme des aspects logistiques à prendre en compte.

Les activités de dépose, la manutention soignée et le transport des pierres sont aussi identifiés comme des freins logistiques, en particulier en raison de la densité et du volume des pierres. Les rotations de camions peuvent entraîner des coûts, des émissions de GES, des nuisances sonores, etc.

Adaptation des outils et problématique du stockage :

Il est évoqué que les outils de manutention devraient être adaptés aux chantiers, mais aussi que le stockage des matériaux de réemploi est considéré comme coûteux et non assuré à ce



stade. Les freins concernent le besoin en surfaces de stockage, de même que de définir à qui appartiennent ces surfaces et comment assurer la connaissance et la fiabilité du stock.

Contrôle des travaux et gestion des livraisons sur site :

Le contrôle des travaux, la gestion des livraisons sur site et la certitude du nombre de pierres réutilisables sont évoqués comme des défis logistiques, en particulier pour s'assurer de la qualité des matériaux.

4.3.7 Autres freins non catégorisés

Les participants notent un manque de connaissance et de compétence des acteurs, des problèmes d'adaptation à l'usage des pierres, des considérations esthétiques et de format, un manque de mise en avant de labels et la reconnaissance des terroirs, l'influence des lobbys, la tendance à utiliser des pierres importées, des problèmes d'outillage, des problèmes de santé et de sécurité, et des défis liés à l'identification des gisements et à la « publicité » de la ressource.

Manque de connaissance et compétence :

Certains soulignent le manque de connaissance dans le domaine de la réutilisation de la pierre et des incertitudes liées au matériau naturel. Le manque de compétence du personnel vis-à-vis des métiers de la pierre, notamment la capacité à tailler et à agencer les pierres, est également mentionné.

Adaptation des pierres à l'usage :

Certains types de pierres peuvent poser des problèmes en termes de durabilité (nature gélive par exemple) si mal prescrites/utilisées.

Esthétique et tendance pour des formats plus grands :

Des considérations esthétiques, notamment l'aspect moins neuf que la pierre neuve, sont mentionnées comme des freins. De plus, la tendance pour des formats toujours plus grands est soulignée (problèmes d'éco-conception).

Manque de mise en avant de labels et reconnaissance des terroirs :

Certains notent le manque de mise en avant des labels nationaux et la reconnaissance des terroirs pour les pierres. La comparaison avec l'indication géographique protégée pour le vin est mentionnée.

Lobby du béton :

Le lobby du béton armé est cité comme un frein à la réutilisation de la pierre. Il suggère que les intérêts de l'industrie du béton et des majors de la construction peuvent influencer négativement la promotion de la réutilisation de la pierre.

Tendance à utiliser des pierres importées :

Certains observent une tendance à utiliser des pierres importées, parfois de Chine, ce qui est considéré comme une aberration environnementale.

Problèmes d'outillage et spécificités des matériaux :

Le manque d'outillage adapté aux différentes catégories de pierres est soulevé comme un frein. Les machines et disques spécifiques et adaptés aux différentes catégories de pierres peuvent poser des problèmes lors de récupérations de chantiers avec plusieurs matériaux.

**Problèmes de santé et sécurité :**

Des problèmes de santé et de sécurité, tels que les troubles musculosquelettiques, la gestion des poussières, la gestion des boues et des eaux de ruissellement, sont mentionnés comme des freins. L'alimentation en eau et en électricité sur les chantiers est également évoquée.

Identification des gisements et publicité de la ressource :

L'identification des gisements et la publicité de la ressource sont citées comme des aspects qui peuvent poser des défis pour la réutilisation de la pierre.

4.4 Identification des freins les plus importants

Les participants considèrent généralement les freins réglementaires et juridiques comme étant les plus importants pour le développement du réemploi de la pierre naturelle. Ces freins sont suivis par ceux liés aux aspects techniques, économiques, logistiques, et culturels.

Freins réglementaires et juridiques :

Plusieurs participants estiment que les freins réglementaires et juridiques sont parmi les plus importants. Cela inclut la nécessité de justifier la construction en maçonnerie, les règles de l'art, la réglementation EC6, la responsabilité liée à l'intégration de produits potentiellement dangereux, et les contraintes juridiques.

Freins techniques et manque de compétences :

Le savoir-faire perdu et les problèmes techniques sont soulignés comme des freins importants. Cela inclut la difficulté à justifier une construction en maçonnerie (d'autant plus en éléments de réemploi), la perturbation potentielle liée au chantier, et le temps nécessaire pour retrouver des compétences perdues.

Freins économiques :

Les aspects économiques sont cités comme des freins importants, notamment la corrélation entre le gisement et le besoin et les opérations de logistique et de reconditionnement du matériau.

Freins logistiques :

Il est évoqué l'approvisionnement et le stockage comme défis à relever pour développer le réemploi de la pierre naturelle.

Freins culturels :

Certains mentionnent des freins culturels, notamment ceux concernant l'esthétique et le manque de reconnaissance des métiers de la maçonnerie.

Autres freins évoqués :

D'autres freins mentionnés incluent le besoin d'informations pour les maîtres d'ouvrage et la formation des maîtres d'œuvre : sur la qualité de la pierre, sur sa caractérisation et les exigences constructives, sur l'identification de la ressource, et sur les contraintes liées à la législation.



4.5 Hiérarchisation des freins

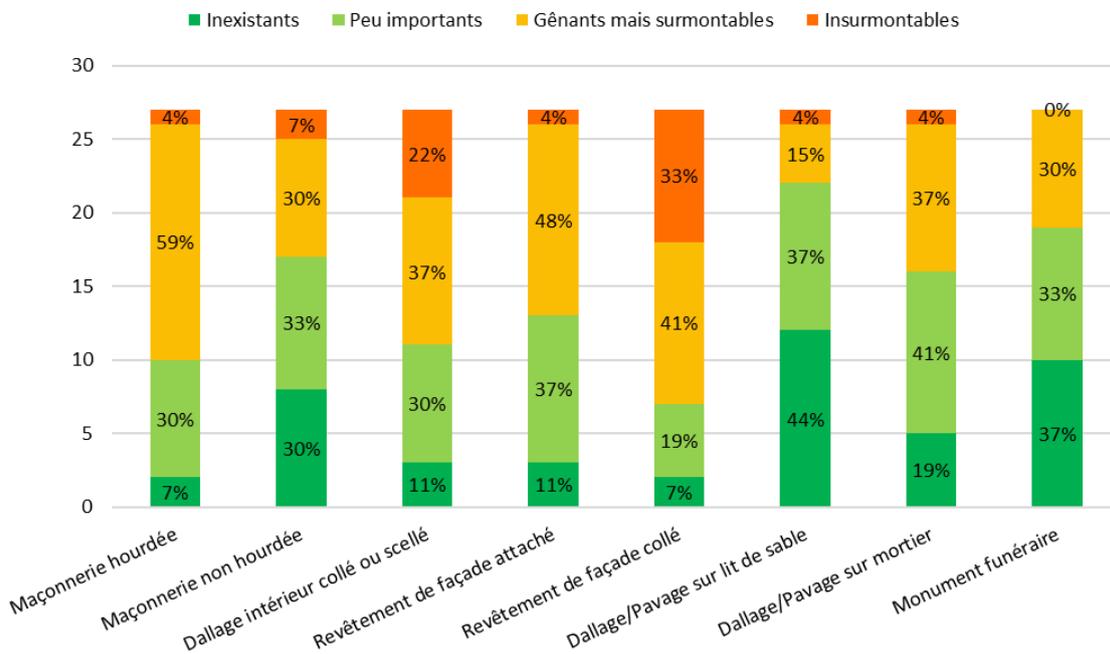


Figure 3 Hiérarchisation des freins par éléments en pierre naturelle

4.6 Solutions pour remédier à ces freins

4.6.1 Comment remédier aux freins réglementaires évoqués ?

Les participants mettent en avant l'importance d'ajouter ou de mettre à jour les normes existantes, d'apporter de la souplesse dans la pratique du réemploi, de renforcer la formation, d'élaborer des guides et des contrats spécifiques, d'améliorer la réglementation, et de créer des groupes de travail pour la normalisation, etc.

Ajout ou mise à jour des normes et réglementations :

Plusieurs suggestions impliquent l'ajout d'annexes dans les normes existantes, telles que la NF B10-601, pour couvrir les éléments de réemploi/réutilisation. D'autres évoquent la révision des Eurocodes, en intégrant des chapitres spécifiques (EC6 notamment). Une suggestion directe est de changer les normes (via la création de groupes de travail de normalisation) pour rendre compte du réemploi de la pierre et intégrer des pratiques éprouvées par l'expérience. Enfin, certains proposent d'améliorer la réglementation en encadrant davantage le réemploi, et en étendant les règles professionnelles à la pierre de réemploi.

Souplesse et cas par cas :

L'idée d'apporter de la souplesse et de traiter les matériaux de réemploi au cas par cas est mentionnée, notamment pour la voirie.

Formation :

Plusieurs participants soulignent l'importance de la formation (continue notamment), l'évolution des guides, et la réintroduction de cours spécifiques dans les écoles d'ingénieurs.

**Guides, documentation et contrats :**

L'élaboration de guides de conception, de guides d'application nationaux, ou encore de contrats spécifiques pour encadrer le réemploi, sont suggérés comme moyens de remédier aux freins réglementaires.

Identification et certifications :

Des propositions donnent des pistes concernant un identification garantie de la matière, le tri des pierres, et le maintien des certifications après la dépose.

4.6.2 Comment remédier aux freins techniques évoqués ?

Les participants suggèrent diverses approches pour remédier aux freins techniques, comme : l'éco-conception, la structuration de la filière réemploi, le contrôle qualité, les guides techniques, les chantiers pilotes, le développement des techniques de déconstruction et d'outils mobiles, la formation des techniciens/ingénieurs, et le développement de logiciels.

Eco-conception et outils de dépose et de reconditionnement :

Une suggestion générale est de promouvoir l'éco-conception en favorisant certains modes de mise en œuvre, ainsi que le développement d'outils et de solutions efficaces pour la dépose et le reconditionnement. Pour le reconditionnement, la création d'outils mobiles précis (déplaçables sur chantier) est par exemple mentionnée. D'autres mesures pratiques, telles que le nettoyage (y compris préventif) et le tri des pierres sont recommandées.

Structuration d'une filière de réemploi :

La structuration publique ou privée d'une filière de réemploi est suggérée comme moyen de remédier aux freins techniques. Est également évoqué la mise à disposition de cartographies des gisements.

Contrôle qualité strict et coefficients de sécurité :

Certains participants soulignent l'importance d'un contrôle qualité strict pour garantir la performance des matériaux de réemploi. La vérification des propriétés des matériaux par des essais est suggérée, avec l'utilisation de coefficients de sécurité dans la justification pour combler l'incertitude sur l'échantillonnage.

Formation :

La formation continue, en particulier pour réapprendre les techniques de construction en maçonnerie, avec un accent sur l'observation pratique, est citée comme un moyen efficace de surmonter les freins techniques.

Guides techniques et qualification du personnel :

Sont évoqués la rédaction de guides semblables à ceux du CEREMA, mais spécifiques au réemploi de la pierre, mais aussi la qualification des personnes pour la reconnaissance et l'identification des pierres.

Chantier pilote et études/essais :

La mise en place de chantiers pilotes, d'études et d'essais sur les performances résiduelles est suggérée. Il est aussi souligné l'importance de l'observation pratique de ce qui a bien fonctionné et de développer des techniques de déconstruction. Un exemple est évoqué concernant la réalisation de tests de dépose et la mise en place de méthodologies.

Développement de logiciels :

Des suggestions incluent le développement de logiciels de dimensionnement spécifiques à la pierre.



4.6.3 Comment remédier aux freins économiques précédemment évoqués ?

Les solutions identifiées pour remédier aux freins économiques incluent la centralisation des gisements (par exemple via des plateformes de récupération), l'intégration du matériau de réemploi dès la conception, l'acceptation d'une augmentation du délai de construction, l'adoption d'une politique volontariste (notamment dans la commande publique), la valorisation du temps passé, la modification des appels d'offres, la détaxation des matériaux vertueux, l'intégration de la maçonnerie dans le savoir-faire des entreprises.

Centralisation des gisements et minimisation des intermédiaires :

La suggestion est de centraliser les gisements à proximité des chantiers et de minimiser les intermédiaires en favorisant un modèle de collecteur-reconditionneur-vendeur. L'idée des plateformes d'upcycling et le développement d'une filière de reconditionnement sont également avancées comme des solutions potentielles.

Le réemploi dès la conception :

Certains participants proposent de prendre le matériau de réemploi en compte dès la conception, bien que cela soit confronté à des freins culturels. Une autre piste assez proche serait d'intégrer la maçonnerie dans le savoir-faire de l'entreprise pour éviter les cascades de sous-traitance.

Politique volontariste, recréation de la filière construction en maçonnerie :

Des suggestions incluent l'adoption d'une politique volontariste, la prévision ou l'acceptation de délais et de budgets compatibles avec cette pratique, et même la recréation de la filière construction en maçonnerie de la carrière à l'ouvrage fini. Certains participants suggèrent que la commande publique peut jouer un rôle crucial pour lancer la filière du réemploi.

Favoriser les chantiers-formations ou d'insertion :

Il est suggéré de favoriser les chantiers formations ou chantiers d'insertion, qui peuvent être moins coûteux tout en valorisant les savoir-faire et la ressource humaine. Le temps passé peut ainsi être valorisé et modifier la répartition technico-financière dans les appels d'offres.

Difficulté à remédier :

Certains participants considèrent la question difficile, sans fournir de solutions spécifiques.

Pour d'autres au contraire, les pierres de réemploi devraient être considérées comme plus rares et plus nobles (avec une plus-value marchande) et soulignent l'importance de la communication.

4.6.4 Comment remédier aux freins juridiques évoqués précédemment ?

Les solutions proposées pour remédier aux freins juridiques incluent la résolution des freins réglementaires et des problèmes d'assurance, la normalisation du contrôle qualité des éléments de réemploi, la création d'une qualification professionnelle spécifique, le maintien des garanties et certification des produits après dépose, la création d'un groupe de travail ministériel, et l'évolution des marchés publics.

Résoudre les freins réglementaires et assurer les MOA :

La proposition est de résoudre les freins réglementaires pour que les maîtres d'ouvrage qui prennent des risques pour l'environnement puissent être assurés. Cela consisterait notamment à normaliser le contrôle qualité des éléments de réemploi, à discuter / négocier avec les assureurs pour aborder les aspects juridiques, à faire évoluer les documents techniques unifiés, ou encore à dispenser un enseignement sur les techniques de réemploi.

**Qualification professionnelle d'entreprise pour la construction en maçonnerie :**

Il est suggéré de produire une qualification professionnelle d'entreprise spécifique pour la construction en maçonnerie.

Maintien des garanties avec les pierres réemployées :

La recommandation est de maintenir les garanties et certifications d'un produit en pierre naturelle après sa dépose (en fonction du produit).

Groupe de travail ministériel :

L'idée d'un groupe de travail ministériel est proposée comme une solution pour aborder les freins juridiques.

Évolution des marchés publics :

Certains participants soulignent que la maçonnerie ne devrait pas être seulement l'œuvre d'artisans et que les marchés publics devraient évoluer pour prendre en compte ces aspects, et notamment mieux prendre en compte les aspects liés au réemploi.

4.6.5 Comment remédier aux freins culturels évoqués précédemment ?

Les solutions proposées pour remédier aux freins culturels incluent la communication sur les avantages environnementaux et économiques du réemploi, la formation et la sensibilisation, les chantiers expérimentaux, la publication d'articles et de témoignages et des incitations législatives.

Communication et valorisation de la pratique :

La communication sur les aspects environnementaux et économiques de la pratique du réemploi sont des stratégies suggérées pour surmonter les freins culturels. Il en est de même pour la publication d'articles dans la presse professionnelle, mettant en avant des témoignages positifs sur des projets de réemploi (retours d'expériences).

Construction de prototypes et capitalisation :

Les pistes évoquées concernent l'élaboration de prototypes / de chantiers pilotes en réemploi, notamment pour des édifices notables. Cela permettrait d'illustrer concrètement les possibilités offertes par la pratique et pourrait faire évoluer la perception culturelle. Il serait alors possible de capitaliser sur les projets, en examinant les défis rencontrés pour convaincre les décideurs.

Il est également évoqué la mise en place de programmes de formation et d'information destinés aux professionnels du secteur, incluant les usagers, les maîtres d'œuvre, les maîtres d'ouvrage, et les élus, pour les sensibiliser aux spécificités du réemploi. Cela comprend l'acceptation de résultats finaux qui peuvent différer en termes d'homogénéité esthétique due à la variété des matériaux réutilisés.

Imposer un taux de réemploi minimum dans les projets :

Une proposition consiste à imposer un taux de réemploi minimum dans tous les projets de démolition, réhabilitation, et construction neuve.

Peu de freins avec exception des monuments funéraires :

Pour la catégorie des centres scientifiques et techniques, il est noté qu'il y a peu de freins, à l'exception des monuments funéraires, où l'étude d'acceptabilité sociétale est évoquée.



4.6.6 Comment remédier aux freins logistiques évoqués précédemment ?

Les solutions pour remédier aux freins logistiques comprennent la centralisation des gisements (création de stocks réservés et identifiables), la création de plateformes de récupération, la commande publique, la réduction du coût du transport, et la libération de zones proches des centres urbains.

Optimisation de la gestion des matériaux :

Cela comprend la centralisation des gisements de matériaux, la création de stocks facilement accessibles et identifiables, ainsi que l'amélioration de la connaissance et de la rationalisation des stocks existants. L'idée est de faciliter l'accès aux matériaux réemployables par la mise en place de plateformes ou de places de marché dédiées, permettant de connaître la disponibilité, le prix, et la localisation des stocks.

Soutien au niveau local :

Encourager le développement local par des mesures incitatives telles que des avantages fiscaux pour les carrières locales qui adaptent leurs pratiques aux besoins de reconditionnement. Plus largement, pour réutiliser (deuxième sens du mot) la pierre dans la construction, il est évoqué la création de micro-carrières ou la réouverture de celles existantes, en concertation avec les autorités environnementales régionales, pour fournir des matériaux adaptés et de proximité.

Amélioration de la logistique :

Pour surmonter les freins économiques et logistiques, il est proposé de réduire les coûts de transport par des politiques de commande publique favorisant la filière et par la création de zones de stockage proches des centres urbains. Cela inclut également la suggestion de favoriser le réemploi in situ, minimisant ainsi le besoin de transport.

Cadre réglementaire et juridique :

Adapter le cadre réglementaire pour rendre moins contraignantes les conditions de réemploi sur les chantiers, en particulier dans les zones urbaines, facilitant ainsi l'accès et la réutilisation des matériaux.

4.7 Actions souhaitables ou entreprises par les répondants

4.7.1 Que pourraient faire les répondants pour valoriser la réutilisation de la pierre ?

Les actions concrètes que pourraient réaliser les participants pour valoriser la pierre de déconstruction comprennent : le développement et l'innovation, la promotion / sensibilisation, l'inclusion dans les marchés et dans les conceptions, le tri et le soin du conditionnement, la communication des stocks et la proposition active dans des projets et programmes de construction.

Développement et innovation :

Il est évoqué la poursuite des travaux de recherche et développement par les centres scientifiques et techniques pour améliorer l'ensemble des aspects liés au réemploi.

Une piste avancée serait également d'améliorer les procédés de tri, de stockage, et de conditionnement des pierres, en veillant à leur qualité pour réutilisation.

Une solution serait de tester mécaniquement des pierres pour évaluer leur aptitude à la réutilisation dans divers contextes de construction (étude du vieillissement des matériaux).



Intégration et application dans la construction :

Engagement des maîtres d'ouvrage et des maîtres d'œuvre à favoriser l'emploi de pierre de réemploi dans les chantiers, spécialement ceux d'espaces publics, à travers des politiques d'achat et des cahiers des charges qui valorisent cette pratique.

Conception et réalisation de projets qui intègrent la réutilisation de la pierre, en incluant cette exigence dès la phase de conception et en proposant des solutions concrètes dans les appels d'offres et programmes de construction.

Encouragement de l'utilisation de la pierre de déconstruction pour des usages diversifiés tels que remblais, dallages, ou structures de route, en plus de son emploi dans de nouvelles constructions ou reconstructions.

Sensibilisation, communication, et collaboration :

Sensibilisation accrue de tous les acteurs impliqués (maîtres d'ouvrage, maîtres d'œuvre, artisans, démolisseurs, etc.) sur l'importance de voir la pierre de déconstruction comme une ressource plutôt qu'un déchet.

Amélioration de la communication sur les stocks disponibles, facilitant ainsi l'échange d'informations entre les différents acteurs et la mise en œuvre de projets utilisant la pierre de réemploi.

Renforcement du devoir de conseil parmi les professionnels pour encourager l'adoption de pratiques de réemploi, y compris la visite de sites de démonstration et la promotion de l'innovation dans ce domaine.

4.7.2 Que font réellement les répondants pour valoriser la réutilisation de la pierre ?

Les actions concrètes que réalisent déjà les répondants à l'enquête pour valoriser la pierre de déconstruction sont nombreuses. Il est notamment évoqué la réalisation d'espaces publics en pierre de réemploi, le travail essentiellement avec de la pierre de déconstruction, la récupération sur site et le réemploi en restauration du patrimoine, l'intégration d'actions de revalorisation dans les cahiers de charges de démolition, etc.

Recherche, formation, et innovation :

Les centres scientifiques et techniques se consacrant à la recherche, à la diffusion d'informations et à la participation à des projets nationaux comme DOLMEN, soulignent l'importance de l'innovation et de l'éducation dans le domaine.

Des initiatives sont évoquées pour se former sur les nouvelles techniques et travailler sur des projets d'innovation visant à renforcer et alléger la pierre naturelle pour optimiser son réemploi (pratiques d'éco-conception).

Pratiques de construction et de démolition en faveur du réemploi :

Il est noté la réalisation d'espaces publics utilisant exclusivement de la pierre de réemploi et l'intégration de pratiques de dépose soignée pour faciliter le réemploi de matériaux valorisables.

D'autres incluent des actions de revalorisation dans les cahiers de charges de démolition, préconisant systématiquement la réutilisation, et un traitement des pierres pour un réemploi sans altération.



Gestion logistique et valorisation économique :

D'autres réalisent des stocks de pierres pour usage futur, tant pour des projets professionnels que personnels, et évacuent des pierres vers des centres de revalorisation ou pour réemploi direct.

Il est évoqué la création de prix spécifiques ou plus-values dans les marchés pour encourager la réutilisation de matériaux de récupération, illustrant une valorisation économique du réemploi.

Sensibilisation et engagement des acteurs :

Est évoquée la sensibilisation des entreprises au réemploi des matériaux de déconstruction à travers des mémoires techniques et des initiatives spécifiques visant à encourager l'utilisation de la pierre de déconstruction dans les remblais drainants.

Certains maîtres d'œuvre, architectes, et bureaux d'études s'engagent dans la préconisation systématique de la réutilisation, notamment pour les aménagements extérieurs et la restauration du patrimoine.

Collaboration et participation à l'échelle nationale :

Est évoqué un travail en collaboration étroite entre fournisseurs, entreprises d'installation, maîtres d'ouvrage, et artisans pour promouvoir et faciliter le réemploi de la pierre de déconstruction.

Enfin, d'autres révèlent participer à des projets nationaux et démontrent une implication dans des pratiques qui mettent en avant l'utilisation de la pierre de déconstruction, renforçant ainsi le réseau et la coopération entre les différents acteurs impliqués.

4.8 Perception de la destination des pierres en fin de vie

Attention, ces chiffres sont issus du ressenti des répondants au sondage et ne sont, pour la plupart, pas justifiés.

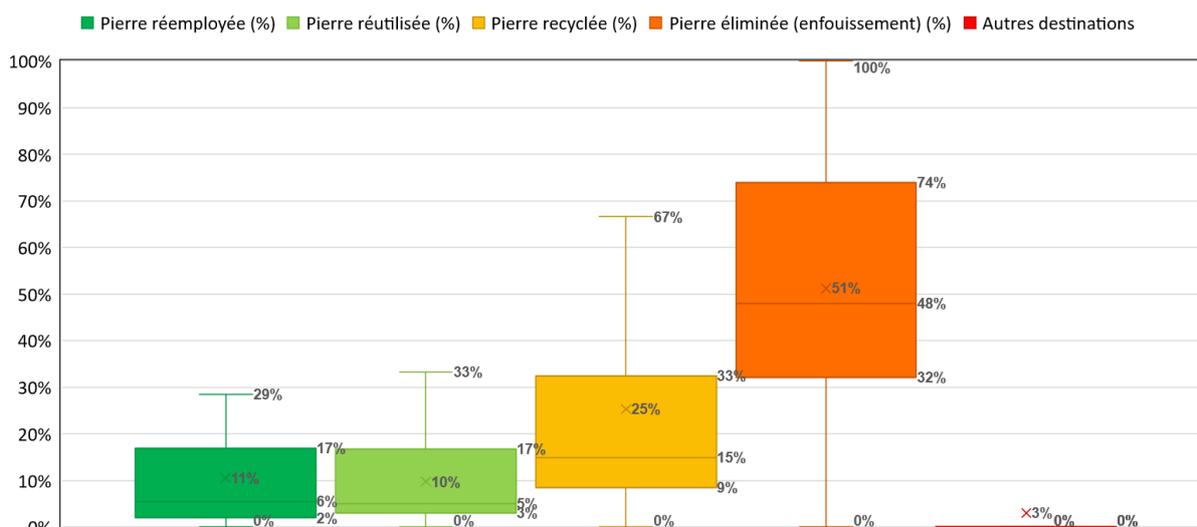


Figure 4 Perception de la destination des pierres en fin de vie

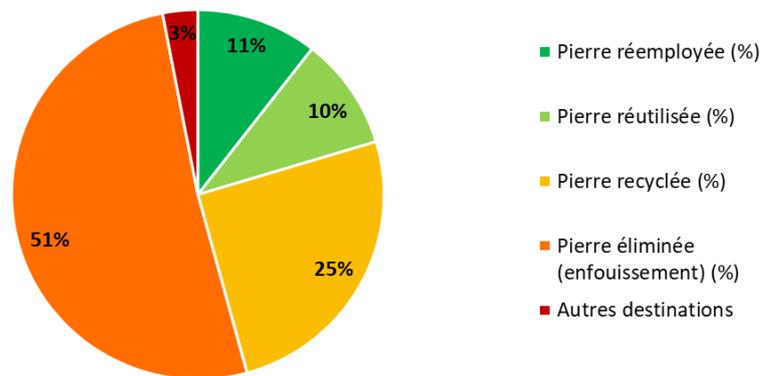


Figure 5 Perception moyenne de la destination des pierres en fin de vie

Ces résultats mettent en évidence que, selon l'appréciation des répondants, près de 50% du gisement serait revalorisé.

A ce jour, nous n'avons trouvé aucune étude spécifique sur le devenir des roches ornementales et de construction en fin de vie. Toutefois, selon le Datalab déchets¹⁵, les inertes du secteur du BTP sont revalorisés à hauteur de 61% (cf. Tableau 4). L'enfouissement en ISDI ne représente que 12,4% du total, avec une part plus faible en bâtiment qu'en travaux publics.

Tableau 4 Revalorisation des inertes du BTP (Datalab déchets)

| Secteur | Réutilisation | Recyclage matière | Remblaiement de carrière | Autres (remise à un collecteur, tri, ...). | Stockage en ISDI |
|------------------|---------------|-------------------|--------------------------|--|------------------|
| Bâtiment | 14,3% | 21,8% | 10,3% | 47,8% | 5,80% |
| Travaux publics | 26,0% | 21,2% | 16,0% | 23,2% | 13,6% |
| Moyenne pondérée | 24,3% | 21,3% | 15,2% | 26,9% | 12,4% |

Avec une génération annuelle de déchets de pierre naturelle de l'ordre 4,4 Mt/an (évaluation en 2.3), la quantité de pierre réutilisée / réemployée est donc de l'ordre de 1,07 Mt/an.

4.9 Gisements à réutiliser selon les différentes catégories de répondants

Globalement, il existe une variation significative dans la perception des gisements en fonction des catégories représentées, avec certaines catégories indiquant des sources très importantes, tandis que d'autres jugent les gisements comme faibles ou non spécifiés. Les gisements considérés comme les plus importants concernant les carrières et coproduits, ce qui est un peu hors scope de la question.

Importants à très importants :

Les centres scientifiques et techniques évoquent le patrimoine bâti en France et le potentiel de valorisation des coproduits industriels.

¹⁵ <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/sites/default/files/2018-10/datalab-essentiel-96-btp-mars2017-b.pdf>



Pour une entreprise d'installation et d'aménagement le gisement est « énorme ».

Plusieurs maîtres d'œuvres évoquent des gisements importants, notamment pour les maisons en maçonnerie en ruine et les chantiers de déconstruction des voiries en pierre naturelle.

Globalement, les gisements importants évoqués sont :

- les carrières,
- les chantiers de déconstruction (notamment de voiries),
- les monuments funéraires,
- les stocks existants dans les parcs de collectivités,
- les bâtiments.

Moyens :

Pour une artisanne maçonne le gisement est moyen.

Faibles à très faibles :

Pour certains maîtres d'œuvres qui travaillent principalement sur des projets neufs ou de réhabilitation plus récente avec des structures en béton, le gisement est faible à très faible. En effet, cela concerne plutôt les chantiers en démolition / reconstruction.

Pour un tailleur de pierre et un démolisseur/déconstructeur, le gisement est faible (bâtiments).

Aucune idée, sans objet ou non spécifié :

Plusieurs réponses étaient assez vagues, suggérant que la question des gisements potentiels n'est pas aisée à déterminer. Des maîtres d'œuvres et fournisseurs ont notamment répondu dans cette catégorie.

4.10 Conclusion des répondants

En conclusion, les répondants évoquent des solutions à mettre en place pour valoriser le réemploi / la réutilisation de la pierre naturelle de construction. Est évoqué la création de plateformes de récupération, tri, reconditionnement, la valorisation plus générale de la construction en pierre naturelle, la formation et la montée en compétence des acteurs, enfin la nécessité de lever certains freins, dont des culturels.

Plateformes interprofessionnelles et circuits de récupération :

Recommandation de créer des plateformes interprofessionnelles pour faciliter la récupération, le tri, et la préparation des pierres, rendant ainsi le réemploi plus accessible.

Accentuation du circuit des récupérateurs en valorisant les anciens matériaux, avec une demande aux donneurs d'ordre de prescrire les réemplois dans le cadre du dispositif REP (responsabilité élargie des producteurs) de gestion des déchets.

Appel au renforcement du circuit des récupérateurs et à la sensibilisation des démolisseurs pour éviter le pillage de ruines ou bâtiments abandonnés, préservant ainsi les matériaux réutilisables.

Proposition d'inscrire le réemploi dans le dispositif REP de gestion des déchets pour encourager une meilleure gestion des matériaux.

Valorisation de la maçonnerie en pierre et sensibilisation :

Mise en avant de l'importance de replacer la maçonnerie en pierre au cœur des pratiques de construction, soulignant ses avantages en termes de durabilité et d'adaptabilité.



Soulignement de la nécessité de former et informer les acteurs impliqués dans le domaine du réemploi pour développer cette pratique.

Information et compétences pour les maîtres d'ouvrage et maîtres d'œuvre :

Soulignement de l'importance d'informer les maîtres d'ouvrage et maîtres d'œuvre sur le potentiel des vieilles pierres, mettant en lumière leurs avantages.

Nécessité de donner aux maçons les compétences nécessaires pour évaluer ces matériaux et favoriser leur utilisation dans les projets de construction.

Freins culturels et autres observations :

Identification du réemploi de la pierre comme un frein culturel dans certaines réponses, soulignant la nécessité de changements d'attitude pour promouvoir cette pratique.

Observations sur les difficultés à concilier rapidité, économie et qualité dans le modèle actuel du BTP, mettant en avant les défis du secteur.

Référence à des blocages dans le développement de la technologie du micro-gabion (solution évoquée pour valoriser la pierre) en France en raison de réglementations spécifiques (EC6 et EC8).

4.11 Conclusion générale de l'enquête

L'enquête révèle une diversité d'opinions et de perspectives parmi les différents acteurs du domaine de la construction, de la déconstruction, et de la réutilisation de la pierre. Les réponses varient en fonction des catégories représentées, chacune apportant des idées distinctes sur la manière de valoriser la pierre de déconstruction et sur les obstacles à surmonter.

Du côté des **maîtres d'ouvrage** et des **collectivités**, l'accent est mis sur la nécessité de créer des plateformes interprofessionnelles facilitant le tri, la préparation, et la revente des pierres, afin de rendre le réemploi plus attractif. La formation et la sensibilisation des acteurs apparaissent également comme des axes de développement importants.

Les **entreprises** d'installation et d'aménagement soulignent l'importance de remettre la maçonnerie en pierre au cœur des pratiques de construction, mettant en avant ses avantages en termes de durabilité. Elles proposent également de renforcer les circuits de récupération des pierres et d'inscrire ces pratiques dans le dispositif de responsabilité élargie des producteurs (REP).

Les tailleurs de pierre insistent sur la nécessité de gérer efficacement les récupérateurs, de sensibiliser les démolisseurs pour éviter le gaspillage des matériaux, et de promouvoir l'inscription du réemploi dans le cadre réglementaire de la REP.

Les **observations transversales** font ressortir des freins culturels, soulignant que la perception du réemploi de la pierre peut constituer un obstacle. De plus, des difficultés sont évoquées dans le modèle actuel du BTP, où concilier rapidité, économie et qualité s'avère complexe.



Enfin, des références à des normes spécifiques (EC6 et EC8) sont mentionnées comme entravant le développement de certaines technologies pouvant permettre la revalorisation de la matière (les gabions¹⁶ par exemple).

Les réponses montrent un intérêt commun pour la valorisation de la pierre de déconstruction, mais également des divergences quant aux approches à adopter. L'accent est porté sur la **sensibilisation**, la **formation**, la **réglementation**, et la création de plateformes dédiées.

Les pistes évoquées concernent notamment :

- La **sensibilisation** et la **formation**, qui apparaissent comme des aspects cruciaux pour favoriser la pratique du réemploi. Plusieurs participants soulignent le besoin d'informer et de former les acteurs de la construction sur les avantages environnementaux et économiques liés à la pratique, mais aussi sur les techniques de dépose/repose.
- La **centralisation des gisements** de pierre à réutiliser est suggérée comme une solution pour faciliter l'accès à ces éléments.
- Les **freins économiques, juridiques et réglementaires** sont identifiés comme des **obstacles importants**. Les participants proposent des solutions telles que des incitations fiscales, des contrats encadrant le réemploi, et des discussions/négociations avec les assureurs pour résoudre ces problèmes.
- Plusieurs participants mentionnent l'importance de favoriser le **réemploi sur un même site** (déconstruction/reconstruction), soulignant que cela pourrait simplifier la logistique et réduire les coûts.
- La **capitalisation** et la communication sur des **projets réussis** de réutilisation de la pierre est vue comme un moyen efficace pour changer les mentalités.
- Certains suggèrent de valoriser davantage les matériaux anciens pour susciter l'intérêt (ex. du « cachet » d'un parquet ancien en chêne massif). Il faut alors vendre le projet de construction en conscience de la **valeur intrinsèque des éléments implantés**, tout particulièrement si ces derniers sont réemployables / réutilisables et conservent leur valeur dans le temps.
- Certains participants demandent des **normes** et des **guides** plus clairs pour encadrer le réemploi de la pierre, couvrant des aspects tels que le **contrôle qualité**, les **essais**, et la **justification des ouvrages**.

En conclusion, nous pouvons noter que l'engagement des acteurs du secteur est déjà une réalité, puisque près **d'un tiers des répondants déclarent pratiquer des actions en faveur du réemploi / de la réutilisation des pierres naturelles**, du stockage pour de futurs chantiers, jusqu'à réaliser des espaces publics 100% en pierre de réemploi. Beaucoup d'autres sont dans l'incitation contractuelle et financière, et d'autres encore sont dans le développement (R&D, participation à Dolmen, auto-formation, etc.). La réutilisation de la pierre suscite un intérêt réel, mais sa mise en œuvre est entravée par différents freins. Un des objectifs de cette enquête est de contribuer à trouver des pistes pour les lever (actions concertées, incitations, sensibilisation, ...) et ainsi remettre le réemploi de la pierre naturelle au goût du jour dans le secteur de la construction.

¹⁶ Les gabions sont des structures modulaires constituées de paniers ou de cages en treillis métalliques remplis de pierres, de graviers ou d'autres matériaux. Ils sont utilisés dans divers domaines (murs de soutènement, aménagement paysager, etc.).



4.12 Résumé de l'enquête

Liste des principaux freins répertoriés selon les sondés.

| Freins réglementaires | Freins techniques | Freins économiques | Freins juridiques | Freins culturels | Freins logistiques | Autres freins non catégorisés |
|---|---|---|--|---|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Normes et réglementations inexistantes ou non adaptées. • Défis techniques et manque d'outils adaptés (justification des ouvrages). • Formation et compétences. • Gestion des gisements hétérogènes et caractérisation. • Problèmes d'assurabilité et de qualification des matériaux. | <ul style="list-style-type: none"> • Séparation des éléments, tri, nettoyage et analyse des pierres. • Justification des propriétés et des ouvrages. • Qualification des matériaux. • Gestion des ressources (locales). • Compétences des entreprises. | <ul style="list-style-type: none"> • Coûts liés à la réutilisation. • Contraintes temporelles et coûts associés. • Budgets limités et choix prioritaires. • Incertitudes économiques. • Connaissance de l'origine et de la qualité des matériaux. • Complexité des travaux et coûts associés. • Contraintes économiques des grands groupes et perception des éléments de réemploi. | <ul style="list-style-type: none"> • Responsabilités et assurances. • Justification et normes. • Responsabilités en cas de désordre. • Caractérisation du matériau et litiges. • Garanties et durabilité des matériaux. • Assurances et coûts. | <ul style="list-style-type: none"> • Apparence, habitudes et perception. • Oubli des techniques traditionnelles. • Monuments historiques et religieux. • Association à une perte de qualité. • Manque de transmission culturelle. • Risque et judiciarisation. • Intérêt des acteurs et concurrence. | <ul style="list-style-type: none"> • Risque de pénurie et difficulté d'approvisionnement. • Organisation des acteurs et nécessaire dynamique de reconstruction. • Durée de mise en œuvre et phases entre la démolition et le réemploi. • Adaptation des outils et problématique du stockage. • Contrôle des travaux et gestion des livraisons sur site. | <ul style="list-style-type: none"> • Hétérogénéité du gisement et adaptation à l'usage. • Manque de connaissances et de compétences. • Import de pierres étrangères. • Mauvaise éco-conception du produit. • Lobbys industriels. • L'entretien en prévention du statut de déchet. • Identification des gisements et publicité. • Manque d'outillages spécifiques. |



Liste des principales pistes pour lever ces freins selon les sondés.

| Pistes pour lever les freins réglementaires | Pistes pour lever les freins techniques | Pistes pour lever les freins économiques | Pistes pour lever les freins juridiques | Pistes pour lever les freins culturels | Pistes pour lever les freins logistiques |
|--|---|--|--|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Ajout ou mise à jour des normes. • Souplesse et cas par cas. • Formation et sensibilisation. • Guides, documentation et contrats. • Identification et certification de la matière. | <ul style="list-style-type: none"> • Eco-conception et outils spécifiques de dépose et de reconditionnement. • Structuration d'une filière de réemploi. • Contrôle qualité et coefficients de sécurité. • Guides techniques et qualification du personnel. • Chantier pilote et études/essais. | <ul style="list-style-type: none"> • Amélioration de l'accès au gisement via leur centralisation et minimisation des intermédiaires. • Intégration dès la conception. • Politique volontariste, détaxation des matériaux vertueux. • Modification de la répartition technico-financière des projets. • Chantiers d'insertion ou de formation. | <ul style="list-style-type: none"> • Résolution des freins réglementaires. • Normalisation du contrôle qualité des éléments de réemploi. • Qualification professionnelle d'entreprise. • Maintien de la garantie pour les pierres réemployées. • Evolutions du côté des assureurs et des DTU. • Groupe de travail ministériel. • Evolution des marchés publics. | <ul style="list-style-type: none"> • Communication et valorisation de la pratique. • Construction de prototypes et capitalisation. • Imposer un taux de réemploi minimum dans les projets. • Formation et sensibilisation. | <ul style="list-style-type: none"> • Centraliser et cataloguer les gisements. • Développer la filière du réemploi, stocks, prix, localisation. • Connaissance des stocks existant. • Valoriser le réemploi in situ pour ses avantages. • Réduction des coûts de transport. |



5 Hiérarchisation et parades pour lever les freins identifiés

5.1 Présentation de la démarche

À partir des résultats de l'enquête, nous avons élaboré un tableau de classification et de hiérarchisation des freins au réemploi et à la réutilisation de la pierre naturelle, que nous avons enrichi avec des propositions de solutions (nommées « parades » dans le tableau ci-après) et des pilotes potentiels. Ce tableau identifie les grandes familles de freins, telles que les contraintes réglementaires, les questions d'assurance, et bien d'autres, tout en évaluant leur impact respectif sur le processus de réemploi/réutilisation.

Les parades proposées proviennent des résultats de l'enquête, mais aussi de l'expertise professionnelle du groupe de travail, intégrant de nouveaux acteurs tels que Rhônapi, Bobi Réemploi, et le collectif de la Frugalité Heureuse et Créative. L'objectif est de capitaliser sur des approches déjà mises en place ou démontrées efficaces, en exploitant des pistes existantes pour résoudre ces obstacles.

Nous avons également mis en exergue les actions de communication (« **COM.** ») nécessaires pour traiter les freins qui ont déjà des parades en place. Par ailleurs, les couleurs similaires utilisées dans le tableau reflètent les familles de freins qui peuvent partager des solutions communes.

Ainsi, ce tableau constitue un outil de travail pour identifier les priorités et mettre en œuvre de nouvelles mesures. Il offre une vue d'ensemble sur les défis liés au réemploi, tout en soulignant des approches concrètes pour les surmonter.



5.2 Tableau de synthèse : hiérarchisation des freins et proposition de parades

| Famille | Désignation du frein | Hierarchisation | Proposition de parades | Pilote |
|---|--|---|--|---|
| Règlementaire | Absence de cadres règlementaires pour le réemploi et la réutilisation de la pierre naturelle | 5 | Accompagnement à la mise en place de ces cadres... | Ministère de l'envt (DHUP ?) / DOLMEN |
| | | 5 | Etat des lieux de la situation réglementaire à date. | CTMNC/CSTB |
| | Absence de normes pour le réemploi et la réutilisation de la pierre naturelle | 5 | Contribuer à des futures normes, notamment à partir de potentielles premières expériences sur l'élaboration de méthodologies pour le réemploi de la pierre naturelle | CTMNC/CSTB |
| | Complexité de justification des ouvrages en maçonnerie | 5 | Résultats attendus du PN DOLMEN | DOLMEN |
| | Hétérogénéité des pierres et des gisements de réemploi | 5 | Etablissement d'une nomenclature spécifique pour le réemploi et la réutilisation | CSTB |
| | Préoccupations quant à l'assurabilité des matériaux remis en œuvre | 5 | Mise en place du métier de qualificateur, avec l'appui des assurances | MAÏA SONNIER (BOBI Réemploi/SMA BTP) |
| | | | Veille sur les actions de l'AQC en cours (mise en place cadre réemploi) | CSTB |
| Technique | | | Accompagnement de la structuration des centres de reconditionnement | CSTB |
| | Tri et identification des matériaux de réemploi | 4 | Etablissement d'une nomenclature spécifique pour le réemploi et la réutilisation | CSTB |
| | Manque d'un processus de reconditionnement partagé, notamment sur la qualification et l'évaluation des caractéristiques mécaniques des pierres de réemploi | 4 | Etablir un guide de préconisations sur le processus de reconditionnement : de dépose, de conditionnement et de contrôles visuels/essais standardisés | CTMNC/CSTB |
| | Manque de cartographie des ressources naturelles locales | | Se renseigner sur la possibilité de centraliser les gisements et sur la cartographie de ces sites de récupération. | CTMNC / MAÏA SONNIER (Eco-organismes, ISDI, FHC, ... ?) |
| | | | Sonder les maîtres d'ouvrage sur leurs viviers à venir | MAÏA SONNIER |
| | | | Chercher les cartographies existantes sur les gisements (OPALIS, plateforme PEMD, cartes des éco-organismes, ...) | MAÏA SONNIER |
| | Manque de formation des professionnels à l'utilisation des pierres naturelles (notamment celles issues du réemploi) | 4 | Renforcer la communication sur les formations pierre existantes via : VAD, Grands Ateliers, Compagnons du devoir et du tour de France, Rhônapi (avenirdepierre.fr) | MAÏA SONNIER |
| Problème de justification technique des ouvrages réalisés à partir des matériaux de réemploi (notamment conformité aux exigences de calcul de stabilité en situation courante ou lors de séismes) | 4 | Résultats attendus du PN DOLMEN | DOLMEN | |
| Défis du nettoyage des matériaux | 4 | Etablir des protocoles de nettoyage distincts pour chaque éléments de la nomenclature | CSTB/CTMNC | |

COM.

COM.



| | | | | | |
|------------|--|---|--|---|------|
| | Défis du redimensionnement des matériaux | 4 | Informersur les techniques existantes in situ : sciage / flammage ; mais aussi sur les usines de transformation - marbriers aux abords du projet | MAÏA SONNIER / RHÔNAPI | COM. |
| Economique | Coûts associés au processus de tri, de décrottage, et de préparation des pierres de déconstruction, ainsi que de leur transport | 3 | Travailler à lever la méconnaissance des coûts et à contribuer à l'établissement de ratio simple. Utiliser la nomenclature avec localisation vivier/destination (coût économique + coût carbone). | CSTB/MAÏA SONNIER / RHÔNAPI | COM. |
| | Problématique de l'adéquation entre la temporalité du projet et l'identification et la disponibilité des ressources de réemploi | 3 | Mettre en visibilité les plannings projets et la mise à disposition d'un gisement | MAÏA SONNIER / RHÔNAPI | COM. |
| | | | Structuration de la filière / accompagnement des centres de reconditionnement, s'appuyer sur le syndicat du réemploi ? | CSTB / MAÏA SONNIER | |
| Juridique | Déterminer la responsabilité en cas de désordres liés à des matériaux de réemploi (maître d'œuvre, entreprise, contrôleur) | 5 | Mise en place du métier de qualificateur, avec l'appui des assurances | BOBI Réemploi/SMA BTP (MAÏA SONNIER) | |
| | Appréciation de la durée de vie résiduelle de la pierre | 5 | Raisonnement empirique : date/nature de l'ouvrage vivier//durabilité de la pierre -> solde... | CTMNC | COM. |
| | Risque juridique lié à l'utilisation de produits réutilisés / réemployés | 5 | Confronter ces produits aux exigences du RPC | CSTB | |
| Culturelle | Réticence due à l'apparence usée ou hétérogène des pierres, peur d'avoir un "patchwork" dans les projets | 1 | Changement de la perception des architectes et des utilisateurs. | MAÏA SONNIER/RHÔNAPI/VAD | COM. |
| | Les carrières pourraient craindre une forme de concurrence de la pierre de réemploi | 1 | Renverser le point de vue et plutôt y voir une opportunité pour valoriser leur "déchets". Exemple de Guinet Derriaz | MAÏA SONNIER/RHÔNAPI/VAD | |
| | Manque de formation des techniciens et ingénieurs sur le réemploi | 1 | Cycles de formation existante / à mettre en place, à l'instar de celles sur l'utilisation des éco-matériaux ? | MAÏA SONNIER /RHÔNAPI/BOBI Réemploi / VAD / Grands Ateliers | COM. |
| Logistique | Optimisation des transports et des lieux des viviers/destinations + besoins de stockages | 2 | A partir d'une cartographie de gisements et d'une cartographie des besoins, identifier les acteurs et les flux entre ces acteurs pour une mise en visibilité mutuelle permettant une optimisation de ces flux (économique et carbone) + identifier des acteurs permettant de densifier ce maillage | CSTB / MAÏA SONNIER / RHÔNAPI | COM. |
| | L'organisation peu structurée de la profession de la maçonnerie, notamment dans des opérations complexes avec d'autres corps d'état. | 2 | S'appuyer sur la FNTP ? | MAÏA SONNIER | |
| Autres | Manque de mise en avant de labels et reconnaissance des terroirs. | 1 | Certaines pierres ont des IG. Les utiliser aussi pour la pierre de réemploi, avec identification par un organisme agréé... ? S'assurer qu'il s'agisse bien d'un produit de réemploi. Test ADN ? | CTMNC / MAÏA SONNIER | COM. |
| | Problème de contrôle de la traçabilité de la filière de réemploi : exemple du passage Rey SERL Gratte-Ciel | 1 | Pas de solution pour le moment. Marché de reconditionnement et pose uniquement / fourniture et pose : évite les problèmes d'assurances de l'entreprise | MAÏA SONNIER | |

NB : « COM. » pour parades liées à la communication.



6 Perspectives pour une prochaine action

La priorité consisterait à aborder en premier lieu les freins les plus élevés dans la hiérarchie présentée à la section 5.2. Cependant, certains freins partagent des solutions communes avec d'autres, ce qui peut entraîner une réévaluation de leur position dans le classement.

Pour le groupe constitué par l'équipe projet, la priorité serait de se concentrer sur les points suivants :

1. Nomenclature et identification des gisements :

- **1.a)** Approfondir la nomenclature pour déterminer les familles de produits liées à la pierre naturelle.
- **1.b)** Identifier, sur la base de la nomenclature (1.a), les familles de produits propices au réemploi et à la réutilisation. Cela implique le développement d'une matrice pour accompagner la prise de décision.

2. Cartographie des gisements et des sites de déconstruction :

- Identifier et recenser les outils de cartographie ou base de données afin de déterminer les localisations des gisements de matériaux réutilisables/réemployables (notamment les localisations des sites de déconstruction).

3. Communication :

- Mettre en place des initiatives de communication pour faire reconnaître des modes opératoires efficaces pour la dépose des matériaux, des processus de reconditionnement (comme des guides), et des solutions assurantielles.

4. Technique :

- Aborder les aspects techniques, notamment l'évaluation quantitative des caractéristiques mécaniques des pierres de réemploi. Il pourrait également être nécessaire de porter le travail réalisé sur la proposition de méthodes dans les comités de normalisation à l'échelle française et européenne (coefficients de sécurité, valeurs caractéristiques...).

5. Faisabilité économique et coût environnemental :

- Analyser l'impact économique et environnemental du réemploi et de la réutilisation pour évaluer leur faisabilité.

6. Évolution du contexte réglementaire :

- Examiner la possibilité de créer un diagnostic déchets (PEMD) pour le secteur des travaux publics.

7. Formation et diffusion des connaissances :

- **7.a)** Identifier ou proposer des formations pour les maîtres d'ouvrage (MOA) et les assistants à maîtrise d'ouvrage (AMO) pour sensibiliser à l'intérêt du réemploi du point de vue contractuel/juridique.
- **7.b)** Identifier ou proposer des formations pour les maîtres d'œuvre (MOE) pour aborder les recommandations, les chiffrages, les CCTP, et les processus de caractérisation des gisements.
- **7.c)** Identifier ou proposer des formations pour les entreprises et artisans à travers des guides de dépose, des formations pratiques (« par le geste »), et des méthodes de reconditionnement.



7 Conclusion

La réutilisation et le réemploi sont des pratiques vertueuses. En effet, les limites de rentabilité environnementale semblent assez élevées, même en cas de reconditionnement. Il reste cependant un certain nombre de freins à lever. La phase initiale de classification et de hiérarchisation des freins a permis d'identifier les obstacles majeurs au réemploi, mais également de mettre en lumière des pistes prometteuses pour les surmonter.

En s'appuyant sur ces premières recommandations, l'équipe projet est motivée à élaborer des solutions pratiques via de nouvelles actions.

Cette démarche s'inscrit dans une volonté de mobiliser les parties prenantes et de renforcer la collaboration entre les différents acteurs du secteur. Un nouveau sondage peut être imaginé auprès des répondants à la présente enquête, afin de recueillir des retours concrets sur les solutions proposées et ajuster les prochaines étapes en conséquence.

Une telle approche collaborative viserait à renforcer le consensus autour des meilleures pratiques et à encourager une culture de réemploi plus large. Les recommandations formulées dans ce projet serviront de base pour de futurs développements, avec l'objectif ultime de faire du réemploi et de la réutilisation des pierres naturelles, des éléments centraux dans le secteur du bâtiment et des travaux publics.



8 Références bibliographiques

- [1] Article L541-1-1 du Code l'environnement, Chapitre 1^{er} : Prévention et gestion des déchets, JORF, version en vigueur depuis le 31 juillet 2020
- [2] ADEME et al., 2021, Etude de préfiguration de la filière REP Produits et matériaux de construction du secteur du bâtiment., collection « Expertises », consulté en ligne. Disponible à l'adresse : <https://bibliothèque.ademe.fr/dechets-economie-circulaire/4573-etude-de-prefiguration-de-la-filiere-rep-produits-et-matériaux-de-construction-du-secteur-du-batiment.html> [consulté le 3 octobre 2024]
- [3] Arrêté du 10 juin 2022 portant cahier des charges des éco-organismes, des systèmes individuels et des organismes coordonnateurs de la filière à responsabilité élargie du producteur des produits et matériaux de construction du secteur du bâtiment, JORF, version en vigueur depuis le 21 juin 2022, texte n°11.
- [4] ministère de l'Environnement, Mars 2017, logement/construction data-lab essentiel, consulté en ligne. Disponible à l'adresse : <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/sites/default/files/2018-10/datalab-essentiel-96-btp-mars2017-b.pdf> [consulté le 3 octobre 2024]
- [5] CSTB, Janvier 2022, Engager le réemploi, la liste des 29 familles propices, consulté en ligne. Disponible à l'adresse : <https://www.cstb.fr/centre-ressources/toutes-nos-ressources/engager-reemploi-familles-propices> [consulté le 3 octobre 2024]
- [6] Ministère de la transition écologique et solidaire, Mars 2020, Stratégie nationale bas-carbone, consulté en ligne. Disponible à l'adresse : https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/documents/2020-03-25_MTES_SNBC2.pdf [consulté le 3 octobre 2024]
- [7] Trivalor, Juillet 2002, DDE 36 – Etude de scénarios pour le Plan départemental de gestion des déchets du BTP de l'Indre, consulté en ligne. Disponible à l'adresse : https://www.indre.gouv.fr/contenu/telechargement/908/5772/file/annexes_1_a_6.pdf [consulté le 3 octobre 2024]
- [8] SNROC, Edition 2002, l'industrie française des roches ornementales et de construction, consulté en ligne. Disponible à l'adresse : https://www.snroc.fr/fichiers/depliants-stat-snrocv4_1680620245.pdf [consulté le 3 octobre 2024]
- [9] CSTB, Juillet 2022, Sécuriser le réemploi, une démarche collective, consulté en ligne. Disponible à l'adresse : <https://www.cstb.fr/centre-ressources/toutes-nos-ressources/engager-reemploi-familles-propices> [consulté le 3 octobre 2024]
- [10] République française, CERFA N°52388#01, Notice du formulaire de diagnostic portant sur la gestion des produits, équipements, matériaux et déchets (PEMD) issus de la démolition ou de la rénovation significative de bâtiments, consulté en ligne. Disponible à l'adresse : <https://www.formulaires.service-public.fr/gf/getNotice.do?cerfaNotice=52388&cerfaFormulaire=16287> [consulté le 3 octobre 2024]
- [11] AFNOR, Octobre 2015, NF EN 771-6+A1, Spécifications pour éléments de maçonnerie - Partie 6 : éléments de maçonnerie en pierre naturelle
- [12] AFNOR, Septembre 2019, NF B10-601, Produits de carrière - Pierres naturelles - Prescriptions générales d'emploi des pierres naturelles.



9 Annexes

9.1 Nomenclature

| Domaine d'emploi d'origine - niveau 1 | Domaine d'emploi d'origine - niveau 2 | Domaine d'emploi d'origine - niveau 3 | Masse | | Encombrement | | Système de fixation Liants hydrauliques (chaux, ciment, ...), Pose scellée, Pose collée, Pose sur lit de sable, Pose sur plots, Système mécanique (agrafé, attaché, clous, crochets, ...), Sans objet | Matériaux - spécification | | Essais d'identité matériaux | | | | |
|---------------------------------------|---|--|---------------------------------------|---|--|--|--|---|--|--|----------------------|-------------------------------|--|--|
| | | | Couramment manutentionnable [0-55 kg] | Difficilement manutentionnable [plus de 55kg] | Plus grande dimension inférieure à 1 m | Plus grande dimension supérieure à 1 m | | Type de pierre (calcaire, granite, schiste, marbre, grès, lave, gneiss, basalte). | Si connu : dénomination, classe géologique, origine géographique | Masse volumique apparente [kg/m ³] | Porosité ouverte [%] | Résistance à la flexion [MPa] | | |
| 0. Ouvrages d'arts | 0.1 Murs de soutènement | Composants courants d'élévation / boutisse | | | | | | | | | | | | |
| | | Cailloutis | | | | | | | | | | | | |
| | | Pierres de fondation | | | | | | | | | | | | |
| | 0.2 Ponts (structure) | Piles / culés | | | | | | | | | | | | |
| | | Voûte | | | | | | | | | | | | |
| | | garde-corps | | | | | | | | | | | | |
| | 0.3 Tunnel | Voussoir de base (sommier) | | | | | | | | | | | | |
| | | Voussoir / claveaux | | | | | | | | | | | | |
| | | Voussoir central (clé de voûte) | | | | | | | | | | | | |
| 1. VRD (Voirie, Réseaux Divers) | 1.3 Voirie - Revêtements | Sous couches / Couches de fondation | | | | | | | | | | | | |
| | | Bordures | | | | | | | | | | | | |
| | | Dalles | | | | | | | | | | | | |
| | | Gravillons | | | | | | | | | | | | |
| | | Murs de soutènement | | | | | | | | | | | | |
| | | Pavés | | | | | | | | | | | | |
| | 1.4 Clôtures | Revêtements de sol extérieurs | | | | | | | | | | | | |
| | | Plots | | | | | | | | | | | | |
| | | Murets | | | | | | | | | | | | |
| | | Couvertine | | | | | | | | | | | | |
| | | Gabions | | | | | | | | | | | | |
| | | Brises vues / Claustras | | | | | | | | | | | | |
| | | Piliers | | | | | | | | | | | | |
| | | 3. Superstructure - Maçonnerie | 3.1 Planchers, dalles, balcons | Dalle massive de balcon | | | | | | | | | | |
| | | | | Main courante balcon | | | | | | | | | | |
| Balustre balcon | | | | | | | | | | | | | | |
| Console de balcon (corbeau) | | | | | | | | | | | | | | |
| Voûte | | | | | | | | | | | | | | |
| 3.2 Poutres | Console | | | | | | | | | | | | | |
| | Linteaux | | | | | | | | | | | | | |
| 3.3 Façades | Corniche | | | | | | | | | | | | | |
| | Composants courants d'élévation | | | | | | | | | | | | | |
| | Composants spécifiques d'élévation - Rejailissement | | | | | | | | | | | | | |
| | Composants spécifiques d'élévation - Soubassement | | | | | | | | | | | | | |
| | Bandeaux | | | | | | | | | | | | | |
| 3.4 Refends | Linteaux | | | | | | | | | | | | | |
| | Appuis de fenêtre | | | | | | | | | | | | | |
| | Murs de refend | | | | | | | | | | | | | |
| 3.5 Poteaux | Poteaux | | | | | | | | | | | | | |



9.2 Réponses de l'enquête

Pour davantage de clarté, les réponses sont séparées en 5 parties.

9.2.1 Réponses partie 1

| Horodateur | Non communiqué | | | | | |
|---|---|--|--|---|---|---|
| 0.1. Prénom NOM | | | | | | |
| 0.2. Adresse e-mail | | | | | | |
| 0.3. Nom de l'organisation représentée | CTMNC | Groupe SERL | ANONYME | retraité | ANONYME | Conseil Départemental de la Nièvre |
| 0.4. Catégorie représentée | Centre Technique Industriel de la terre et de la pierre | Maître d'ouvrage (bailleurs, collectivités, ...) | Entreprise d'installation, d'aménagement | retraité | Maître d'œuvre (architecte, bureau d'études, ...) | Maître d'ouvrage (bailleurs, collectivités, ...) |
| 1.1. Listez les freins que vous pourriez qualifier de "réglementaires" : | La NF B10-601 ne couvre pas les produits de réemploi/réutilisation. | Fiche technique des matériaux de réemploi | La pierre n'existe pas dans l'EC6. Seulement les matériaux manufacturés. | aucun | Maîtrise du corpus réglementaire modernisé pour une technologie qui n'est plus usitée et enseignée en construction neuve de maçonnerie depuis des décennies pour l'application des ouvrages d'art à de rares exceptions près. Seules les parties non structurales sont traitées (parapet, habillage). | |
| 1.2. Listez les freins que vous pourriez qualifier de "techniques" : | Il peut être compliqué de séparer des éléments qui ont été collés. De plus, il peut être complexe de savoir si une pierre est altérée. | Filière locale de pierres de remploi pour les espaces publics non disponible | Caractériser les résistances, adhérence du mortier, module de Young... Pas de caractéristiques mécaniques fiables, pas de calcul de justification. | mélange de pierre, pierres abimées, pierres sales avec adhérences de mortier, identification de la roche incertaine | Idem que réglementaire sur l'aspect maîtrise de la technologie par le personnel Délai de réalisation | - connaissance de la qualité et de l'état de tous les matériaux disponibles (apparents et cachés) |
| 1.3. Listez les freins que vous pourriez qualifier de "économiques" : | Si la réutilisation est plus onéreuse que le neuf, ça ne se fera pas. Les freins économiques pourraient être : le transport, le reconditionnement, le stockage, etc. | Si redimensionnement de la pierre : plus cher alors même que fourniture gratuite | ? | coût du tri | Freins socio-économiques liés au délai de construction. les impératifs d'exploitation poussent à remettre en service les routes rapidement pour limiter la gêne aux usagers | - préparation des pierres (tri, décrochage, ...) |
| 1.4. Listez les freins que vous pourriez qualifier de "juridiques" (assurantiels compris) : | Etant donné les freins réglementaires, les responsabilités doivent être supportées par les donneurs d'ordre (maîtres d'ouvrages) qui peuvent ne pas être assurés pour leurs ouvrages construits avec des éléments de réemploi/réutilisés. | Acceptation obligatoire du labo voirie et de la subdivision voirie de la Métropole de déroger aux règles fixées dans les exigences techniques de résistance (fiches techniques / essai de résistance en laboratoire) | ? | problème d'assurance de l'ouvrage futur | Assurance idem 1.1 | |
| 1.5. Listez les freins que vous pourriez qualifier de "culturels" : | Si un produit à une apparence usée, même si ses propriétés mécaniques sont correctes, je pense que ça peut freiner beaucoup de personnes, d'autant plus si l'écart de prix avec un produit "neuf" est faible. L'analogie avec les vêtements et l'électronique / électrodomestique nous montre toutefois que le commerce de produits de "seconde main" a le vent en poupe et qu'il suffit parfois d'un peu de reconditionnement pour rassurer le client. | MOA / MOE / élus non favorables à avoir du "patchwork" de pavage, pourtant le cas si on doit prendre des matériaux en donnée d'entrée pour une conception d'espaces publics | Les habitudes... | sans | Aucun ! Tout le monde aime les vieilles pierres. Si on peut éviter de faire du parement cheap à la Disneyland et réaliser de vraies structures entièrement maçonnerie pour conserver un savoir-faire, tant mieux. | |
| 1.6. Listez les freins que vous pourriez qualifier de "logistiques" : | Il y a une multitude de gisements (ouvrages déconstruits) éparpillés sur le territoire, fournissant des produits divers en quantités diverses. Sans centralisation (territoriale, à l'échelle départementale par exemple), il paraît | Stockage des matériaux de réemploi coûteux et non assuré à ce stade | ? | risque de pénurie dans l'approvisionnement | Stockage si absences de filière et dynamique de reconstruction | |



| | | | | | | |
|---|--|--|---|--|--|---|
| | complexe de s'approvisionner en éléments de réemploi. Le transport coûte cher et pollue, le gisement doit être à proximité du nouveau chantier. | | | | | |
| 1.7. Avez-vous connaissance d'autres catégories de freins à la réutilisation de la pierre ? Pouvez-vous lister des exemples ? | Non | | | non | | |
| 2.1. Parmi les freins cités avant, quels sont selon vous les plus importants pour le développement du réemploi / de la réutilisation de la pierre naturelle ? (du + important au - important) | Je pense que le frein réglementaire, qui est très lié au frein juridique est le principal obstacle. Personne ne veut prendre la responsabilité d'intégrer des produits potentiellement dangereux dans des ouvrages où circuleront, habiteront des personnes. Les freins économiques et logistiques qui sont également liés viennent en seconde position. | Nécessité de récupérer les pavés de réemploi par la Métropole, les stocker et les proposer sur catalogue. A ce stade, les pavés déposés lors de réfection de voirie en pavés sont récupérés par les différentes entreprises, ou alors envoyé sous forme de déchets | Le frein réglementaire. | techniques et juridiques | Technique (savoir-faire perdu et délai) - réglementaire-économique - juridique | 1- technique 2- économique tous les autres sont sans importance |
| 2.2 Hiérarchisation des freins selon les éléments : [Maçonnerie hourdée (joints au mortier)] | Gênants mais surmontables | Inexistants | Gênants mais surmontables | Gênants mais surmontables | Gênants mais surmontables | Gênants mais surmontables |
| 2.2 Hiérarchisation des freins selon les éléments : [Maçonnerie non hourdée (pierre sèche)] | Peu importants | Inexistants | Insurmontables | Gênants mais surmontables | Peu importants | Inexistants |
| 2.2 Hiérarchisation des freins selon les éléments : [Dallage intérieur collé ou scellé] | Insurmontables | Inexistants | Peu importants | Peu importants | Insurmontables | Gênants mais surmontables |
| 2.2 Hiérarchisation des freins selon les éléments : [Revêtement de façade attaché] | Peu importants | Inexistants | Gênants mais surmontables | Insurmontables | Gênants mais surmontables | Gênants mais surmontables |
| 2.2 Hiérarchisation des freins selon les éléments : [Revêtement de façade collé] | Insurmontables | Inexistants | Insurmontables | Insurmontables | Insurmontables | Gênants mais surmontables |
| 2.2 Hiérarchisation des freins selon les éléments : [Dallage/Pavage extérieur sur lit de sable] | Peu importants | Insurmontables | Peu importants | Inexistants | Peu importants | Inexistants |
| 2.2 Hiérarchisation des freins selon les éléments : [Dallage/Pavage extérieur sur mortier] | Insurmontables | Peu importants | Peu importants | Inexistants | Gênants mais surmontables | Gênants mais surmontables |
| 2.2 Hiérarchisation des freins selon les éléments : [Monument funéraire] | Gênants mais surmontables | Inexistants | Peu importants | Inexistants | Gênants mais surmontables | Inexistants |
| 2.3 Quels sont les freins "gênants mais surmontables" ou "insurmontables" pour les familles de produits concernées (réponses précédentes). | Pour les produits collés au mortier, ce va être le frein technique : comment décoller le produit sans le fragmenter ? Pour les maçonneries hourdées, théoriquement il est assez aisé de se débarrasser du joint de montage, cependant les éléments doivent être reconditionnés. Pour les monuments funéraires, c'est un peu pareil. Ils sont souvent personnalisés (gravés) et nécessiteront du reconditionnement. Certains produits "mieux éco-conçus" sont démontables en fin de vie et les freins ne sont alors "plus que" réglementaires, juridiques, logistiques et économiques. | Dallage/Pavage extérieur sur lit de sable | La résistance aux efforts horizontaux, notamment en zone sismique. | Pour les maçonneries il s'agit de la garantie de qualité de la pierre Pour les revêtements de façade il s'agit de la garantie de qualité de la pierre | Nature de colle de scellement - dégagement des mortiers | - la préparation des matériaux (décrochage...) |
| 3.0 Comment remédier aux freins "gênants mais surmontables" et "Insurmontables" des questions 2.2 et 2.3 ? Merci de préciser par famille de produits. | Pour les maçonneries hourdées : préférer les joints à la chaux ou au plâtre qui seraient plus faciles à décoller. Pour les monuments funéraires : graver les décorations et mettre des plaques pour les noms (exemple). Pour les produits collés au sol, privilégier un | Dallage/Pavage extérieur sur lit de sable : la Métropole de Lyon n'accepte pas pour ses voiries d'avoir du joint sable : uniquement mortier | Caractériser adhérence et coef de frottement. Mais comme ça dépend de la pierre, je ne vois pas comment faire à moins de recharacteriser le matériau à chaque projet. | par un contrôle qualité stricte | / | - accepter le cout et le temps que cela suppose |



| | | | | | | |
|---|---|--|--|---|--|---|
| | autre mode de pose ou des colles qui permettent un démontage. | | | | | |
| 3.1. Comment remédier aux freins réglementaires évoqués ? (en partie 1) | Ajouter une annexe dans la NF B10-601 pour couvrir les éléments de réemploi / réutilisation. L'annexe devrait couvrir à minima l'échantillonnage et les essais à réaliser et le niveau de qualité acceptable. | Apporter de la souplesse et du cas par cas pour les matériaux de réemploi (subdi voirie / labo voirie) | Introduire dans l'EC6 des "classes" de pierres naturelles ? | je n'en vois pas | Formation, évolution des guides, accès à des logiciels dédiés | quels freins réglementaires ? |
| 3.2. Comment remédier aux freins techniques évoqués ? (en partie 1) | En préventif : en faisant de l'éco-conception (favoriser certains modes de mise en œuvre). En curatif : développer des outils / solutions efficaces de reconditionnement. | Structuration publique ou privée d'une vraie filière de réemploi | Peut-être définir des essais standards. J'avoue que je connais mal le sujet. | contrôle qualité très strict | Formation | effectuer des investigations approfondies (cout) et prévoir un projet de réemploi sécuritaire vis à vis des performances et des quantités disponibles |
| 3.3. Comment remédier aux freins économiques évoqués ? (en partie 1) | Centraliser les gisements à proximité des chantiers, minimiser les intermédiaires (1 collecteur-reconditionneur-vendeur) | Prendre le matériau de réemploi en donnée d'entrée dans la conception : mais frein culturel important | | je n'en vois pas | Acceptabilité d'une augmentation du délai de construction pour le maître d'ouvrage | prévoir les délais et budgets compatibles en lien avec une politique volontariste |
| 3.4. Comment remédier aux freins juridiques évoqués ? (en partie 1) | Résoudre les freins réglementaires, assurer les MOA qui prennent des risques pour l'environnement. | | | par une normalisation du contrôle qualité de réemploi (ATEX) et une discussion avec les assureurs | / | Quels freins juridiques ? |
| 3.5. Comment remédier aux freins culturels évoqués ? (en partie 1) | Communiquer sur les aspects environnementaux, économiques le cas échéant. Valoriser la pratique. | Sensibiliser MOE / MOA / élus au fait que le réemploi implique une conception moins "propre" et moins "homogène" quant à la provenance des matériaux | | je n'en vois pas | / | Quels freins culturels ? |
| 3.6. Comment remédier aux freins logistiques évoqués ? (en partie 1) | Idem 3.3, en centralisant les gisements. | Prise en charge publique ou privée d'un stockage d'envergure de ces matériaux de réemploi afin de proposer un "catalogue" au Moe / Moa pour les chantiers de VRD en pierre naturelle | | Stock réservé et identifiable à la commande | / | connaissance des stocks existants dans les différents centres |
| 4.1. Que pourriez-vous faire pour valoriser la pierre de déconstruction ? | Poursuivre les travaux de recherche du CTMNC. | Favoriser l'emploi de pierre de réemploi dans les chantiers d'espaces publics que nous portons | Participer à des projets de construction. | sans objet du fait de l'activité (retraité.) | / | - prévoir un tri et un stockage systématique des pierres non réutilisées lors d'opération de démolition / reconstruction de maçonnerie |
| 4.2. Que faites-vous réellement pour valoriser la pierre de déconstruction ? | De la recherche et de la diffusion d'informations. | réalisation d'espaces publics en 100% pierre naturelle de réemploi (Esplanade Agnès Varda de la ZAC Gratte-Ciel / Passage Rey de la ZAC Gratte-Ciel (consultation en cours)) | RIEN | sans objet | Proposer, le cas échéant, la dépose soignée pour réemploi de pierres valorisables (plinthe de parapet, bordures, etc.) | stockage en centre des éléments de parapets ou grosses pierres de taille |
| 4.3.1 Pierre réemployée (%) : | 5 | 2% | 5 | 1% | 1 | 30 |
| 4.3.2 Pierre réutilisée (%) : | 5 | 2% | 5 | 1% | 1 | c'est quoi la différence de nuance avec l'item du dessus ? |
| 4.3.3 Pierre recyclée (%) : | 80 | 48% | 60 | 1% | 8 | 0 |
| 4.3.4. Pierre éliminée (enfouissement) (%) : | 10 | 48% | 20 | 96% | 90 | 70 |
| 4.3.5 Autres destinations, précisez (%) : | 0 | | | inconnu | | |
| 4.4. Est-ce que ces ratios sont : | Arbitraires (ressentis) | Arbitraires (ressentis) | Arbitraires (ressentis) | Arbitraires (ressentis) | Arbitraires (ressentis) | Arbitraires (ressentis) |
| 4.5. Connaissez-vous des études/rapports/statistiques sur la destination des déchets de déconstruction en pierre naturelle ? Si oui, pouvez-vous les citer ? | Pas spécifiquement à la pierre, mais aux matériaux inertes (DATA LAB essentiel déchets : "Entreprises du BTP : 227,5 millions de tonnes de déchets en 2014", 2017). | Non | NON | non | Non | NON |
| 4.6. Quels sont les gisements potentiels de pierres à réutiliser dans votre activité ? (si vous n'avez pas de chiffres, merci de juger de l'importance de ces gisements de très faibles à très importants). | Très importants si l'on considère les coproduits industriels, sinon très faibles car nous sommes du côté des fournisseurs. | Les chantiers de déconstruction des voiries en pierre naturelle | Très faibles | sans objet du fait de l'activité (retraité.) | Ouvrages existants en démolition / reconstruction | très faible |
| 4.7. Pour conclure, champ libre pour développer sur le sujet de la | | | | sans avis | / | Il faut créer des plateformes interprofessionnelles qui récupère, tri et |



| | | | | | | |
|---|---|---|---|--|---|--|
| réutilisation de la pierre et des freins réels ou supposés : | | | | | | prépare les pierres pour les revendre à un prix inférieur que ceux des carriers, cela facilitera le taux de réemploi des pierres et moellons en simplifiant la gestion des chantiers. Les freins réels demeurent sur la qualité et l'homogénéité des matériaux qui disponible. |
| 5.1 Autorisation accordées sur l'usage des données de ce sondage (plusieurs réponses acceptées, ex : anonymisation + PN DOLMEN et autres recherches). | J'accepte qu'elles soient utilisées pour le PN DOLMEN et pour d'autres recherches sans but lucratif | J'accepte qu'elles soient utilisées pour le PN DOLMEN et pour d'autres recherches sans but lucratif | Je désire que mes réponses soient anonymisées (nom et organisation) | J'accepte qu'elles soient utilisées uniquement pour le PN DOLMEN | J'accepte qu'elles soient utilisées uniquement pour le PN DOLMEN, Je désire que mes réponses soient anonymisées (nom et organisation) | J'accepte qu'elles soient utilisées pour le PN DOLMEN et pour d'autres recherches sans but lucratif |
| 5.2. Je veux nominativement être informé des résultats de ce sondage (contact par mail avec synthèse des résultats). | Pas forcément, les rapports du PN DOLMEN suffiront | Oui | Pas forcément, les rapports du PN DOLMEN suffiront | Pas forcément, les rapports du PN DOLMEN suffiront | Pas forcément, les rapports du PN DOLMEN suffiront | Pas forcément, les rapports du PN DOLMEN suffiront |

9.2.2 Réponses partie 2

| | | | | | | |
|--|---|---|--|---|--|--|
| Horodateur | Non communiqué | | | | | |
| 0.1. Prénom NOM | Non communiqué | | | | | |
| 0.2. Adresse e-mail | Non communiqué | | | | | |
| 0.3. Nom de l'organisation représentée | CONSEIL DEPARTEMENTAL DE LA HAUTE-GARONNE | ANONYME | Département de la Savoie - CD73 | SNCF Réseau | Département du Gers | ANONYME |
| 0.4. Catégorie représentée | Maître d'ouvrage (bailleurs, collectivités, ...) | Maître d'ouvrage (bailleurs, collectivités, ...) | Maître d'ouvrage (bailleurs, collectivités, ...) | Maître d'œuvre (architecte, bureau d'études, ...) | Maître d'ouvrage (bailleurs, collectivités, ...) | Maître d'œuvre (architecte, bureau d'études, ...) |
| 1.1. Listez les freins que vous pourriez qualifier de "réglementaires" : | La capacité des bureaux d'études à savoir justifier une construction en maçonnerie tel que cela peut l'être comme avec les Eurocode pour la construction en béton ou métal. Le manque de pratique dans la maçonnerie. L'absence d'outils de calcul adaptés. Le manque de formation dans les écoles à ce type de construction. | justification des matériaux - hétérogénéité des ouvrages rendant difficile la création d'un règlement unique - | Difficultés à justifier la capacité de l'ouvrage aux Eurocodes, notamment vis à vis des charges d'exploitation en cas de mur aval, à la route départementale. | Absence de règlement de calcul équivalent à un Eurocode. Absence de règles de l'art partagées (longrines, chaînages sont-ils utiles, p. ex ?) | Connaissances techniques | - Définition des caractéristiques matériaux (pierre, mortier, matériau homogénéisé), des coefficients de sécurité et des capacités limites. - Définition des méthodes de calcul pouvant être employées. |
| 1.2. Listez les freins que vous pourriez qualifier de "techniques" : | La capacité des entreprises de TP à savoir déconstruire proprement pour une réutilisation. La capacité des entreprises de TP à savoir reconstruire en maçonnerie (excepté entreprise agréée MH). Le manque de pratique dans la construction en maçonnerie. Le manque de formation initiale à ce type de construction. La capacité technique des maîtres d'œuvre et d'ouvrage. | les futures justifications faites d'OA seront conditionnées à la qualité de mise en œuvre et au respect des capacités des matériaux - ce problème est limité dans le béton par les normes de fabrication BPE donc plus maîtrisé | - Avoir recours à un bureau d'étude compétent en dimensionnement d'ouvrages maçonnés, notamment en pierres sèches. - Manque de qualifications de l'entreprise titulaire de l'accord cadre à bons de commande : Réparation et reconstruction de murs et ponts. | Manque de connaissance (cartographie) des ressources naturelles mises à disposition localement | Analyse, tris et nettoyage des pierres | - Consensus sur les méthodes de calcul employées. - Manque de ressources humaines avec la compétence pour calculer, contrôler et réaliser des ouvrages maçonnés. |
| 1.3. Listez les freins que vous pourriez qualifier de "économiques" : | La volonté des entreprises de TP à vouloir aller vite, là où la construction en maçonnerie demande plus de temps. Le temps passé à démolir, à stocker, à trier, à évacuer, à préparer avant la réutilisation. Le manque de pratique. Le- manque de connaissance et donc de prescriptions des maîtres d'œuvre et d'ouvrage. | coût actuel important de mise en œuvre dans le neuf pour des gros OA | Enveloppe budgétaire dédiée à la réparation/reconstruction des ouvrages d'art limitée. De nombreux ouvrages sont classés 3 et 3U, il faut faire des choix même parmi les ouvrages en très mauvais état, ce qui incite à trouver des solutions de reconstruction les plus économiques possibles. | Pas de notion économique connue | Temps à passer pour sélectionner les pierres | - Incertitude sur le coût du réemploi (dépose, stockage, approvisionnement, etc..) contrairement à la "facilité" de chiffrer un ouvrage neuf. |



| | | | | | | |
|---|--|--|---|--|------------------------------|--|
| 1.4. Listez les freins que vous pourriez qualifier de "juridiques" (assurantiels compris) : | ??? | la justification d'un OA en maçonnerie devra être défini. Quels sont les états limites garantissant la structure : exemple, un OA en maçonnerie qui "bouge" n'est pas encore à la ruine et peut rester dans son enveloppe de fonctionnement pendant des siècles. La notion de désordre devra être également qualifiée : à partir de quand est considéré le désordre, à l'opposé du béton qui fissure au moindre mouvement, la fissuration dans un ouvrage en maçonnerie est normale voire nécessaire jusqu'à un certain point. | Les murs en pierre sèche sont-ils considérés comme des murs de soutènement à part entière par les assurances ? Réponse non connue ! Prenons-nous davantage de responsabilités en cas de reconstruction de mur en pierres ? | Dito 1.1 : règlement de calcul. De plus il n'existe pas de qualifications professionnelles pour la construction en maçonnerie. | Garanties | - Il est difficile de savoir qui porte la responsabilité ? Est-ce le MOE/BET qui a mal calculé ? Les hypothèses initiales étaient-elles bonnes ? Est-ce l'entreprise qui a mal réalisé ? Est-ce le contrôleur qui n'a pas pointer les points de vigilance. |
| 1.5. Listez les freins que vous pourriez qualifier de "culturels" : | L'ère du « tout béton », qui nous a fait oublier les techniques du bâti traditionnel, ces techniques ancestrales qui ont pourtant fait leur preuve et nous permette encore aujourd'hui de voir des ponts en maçonnerie de plusieurs siècles en exploitation. | aucun au contraire. suivant les territoires, recourir à la maçonnerie en lieu et place du béton redevient du "bon sens" | Frilosité de certaines maisons techniques à l'idée que l'exploitation de la route puisse être perturbée sur une durée plus longue qu'en cas de reconstruction en enrochements ou en parois clouées. | Absence de formation en école d'ingénieur | Souvenir d'un ouvrage ancien | - Habitude du neuf par rapport au réemploi dans notre vie quotidienne. - Le réemploi est pressenti comme moins fiable que le neuf (ça commence à changer) |
| 1.6. Listez les freins que vous pourriez qualifier de "logistiques" : | Difficulté de rouvrir des carrières locales pour l'approvisionnement de pierres pour la construction | aucun mis à part la fourniture de la pierre. Peut-être rendu compliqué par la fermeture de plus en plus de carrières. la réouverture de carrières locales serait indispensable. | Même en cas de récupération des pierres de l'ancien ouvrage (sous réserve de pierres non gélives), il sera nécessaire d'approvisionner le chantier en pierres calibrées. Les quelques carrières locales ne sont en général pas intéressées à développer ce type de produit, elles produisent essentiellement des blocs pour enrochement, du gravier concassé, ou des pierres de parement. | Dito 1.2: absence de cartographie pour prescrire un matériau "local" | Stockage avant réemploi | - Où stocker les matières premières ? A qui elles appartiennent ? - Connaissance et fiabilité du stock. - Transport des matériaux à réemployer ? |
| 1.7. Avez-vous connaissance d'autres catégories de freins à la réutilisation de la pierre ? Pouvez-vous lister des exemples ? | non | le Lot est un département rural avec une forte présence d'ouvrage en maçonnerie. Notre culture de réparation sur ces ouvrages est ancrée depuis longtemps et nous n'avons pas beaucoup de frein à son emploi. Nos ratios justifient même l'emploi économique car les investissements dans la durée servent des entreprises locales. Ces heures ne sont pas délocalisables. | Pierres parfois gélives (cas des schistes) ou de nature gypseuse Manque de compétence du personnel vis à vis des métiers de la pierre (capacité à tailler, et agencer les pierres) | non | | |
| 2.1. Parmi les freins cités avant, quels sont selon vous les plus importants pour le développement du réemploi / de la réutilisation de la pierre naturelle ? (du + important au - important) | L'idéologie culturelle La capacité réglementaire des bureaux d'études à savoir justifier une construction en maçonnerie. La capacité technique des entreprises de TP à savoir reconstruire en maçonnerie. | Le plus important reste la justification du couple pierre-joint dans la structure de l'ouvrage, vient ensuite la définition d'un ouvrage dégradé donc plus justifié, qui vient chercher la responsabilité de la mise en œuvre | Manque de compétences des BE (géotechniques) et des entreprises en ouvrages maçonnés en pierres (savoir-faire perdu) Exploitation de la route perturbée sur un laps de temps plus long qu'en cas de reconstruction en enrochements ou parois clouées | Réglementation et règles de l'art | Techniques - Economiques | Economique > Règlementaire > Juridique > Logistique > Technique |
| 2.2 Hiérarchisation des freins selon les éléments : [Maçonnerie hourdée (joints au mortier)] | Peu importants | Peu importants | Gênants mais surmontables | Insurmontables | Gênants mais surmontables | Gênants mais surmontables |
| 2.2 Hiérarchisation des freins selon les éléments : [Maçonnerie non hourdée (pierre sèche)] | Inexistants | Gênants mais surmontables | Gênants mais surmontables | Insurmontables | Peu importants | Gênants mais surmontables |
| 2.2 Hiérarchisation des freins selon les éléments : [Dallage intérieur collé ou scellé] | Insurmontables | Peu importants | Inexistants | Gênants mais surmontables | Insurmontables | Peu importants |
| 2.2 Hiérarchisation des freins selon les éléments : [Revêtement de façade attaché] | Gênants mais surmontables | Peu importants | Peu importants | Gênants mais surmontables | Gênants mais surmontables | Peu importants |
| 2.2 Hiérarchisation des freins selon les éléments : [Revêtement de façade collé] | Insurmontables | Peu importants | Peu importants | Gênants mais surmontables | Insurmontables | Peu importants |



| | | | | | | |
|---|---|---|---|--|---|--|
| 2.2 Hiérarchisation des freins selon les éléments : [Dallage/Pavage extérieur sur lit de sable] | Inexistants | Inexistants | Gênants mais surmontables | Peu importants | Inexistants | Peu importants |
| 2.2 Hiérarchisation des freins selon les éléments : [Dallage/Pavage extérieur sur mortier] | Peu importants | Inexistants | Gênants mais surmontables | Peu importants | Peu importants | Peu importants |
| 2.2 Hiérarchisation des freins selon les éléments : [Monument funéraire] | Peu importants | Inexistants | Inexistants | Peu importants | Peu importants | Peu importants |
| 2.3 Quels sont les freins "gênants mais surmontables" ou "insurmontables" pour les familles de produits concernées (réponses précédentes). | Tout matériau collé ou scellé sera difficilement réutilisable pour le même usage, il pourra tout au plus être valorisé. | Les techniques de pose qui ont tendance à se perdre. | maçonnerie hourdée, non hourdée, dallage, pavage extérieur | Tous les freins cités auparavant | Détérioration au démontage | - Les méthodes de calculs utilisées peuvent conduire à surdimensionner ces ouvrages. - Le manque de ressources humaines/compétences pour étudier, contrôler, réaliser ces ouvrages. |
| 3.0 Comment remédier aux freins "gênants mais surmontables" et "insurmontables" des questions 2.2 et 2.3 ? Merci de préciser par famille de produits. | En faisant évoluer les techniques pour prendre en compte la réutilisation future du produit. | la promotion dès la pierre sèche reste le parent pauvre des projets de réhabilitation de la maçonnerie. | Inciter les BE et entreprises à former son personnel Donner l'avantage aux ouvrages maçonnés en pierre, vis à vis de leur intégration paysagère et du plus faible impact environnemental (en lien avec l'idée développement durable) | cf. questions suivants | Travail de nettoyage | Cela passe par la formation des personnes et par la rédaction de guide (type Guide CEREMA pour les Ponts en Béton/ ou mixte...). Le guide AFGC est un bon début. |
| 3.1. Comment remédier aux freins réglementaires évoqués ? (en partie 1) | Formation. Réenseigner dans nos écoles d'ingénieurs les cours de Jean Rodolphe Perronet et rouvrir les tomes des Grandes Voûtes de Paul Séjourné plutôt que l'Eurocode 2 ! | difficile, il faudrait concilier approche pragmatique et empirique, basée sur l'expérimentation et l'acceptabilité dans certains cas de la ruine avec le monde du juridique. | Actualiser la justification des ouvrages maçonnés aux Eurocodes | Produire un guide de conception | Approfondir les connaissances sur les différents types de pierres (chimiques, physiques, ...) | Par la rédaction d'un guide d'application reconnu au moins à l'échelle nationale (exemple du guide AFGC 2011 sur l'emploi des renforts composite collés qui n'a pas eu de norme de suite). |
| 3.2. Comment remédier aux freins techniques évoqués ? (en partie 1) | Formation. Réapprendre à l'école ou en formation continue les techniques de la construction en maçonnerie pour ne pas les réserver aux seuls compagnons du devoir. | la normalisation des matériaux par des essais semble évidente. Mais encore là, on est sur des éléments non maîtrisables dans leur totalité. L'utilisation de coefficient de sécurité dans la justification peut venir combler cette incertitude. Les justifications devront rester raisonnables devant la grande capacité de ces ouvrages faces aux charges d'exploitations. IL ne s'agit pas d'une structure réalisée à l'économie de matériaux. | Cf. 3.0 | Mettre à disposition des cartographies de carrières | Mettre en place une organisation adéquate | Par la formation des personnels en études, en contrôle et en réalisation. Par la rédaction de guide type CEREMA. |
| 3.3. Comment remédier aux freins économiques évoqués ? (en partie 1) | En recréant la filière construction en maçonnerie (de la carrière à l'ouvrage fini). | | Cf. 3.0 | | Valoriser le temps passé | Emission des BPU types avec prix associés et recherche de rationalisation du coût de la pierre pour réemploi. |
| 3.4. Comment remédier aux freins juridiques évoqués ? (en partie 1) | ??? | La question reste posée. | cf. 3.1 | Produire une qualification professionnelle d'entreprise pour la construction en maçonnerie | Maintenir les garanties avec les pierres réemployées | |
| 3.5. Comment remédier aux freins culturels évoqués ? (en partie 1) | En reconstruisant un ouvrage significatif en pierre ou brique. | | La formation et la sensibilisation des agents des routes et des usagers | S'appuyer sur des donneurs d'ordre pour faire des chantiers expérimentaux et communiquer sur ceux-ci | Communication | La culture est en train d'évoluer avec de plus en plus d'initiative de réemploi de matériau. Il faut continuer à développer cette approche et présenter des cas d'usage pour convaincre MOA que c'est possible. |
| 3.6. Comment remédier aux freins logistiques évoqués ? (en partie 1) | Démontrer plus fermement l'avantage carbone de la maçonnerie (neuve ou réutilisation) dans le cadre de la transition écologique. | le choix des carrières reste bien évidemment primordial. Comprendre que construire en pierre reste plus économiquement intéressant sur le très long terme et plus écologique par la même occasion devant les nuisances liées à | Avantages fiscaux ou autres pour les carrières locales développant des calibres de pierres adaptées à la maçonnerie | cf. 3.2. | Trouver des dépôts sécurisés | - Rationaliser la filière du réemploi des pierres naturelles autour d'une place de marché, pour permettre la connaissance du stock, du prix associé et de la localisation. Si des services de transporteurs sont |



| | | | | | | |
|---|---|---|---|--|---|--|
| | | l'exploitation de petites unités de production de pierres. | | | | associés à la plateforme, ce serait idéal. |
| 4.1. Que pourriez-vous faire pour valoriser la pierre de déconstruction ? | Le prévoir dans nos marchés. | des remblais. Des dallages des structures de route... peut-être même des filières de recyclage. | La tester mécaniquement, l'utiliser dans le cas de reconstruction pour la mettre en valeur | La gérer comme une ressource et non un déchet => stock | Sensibiliser tous les acteurs | Concevoir, Dimensionner et Réaliser des projets qui réutilisent de la pierre de déconstruction. |
| 4.2. Que faites-vous réellement pour valoriser la pierre de déconstruction ? | Nous créons des prix spécifiques ou des plus-values dans nos marchés pour la réutilisation de matériaux de récupérations. | son réemploi dans les remblais drainant à l'arrière de mur ou sans les corps de voûte est déjà une réalité. | Actuellement : les entreprises sont sensibilisées au réemploi des matériaux de déconstruction dans le cadre des mémoires techniques remis à l'offre | Rien : gestion d'un déchet | Rien de particulier | Rien pour le moment, nous développons un outil qui permet de me simuler le comportement des structures en pierre. |
| 4.3.1 Pierre réemployée (%) : | 5 | 10% sur une moyenne nationale si je comprends bien la question | 20 | 30 | 5 | 10 |
| 4.3.2 Pierre réutilisée (%) : | 5 | 2% | 5 | 5 | 5 | 20 |
| 4.3.3 Pierre recyclée (%) : | 10 | 2% | 35 | 5 | 10 | 20 |
| 4.3.4. Pierre éliminée (enfouissement) (%) : | 80 | 8% par défaut | 40 | 70 | 60 | 35 |
| 4.3.5 Autres destinations, préciser (%) : | | pas d'idée | | 0 | 30 | 15 |
| 4.4. Est-ce que ces ratios sont : | Arbitraires (ressentis) | Arbitraires (ressentis) | Arbitraires (ressentis) | Arbitraires (ressentis) | Arbitraires (ressentis) | Arbitraires (ressentis) |
| 4.5. Connaissez-vous des études/rapports/statistiques sur la destination des déchets de déconstruction en pierre naturelle ? Si oui, pouvez-vous les citer ? | Non | non pas spécialement | non | non | Néant | |
| 4.6. Quels sont les gisements potentiels de pierres à réutiliser dans votre activité ? (si vous n'avez pas de chiffres, merci de juger de l'importance de ces gisements de très faibles à très importants). | assez important | pas d'idée sur ce point | faibles | faible | ? | très faible |
| 4.7. Pour conclure, champ libre pour développer sur le sujet de la réutilisation de la pierre et des freins réels ou supposés : | C'est devenu avant tout un frein culturel. | ce sujet est majeur. il est absolument pertinent de remettre ce matériau noble de construction au cœur de nos pratiques. Les OA que nous construisons en béton ne survivront pas à notre civilisation moderne ni aux besoins de plus en plus importants de trafic lourd sur les routes. Aujourd'hui, le seul matériau noble et dynamique, capable d'une grande capacité d'adaptation reste la maçonnerie. | | | Domaine à développer en formant et informant les acteurs concernés | |
| 5.1 Autorisation accordées sur l'usage des données de ce sondage (plusieurs réponses acceptées, ex : anonymisation + PN DOLMEN et autres recherches). | J'accepte qu'elles soient utilisées pour le PN DOLMEN et pour d'autres recherches sans but lucratif, J'accepte qu'elles soient utilisées uniquement pour le PN DOLMEN | J'accepte qu'elles soient utilisées pour le PN DOLMEN et pour d'autres recherches sans but lucratif, Je désire que mes réponses soient anonymisées (nom et organisation) | J'accepte qu'elles soient utilisées pour le PN DOLMEN et pour d'autres recherches sans but lucratif | J'accepte qu'elles soient utilisées uniquement pour le PN DOLMEN | J'accepte qu'elles soient utilisées pour le PN DOLMEN et pour d'autres recherches sans but lucratif | J'accepte qu'elles soient utilisées pour le PN DOLMEN et pour d'autres recherches sans but lucratif, Je désire que mes réponses soient anonymisées (nom et organisation) |
| 5.2. Je veux nominativement être informé des résultats de ce sondage (contact par mail avec synthèse des résultats). | Pas forcément, les rapports du PN DOLMEN suffiront | Oui | Pas forcément, les rapports du PN DOLMEN suffiront | Oui | Oui | Oui |

9.2.3 Réponses partie 3

| | | | | | |
|--|---|------------------------------|------------------|-------------------------------|---|
| Horodateur | Non communiqué | | | | |
| 0.1. Prénom NOM | Non communiqué | | | | |
| 0.2. Adresse e-mail | Non communiqué | | | | |
| 0.3. Nom de l'organisation représentée | SNCF RESEAU | BDS | Cabestan | Atelier Pierres & Décoration | ANONYME |
| 0.4. Catégorie représentée | Maître d'œuvre (architecte, bureau d'études, ...) | Démolisseur / déconstructeur | Artisane maçonne | Tailleur de pierre - Marbrier | Fournisseur de produits de construction |



| | | | | | |
|---|---|---|--|--|---|
| 1.1. Listez les freins que vous pourriez qualifier de "réglementaires" : | - Les compétences de l'entreprise pour le réemploi, comment vérifier les qualifications ? | Absence de diagnostic pollution, absence de caractérisation de la pierre (du déchets), qualification en statut déchet, gestion de la cession du matériau (cadrage de la cession de l'élément) | | 1 - Pas de possibilité d'avoir de fiche technique / de PV de test du matériau | Origine/fiche technique |
| 1.2. Listez les freins que vous pourriez qualifier de "techniques" : | - comment justifier que les caractéristiques mécaniques du matériau sont conformes ? | Etat de la pierre après déconstruction, état structurel de l'ouvrage, situation de l'ouvrage dans son environnement | Usage de pierres de champs pas équarries, | 1 - Difficulté à identifier précisément la nature du matériau 2 - Difficulté à estimer si le matériau a perdu une partie de ses qualités physique (vieillessement) | Dimensions, joint/colle restant présent sur la pierre |
| 1.3. Listez les freins que vous pourriez qualifier de "économiques" : | - Comment vendre le surcoût éventuel dû à ce genre de travaux auprès du client ? sauf si la demande vient de lui évidemment. | Ratio coût de dépose sur valeur de revente supérieur à 1, coût de conditionnement et coût de tri | Temps de prospection pour trouver des pierres à bâtir adaptées | 1 - Difficulté à "sourcer" le matériau 2 - Pas de possibilité d'avoir le matériau aux bonnes dimensions (cf. les sciés 6 faces en carrière) => coût de débit supplémentaire 3 - Difficile d'avoir la taille suffisante 4 - Difficile d'avoir les quantités suffisante | Travail unitaire (plus de manutention, usinage plus long..) |
| 1.4. Listez les freins que vous pourriez qualifier de "juridiques" (assurantiels compris) : | - en lien avec la problématique technique, si un élément du matériau de réemploi vient à créer un désordre dans l'ouvrage, qui est tenu comme responsable ? | Caractérisation du matériau (=> garantie), statut de déchet, cession (transfert de la propriété du matériau), responsabilité dans le cadre d'un stockage tampon | | 1 - En cas de litige sur la qualité de la pierre, personne vers qui se retourner. | Lié à l'absence de garantie du type de matériau |
| 1.5. Listez les freins que vous pourriez qualifier de "culturels" : | - présence des ABF | Ouvrages à caractères historiques et/ou religieux | | 1 - "Réutilisation" est associé à une perte de qualité intrinsèque du matériau | - |
| 1.6. Listez les freins que vous pourriez qualifier de "logistiques" : | - la durée de mise en œuvre d'un élément de maçonnerie aura un impact plus important sur le planning - qu'elles pourraient être toutes les phases nécessaires entre la démolition et le réemploi ? stockage sur site, analyse du matériaux, lavage du matériau, etc. | Proximité d'un exutoire, possibilité de remplir un camion, stockage tampon des pierres pour palier délai de reprise du partenaire, conditionnement | Déplacement, stockage des pierres récupérées | 1 - Difficulté à se faire livrer un matériau de récupération (lieu de départ pas forcément adapté à recevoir un transporteur) | Maitrise du volume, délai |
| 1.7. Avez-vous connaissance d'autres catégories de freins à la réutilisation de la pierre ? Pouvez-vous lister des exemples ? | le manque de connaissance dans ce domaine, les incertitudes dans le matériau | Anticiper le besoin avant le début des travaux, identifier les partenaires, engagement dans le partenariat | | | La tendance pour des formats toujours plus grands |
| 2.1. Parmi les freins cités avant, quels sont selon vous les plus importants pour le développement du réemploi / de la réutilisation de la pierre naturelle ? (du + important au - important) | - technique - logistique - réglementaire - économique - juridique - culturel | Corrélation entre le gisement et le besoin, adéquation économique, cadrage réglementaire et juridique, techniques et logistiques, culturels | Temps de prospection Manutention Stockage | 1 - Difficulté à sourcer le matériau 2 - Difficulté à récupérer le matériau (logistique) 3 - Freins économiques : entre la logistique "adaptée" et la retaile de la pièce, in fine c'est souvent moins cher - et plus simple - d'acheter un matériau en carrière. | 1.4-1,6-1,3-1,2-1,1 |
| 2.2 Hiérarchisation des freins selon les éléments : [Maçonnerie hourdée (joints au mortier)] | Gênants mais surmontables | Gênants mais surmontables | Peu importants | Gênants mais surmontables | Gênants mais surmontables |
| 2.2 Hiérarchisation des freins selon les éléments : [Maçonnerie non hourdée (pierre sèche)] | Gênants mais surmontables | Peu importants | Peu importants | Peu importants | Peu importants |
| 2.2 Hiérarchisation des freins selon les éléments : [Dallage intérieur collé ou scellé] | Inexistants | Insurmontables | Gênants mais surmontables | Gênants mais surmontables | Gênants mais surmontables |
| 2.2 Hiérarchisation des freins selon les éléments : [Revêtement de façade attaché] | Inexistants | Peu importants | Gênants mais surmontables | Gênants mais surmontables | Peu importants |
| 2.2 Hiérarchisation des freins selon les éléments : [Revêtement de façade collé] | Inexistants | Insurmontables | Gênants mais surmontables | Gênants mais surmontables | Insurmontables |
| 2.2 Hiérarchisation des freins selon les éléments : [Dallage/Pavage extérieur sur lit de sable] | Peu importants | Peu importants | Gênants mais surmontables | Gênants mais surmontables | Peu importants |
| 2.2 Hiérarchisation des freins selon les éléments : [Dallage/Pavage extérieur sur mortier] | Peu importants | Peu importants | Gênants mais surmontables | Gênants mais surmontables | Gênants mais surmontables |
| 2.2 Hiérarchisation des freins selon les éléments : [Monument funéraire] | Inexistants | Gênants mais surmontables | Gênants mais surmontables | Peu importants | Gênants mais surmontables |
| 2.3 Quels sont les freins "gênants mais surmontables" ou "insurmontables" pour les familles de produits concernées (réponses précédentes). | le manque de connaissance. Les autres sont hors OA donc pas réellement concerné. | Culturels et techniques | Etat de la pierre récupérée | Note : il manque la catégorie "Pas d'opinion à la question 2.2". Gênant mais surmontable : pour des chantiers de petite taille avec des particuliers, on supprime les freins | "nettoyage du produit" |



| | | | | | |
|---|---|---|---|--|---|
| 3.0 Comment remédier aux freins "gênants mais surmontables" et "Insurmontables" des questions 2.2 et 2.3 ? Merci de préciser par famille de produits. | Une montée en compétence dans les études des OA maçonnés | Financier et communication | Zone de stockage mutualisé et véhicule mutualisé adapté | réglementaires / juridiques et il ne reste que les freins économiques. Améliorer l'accès aux matériaux récupérés : - Plateforme de stockage (qui gère ?) - Base de données partagé des matériaux disponibles entre professionnels - "Formation" des donneurs d'ordre pour qu'ils acceptent des matériaux de réutilisation pour certains usages ou les caractéristiques mécaniques sont moindres. - Publicité via des reportage pour des chantiers réussis avec des matériaux réutilisés | Facilité la récupération |
| 3.1. Comment remédier aux freins réglementaires évoqués ? (en partie 1) | améliorer la réglementation avec un encadrement | Etablir des contrats pour cadrer le réemploi | | | Identification matière "garantie" |
| 3.2. Comment remédier aux freins techniques évoqués ? (en partie 1) | avoir une montée en compétence et des IG sur lesquelles s'appuyer | Effectuer des tests de dépose et réaliser des méthodologies | | | Nettoyage |
| 3.3. Comment remédier aux freins économiques évoqués ? (en partie 1) | modifier la répartition technico-financière dans les appels d'offres (70-20-10 vers du 50-30-20) | Sélectionner les matériaux réemployables économiquement pour l'entreprise qui dépose et l'acheteur | | Principalement améliorer l'accès au matériau (voir ma réponse ci-dessus) | |
| 3.4. Comment remédier aux freins juridiques évoqués ? (en partie 1) | idem à la problématique de réglementation | Mettre en place des contrats | | | Identification matière "garantie" |
| 3.5. Comment remédier aux freins culturels évoqués ? (en partie 1) | - | Communiquer sur le projet de déconstruction | | Des articles dans la presse professionnelle avec des témoignages positifs. | |
| 3.6. Comment remédier aux freins logistiques évoqués ? (en partie 1) | - | Anticiper la durée de disponibilité du matériau sur chantier et se mettre d'accord sur l'enlèvement du matériau, à défaut mettre à disposition une zone de stockage des pierres (quid de la responsabilité du stockage) | | | Produits sur stock |
| 4.1. Que pourriez-vous faire pour valoriser la pierre de déconstruction ? | avoir un devoir de conseil plus important | Soigner le conditionnement des pierres, centraliser les besoins | Je la trie pour qu'elle soit revaloriser par moi ou les clients | Stocker des matériaux ; communiquer mes stocks disponibles | - |
| 4.2. Que faites-vous réellement pour valoriser la pierre de déconstruction ? | - | Evacuation des pierres en centre de revalorisation (recyclage) ou en réemploi directement | Stockage pour un prochain chantier | Pour l'instant je stocke des matériaux pour ma propre utilisation. Même en interne, ce n'est pas si facile, ni si économique de recycler. Sauf pour les petites commandes. | Pas de valorisation |
| 4.3.1 Pierre réemployée (%) : | 5 | 15 | 20 | Aucune idée. | 2% |
| 4.3.2 Pierre réutilisée (%) : | 5 | 15 | 20 | Aucune idée. | 3% |
| 4.3.3 Pierre recyclée (%) : | 5 | 70 | 30 | Aucune idée. | 15% |
| 4.3.4. Pierre éliminée (enfouissement) (%) | 30 | 0 | 30 | 95% | 80% |
| 4.3.5 Autres destinations, préciser (%) | | | | Aucune idée. | |
| 4.4. Est-ce que ces ratios sont : | Arbitraires (ressentis) | Arbitraires (ressentis) | Arbitraires (ressentis) | Arbitraires (ressentis) | Arbitraires (ressentis) |
| 4.5. Connaissez-vous des études/rapports/statistiques sur la destination des déchets de déconstruction en pierre naturelle ? Si oui, pouvez-vous les citer ? | non | NON | non | Aucun. | N |
| 4.6. Quels sont les gisements potentiels de pierres à réutiliser dans votre activité ? (si vous n'avez pas de chiffres, merci de juger de l'importance de ces gisements de très faibles à très importants). | - | Bâtiments | moyen | Monuments funéraires. Dessus de meuble en marbre | - |
| 4.7. Pour conclure, champ libre pour développer sur le sujet de la réutilisation de la pierre et des freins réels ou supposés : | - | | | | |
| 5.1 Autorisation accordées sur l'usage des données de ce sondage (plusieurs réponses acceptées, ex : anonymisation + PN DOLMEN et autres recherches). | J'accepte qu'elles soient utilisées uniquement pour le PN DOLMEN | J'accepte qu'elles soient utilisées pour le PN DOLMEN et pour d'autres recherches sans but lucratif | J'accepte qu'elles soient utilisées pour le PN DOLMEN et pour d'autres recherches sans but lucratif | J'accepte qu'elles soient utilisées pour le PN DOLMEN et pour d'autres recherches sans but lucratif | Je désire que mes réponses soient anonymisées (nom et organisation) |
| 5.2. Je veux nominativement être informé des résultats de ce sondage (contact par mail avec synthèse des résultats). | Pas forcément, les rapports du PN DOLMEN suffiront | Oui | Oui | Oui | Pas forcément, les rapports du PN DOLMEN suffiront |



9.2.4 Réponses partie 4

| Horodateur | Non communiqué | | | | |
|---|---|--|---|---|---|
| 0.1. Prénom NOM | | | | | |
| 0.2. Adresse e-mail | | | | | |
| 0.3. Nom de l'organisation représentée | Jacques Crissot | ANONYME | eEgénie | OD Renovation | CONSEILSOA -Consultant en ouvrages d'art |
| 0.4. Catégorie représentée | Entreprise d'installation, d'aménagement | centre scientifique et technique | Maître d'œuvre (architecte, bureau d'études, ...) | Tailleur de pierre | AMO assistant en ouvrages d'art et Formations ouvrages d'art |
| 1.1. Listez les freins que vous pourriez qualifier de "réglementaires" : | pierres gélives selon le type d'ouvrage (ex. soutènement routier) | Performance feu, acoustique, sismique | limites des règles professionnelles et techniques courantes : qualification de la pierre/intégration d'une pierre de réemploi dans le périmètre de ces règles | Assurabilité des matériaux remis en œuvre, pérennité | Les normes qui n'existent pas sur la maçonnerie de génie civil, à une époque où dans l'esprit de l'acheteur, sans norme... plus de confiance et prise de risque |
| 1.2. Listez les freins que vous pourriez qualifier de "techniques" : | qualité de la pierre pour une voute par exemple | Identifier le type de pierre et les performances associées (mécanique), évaluer l'intégrité/l'endommagement des éléments (absence de fissures...), dépose soignée, reconditionnement (enlever mortier/joint résiduel, traitement salpêtre ? redimensionnement ou "standardisation" des dimensions). La conception (calepinage, rendu esthétique) du nouveau bâtiment doit intégrer les spécificités du gisement (dimensions des pierres, types de pierre). | qualification de ladite pierre : qualificateur formé, batterie de test à réaliser ? | Dépose, décrochage, repose avec ses défauts de vieillissement, acceptation clientèle, capacité de même ton pour de grand volume | Manque de formation et d'information des maîtres d'ouvrages et maîtres d'œuvre La technique est aussi handicapée par des bureaux d'étude qui n'ont pas d'expérience, ont peur du matériau, et se protègent soit en refusant de le réparer soit en le détruisant pour mettre du béton à la place. Pourtant les référentiels techniques qui ont fonctionné depuis 200 ans ont fait leur preuve, mais méconnus par une grande partie de l'ingénierie |
| 1.3. Listez les freins que vous pourriez qualifier de "économiques" : | pierres enrobées dans du ciment | Suivant le type de pierre matériaux nobles (disponibilité de la ressource), image de marque (matériaux durables). Frein économique liée à la dépose soignée (perte/casse) et au reconditionnement éventuel + Cout économique du transport (matériaux pondéreux). | temps de dépose sélective plus long qu'une démolition, donc plus couteux demande une entreprise qualifiée coûts des tests de qualification | Temps supplémentaire passer à la récupération et au réemploi, le retravail par la main d'œuvre | Cascade de sous-traitance avec 20% de coût financier à chaque passage, ce qui fait que le prix de la maçonnerie peut être artificiellement majoré de 40 à 50 % ce qui rend le produit peu compétitif et réservé à des niches pour cause d'esthétique ou ouvrage inscrit Les grands groupes, qui vont bientôt monopoliser tout le tissu du génie civil sont devenus des assembleurs de prestations, et ne disposent pas en interne des savoir-faire en maçonnerie, ils cherchent avant tout la rapidité et le rendement, et cherchent à optimiser le rendement financier d'un en opération au détriment du bilan social et environnemental. La correction ne peut venir que de l'acheteur qui exige un produit après comparaison du coût global - https://vimeo.com/453670879/ec96c99fa6 - PDF conférence sur demande |
| 1.4. Listez les freins que vous pourriez qualifier de "juridiques" (assurantiels compris) : | pierres friables | Certification produit ? | périmètre de des règles pro ? | Assurance, pérennité moins mesurable | L'ouvrage en maçonnerie est assuré, même la pierre sèche si on respecte les référentiels. La garantie décennale est couverte par l'assurance des entrepreneurs. Ce n'est pas trop un problème pour la maçonnerie. De toute façon, la construction est conçue pour aller bien au-delà de la garantie décennale. La réparation pose le problème de réemploi des matériaux déconstruits, sans garantie, ce qui peut inquiéter certains maîtres d'ouvrage ? Faire confiance à un maçon compétent est-il un risque juridique acceptable ? Enfin, les toutes petites entreprises sont frileuses devant les risques juridiques de travailler avec des grandes entreprises |
| 1.5. Listez les freins que vous pourriez qualifier de "culturels" : | type de pierre non conforme à l'environnement (calcaire, schiste, granit. | Image de marque de la pierre (matériaux durables) - peu de freins culturels (sauf monument funéraire). | frein global au réemploi : les acteurs sont toujours ok pour éviter à des matériaux de finir à la benne, mais ils sont moins mobilisés pour intégrer des matériaux de réemploi à leur projet. | pas de réponse | La formation inexistante des jeunes techniciens et ingénieurs sur le sujet. Seul IMRO MASTER Egletons disposait d'un module. La culture ne s'est pas transmise par ailleurs aux jeunes générations comme auparavant. Du coup, ils ne comprennent pas son fonctionnement Les gestionnaires de patrimoine de maçonnerie de génie civil |



| | | | | | |
|---|---|--|---|---|--|
| | | | Les carrières peuvent craindre une forme de concurrence de la pierre de réemploi | | eux ont compris l'intérêt du matériau, par l'expérience et le recul. Mais c'est encore une culture peu partagée, sauf pour les ouvrages classés. |
| 1.6. Listez les freins que vous pourriez qualifier de "logistiques" : | pas de frein | Transport, stockage. | La pierre est une matière dense et volumineuse sur un projet. Il y aurait un défi logistique certain à faire du réemploi ex situ : rotations de camions à prévoir avec leurs incidences : coût, pollution/émissions de GES, nuisances sonores dues aux rotations etc. | Dépose, manutention soignée et transport supplémentaires | Les travaux de maçonnerie interviennent parfois dans des opérations complexes, avec d'autres corps d'état. C'est une profession encore peu organisée en termes de capacité d'organisation |
| 1.7. Avez-vous connaissance d'autres catégories de freins à la réutilisation de la pierre ? Pouvez-vous lister des exemples ? | non | | | L'esthétique, moins neuve que de la pierre neuve | Le manque de mise en avant de nos labels nationaux, et le manque de reconnaissance des terroirs. On a des IGP pour le vin, pas pour les pierres de nos sous-sols, et donc on observe des pierres qui viennent de chine dans une grande aberration environnementale |
| 2.1. Parmi les freins cités avant, quels sont selon vous les plus importants pour le développement du réemploi / de la réutilisation de la pierre naturelle ? (du + important au - important) | qualité de la pierre | + techniques, économiques, logistiques, réglementaires, juridiques et culturels. | économiques, culturels, logistiques, juridiques, réglementaire, techniques | L'esthétique, l'économie (quoique dans certains cas c'est le contraire pour les deux), le sur-transport et maniabilité | Informations des maîtres d'ouvrage et formation des maîtres d'œuvre, revaloriser les métiers de maçon avec des compétences qui leur permettent de statuer sur le réemploi d'une pierre, accompagné par une approche plus scientifique que le marteau utilisant des outils simples à développer. Les anciens utilisaient entre autres le son du marteau sur la pierre. Pourquoi pas un appareil révolutionnaire qui émettrait une fréquence comme indication de la santé de la pierre ? |
| 2.2 Hiérarchisation des freins selon les éléments : [Maçonnerie hourdée (joints au mortier)] | Peu importants | Gênants mais surmontables | Peu importants | Peu importants | Gênants mais surmontables |
| 2.2 Hiérarchisation des freins selon les éléments : [Maçonnerie non hourdée (pierre sèche)] | Peu importants | Inexistants | Inexistants | Inexistants | Gênants mais surmontables |
| 2.2 Hiérarchisation des freins selon les éléments : [Dallage intérieur collé ou scellé] | Peu importants | Gênants mais surmontables | Gênants mais surmontables | Gênants mais surmontables | Gênants mais surmontables |
| 2.2 Hiérarchisation des freins selon les éléments : [Revêtement de façade attaché] | Peu importants | Peu importants | Peu importants | Gênants mais surmontables | Gênants mais surmontables |
| 2.2 Hiérarchisation des freins selon les éléments : [Revêtement de façade collé] | Peu importants | Gênants mais surmontables | Gênants mais surmontables | Insurmontables | Gênants mais surmontables |
| 2.2 Hiérarchisation des freins selon les éléments : [Dallage/Pavage extérieur sur lit de sable] | Peu importants | Inexistants | Inexistants | Inexistants | Gênants mais surmontables |
| 2.2 Hiérarchisation des freins selon les éléments : [Dallage/Pavage extérieur sur mortier] | Peu importants | Gênants mais surmontables | Gênants mais surmontables | Peu importants | Gênants mais surmontables |
| 2.2 Hiérarchisation des freins selon les éléments : [Monument funéraire] | Peu importants | Gênants mais surmontables | Peu importants | Peu importants | Gênants mais surmontables |
| 2.3 Quels sont les freins "gênants mais surmontables" ou "insurmontables" pour les familles de produits concernées (réponses précédentes). | qualité de la pierre | techniques (et culturels ++ pour monument funéraire) | Insurmontable : lorsque le revêtement en pierre se brise à la dépose (cas des revêtements collés parfois) Gênants mais surmontable : idem mais surmontable si la valeur de la ressource vaut la peine d'y passer du temps | Travaux de décrochage des mortiers, usures du matériau | Rien d'insurmontable si la culture et l'acceptation de remettre le savoir empirique prouvé par de longues pratiques efficaces intègrent une norme |
| 3.0 Comment remédier aux freins "gênants mais surmontables" et "insurmontables" des questions 2.2 et 2.3 ? Merci de préciser par famille de produits. | nettoyage des pierres lors du démontage | Technique : personnel formé (à la dépose et à la conception intégrant des éléments de réemploi), chantier pilote, étude/essai sur les performances résiduelles ou après reconditionnement, | Réaliser des tests de dépose sélective pour confirmer la méthodologie et la facilité de dépose | Acceptation du matériau tel qu'il est, décrochage mécanique, travailler sur la qualité de la pierre dans cet état de réemploi, plus-value esthétique (pavage, monument funéraire, moellonnage...) | Information des maîtres d'ouvrages et formation des maîtres d'œuvre. Si le marché est en demande, les formations de maçon vont se développer. Le nombre de maçons formés est à ce jour insuffisant pour répondre à la demande, car des marchés de |



| | | | | | |
|--|---|--|---|--|---|
| | | | | | construction en maçonnerie sont sans réponse par manque d'entreprises ou d'artisans en capacité de faire |
| 3.1. Comment remédier aux freins réglementaires évoqués ? (en partie 1) | trie des pierres | Maintien des éventuelles certifications après dépose (suivant produit). | Etendre les règles pros à la pierre de réemploi, en précisant les caractéristiques techniques à vérifier pour qu'elle entre dans le périmètre | Travailler les clauses avec les DTU et les assureurs | Intégrer dans les normes des pratiques qui ont fait leurs preuves par l'expérience. C'est envisagé dans l'EUROCODE, mais pas appliqué. |
| 3.2. Comment remédier aux freins techniques évoqués ? (en partie 1) | trie des pierres | Technique : personnel formé (à la dépose et à la conception intégrant des éléments de réemploi), chantier pilote, étude/essai sur les performances résiduelles ou après reconditionnement. | Former les qualificateurs à la reconnaissance et à l'identification des pierres dans le bâtiment | Mécanique et organisation, valorisation des vieux matériaux | Formation des techniciens et des ingénieurs aux techniques maçonnerie, en leur expliquant que l'observation de ce qui a bien fonctionné est plus important que le résultat d'un ordinateur ou d'un logiciel. |
| 3.3. Comment remédier aux freins économiques évoqués ? (en partie 1) | créations de plateformes de récupération un peu partout dans les régions concernées | distance dépose/reconditionnement, optimisation stockage et transport, massification de la dépose et du reconditionnement. | détaxer les matériaux biosourcés (Frugalité heureuse et Créative) faciliter la qualification de la pierre simplifiée : ex considérer que la pierre n'est pas détériorée pas sa première mise en œuvre, si elle correspond à un certain nombre de critères visuel (relevés pendant le diagnostic PEMD) Favoriser les chantiers formations ou chantiers d'insertion, qui ont l'avantage d'être moins coûteux, mais peut-être plus long, et surtout de valoriser les savoir-faire et la ressource humaine. | Plus-value marchande d'avoir du vieux matériaux rare, communication | Intégrer la maçonnerie dans le savoir-faire de l'entreprise pour éviter les cascades de sous-traitance. Il faut pour cela que les entrepreneurs aient une visibilité du besoin pour recruter des maçons formés. Car le monde de l'artisanat et de l'auto-entrepreneuriat ne pourra pas répondre et reste mal structuré pour répondre à de gros dossiers, avec des garanties financières insuffisantes vis à vis de la commande publique |
| 3.4. Comment remédier aux freins juridiques évoqués ? (en partie 1) | trie des pierres | Maintien des éventuelles certifications après dépose (suivant produit). | Idem réglementaire | Assureur et DTU à faire évoluer, enseignement de technique de réemploi de matériaux sain | La maçonnerie ne doit pas être le seul fait d'artisans, qui ne peuvent pas prendre de risques juridiques, ou peuvent se faire broyer par le système de la sous-traitance. Dans un marché global, sur un lot maçonnerie le non-respect de délais, ou l'incapacité à assurer des approvisionnements, peuvent avoir de lourdes conséquences dans le contexte de la sous-traitance et aboutir à de gros contentieux toujours préjudiciable au sous-traitant qui peut rapidement faire disparaître son entreprise. |
| 3.5. Comment remédier aux freins culturels évoqués ? (en partie 1) | trie des pierres | Peu de frein à l'exception des monuments funéraires (étude d'acceptabilité sociétale) | Imposer un taux de réemploi minimum dans tous les projets de démolition, réhabilitation et construction neuve | pas de réponse, ou travaillé sur la plus-value d'avoir des vieux matériaux, parfois disparu, plus extrait | La formation et l'information. |
| 3.6. Comment remédier aux freins logistiques évoqués ? (en partie 1) | créations de plateformes de récupération un peu partout dans les régions concernées | lié aux freins économiques (transport, stockage, massification). | Favoriser le réemploi in situ ! Notamment en levant les autres freins et en créant un cadre réglementaire et juridique moins contraignant pour les cas de réemploi in situ | Organisation, récupérateur, distributeur de vieux matériaux par les démolisseurs (BCA matériaux) | Être en capacité de ré ouvrir des micro-carrière à vocation ciblée, contrôlées sur la qualité des pierres et sur les quantités produites, à destination exclusive de la maçonnerie de génie civil, en concertation avec la DREAL. C'est une autre façon de produire au plus près du lieu d'utilisation et de baisser le bilan carbone. Un autre combat... mais ... des signes positifs existent de la part de la DREAL qui comprend l'intérêt, même si les règlements sont obsolètes |
| 4.1. Que pourriez-vous faire pour valoriser la pierre de déconstruction ? | je travaille essentiellement avec de la pierre de déconstruction | Accompagner les acteurs de la construction. | Préconiser systématiquement sa réutilisation, ne serait-ce qu'en aménagement extérieur | Aire de stockage, sensibilisé leur valeur par les démolisseurs, sensibilisé les donneurs d'ordre au réemploi, au charme du vieux matériaux | - informer d'une déconstruction programmées les entreprises de maçonnerie du secteur - imposer dans le cahier des charges de la démolition d'un ouvrage le tri des maçonneries et leur stockage en vue d'une valorisation ultérieure - indiquer les éléments techniques relatifs aux pierres déconstruites |
| 4.2. Que faites-vous réellement pour valoriser la pierre de déconstruction ? | je travaille essentiellement avec de la pierre de déconstruction | Participation à DOLMEN. | Préconiser systématiquement sa réutilisation, ne serait-ce qu'en aménagement extérieur | Récupération sur site des éléments sains, stockage, réemploi en restauration du patrimoine (granits et pierres disparues saines, briques, tuiles, maçonneries, bois de charpente...) | Justement ceci, intégré à un cahier de charges de démolition pour l'imposer à l'entreprise ses actions. La revalorisation n'a pas un caractère immédiat, et les carrières sont des lieux de stockage potentiels. |



| | | | | | |
|---|---|---|---|--|---|
| 4.3.1 Pierre réemployée (%) : | 1% | 1 | <2% | 30% dans le patrimoine, 2% dans le neufs | En génie civil : 60 % si le mur reconstruit était encore est bon état global et qu'il s'est effondré pour des raisons hydrauliques. Mais ce chiffre peut tomber à 0% si les pierres sont gelées, auquel cas elles servent à combler des trous ... ! |
| 4.3.2 Pierre réutilisée (%) : | 1% | 1 | <3% | Pierres et granits durs 60%, calcaires ferme à tendre sains 30% | Environ 10 %, pour d'autres secteurs d'activité. Mais pour un pont MA qui n'est pas reconstruit ; la réutilisation peut atteindre 60 % |
| 4.3.3 Pierre recyclée (%) : | 0% | 20 | 80% dans les TP et aménagements routiers | Pavage 90%, marches granit, pierres dures 30%, maçonneries 50% | Rare en mur de génie civil dans nos domaines |
| 4.3.4. Pierre éliminée (enfouissement) (%) : | 98% | 78 | <5% | Calcaire tendre 90%, pierres dures 50% | Environ 40 % (pierres gelées ou inutilisables) sur de vieux murs |
| 4.3.5 Autres destinations, préciser (%) : | | 0 | 10% recyclage en gravats pour les bétons etc. | Remblais, concassage en granulats (TP) | des particuliers qui "empruntent " des pierres, preuve qu'elles ont un intérêt |
| 4.4. Est-ce que ces ratios sont : | Arbitraires (ressentis) | Arbitraires (ressentis) | Issus de retours d'expériences | Arbitraires (ressentis) | Issus de retours d'expériences |
| 4.5. Connaissez-vous des études/rapports/statistiques sur la destination des déchets de déconstruction en pierre naturelle ? Si oui, pouvez-vous les citer ? | non | non | non | Non, Institut de la pierre, mémoire technique ? | Expérience au pont d'OSSERAIN en cours |
| 4.6. Quels sont les gisements potentiels de pierres à réutiliser dans votre activité ? (si vous n'avez pas de chiffres, merci de juger de l'importance de ces gisements de très faibles à très importants). | énorme | aucun | Faibles, non travaillons principalement sur des projets neufs ou de la réhabilitation plus récente avec des structures béton | Récupération de granits démolis, pavage, bordures, marches, maçonneries | - pierres de déconstruction surtout bâtiments stockés chez des professionnels - stocks réalisés au fils des années dans les parcs de collectivités importantes gérant la route - carrières locales - micro-carrières "non officielles" |
| 4.7. Pour conclure, champ libre pour développer sur le sujet de la réutilisation de la pierre et des freins réels ou supposés : | Je bâtis essentiellement des ouvrages en pierres sèches, qui sont pour la plupart des reprises d'ouvrages existants, je réutilise les pierres mais bâtissant selon les règles professionnelles, je suis amené à devoir glaner de la pierre autour du site d'intervention : le dimensionnement du mur est souvent plus important que l'ancien, l'arrière du mur est bâti, alors que l'ancien est souvent rempli aléatoirement par de la petite pierre. Il faudrait que les pouvoirs publics créent des plateformes de récupération de pierres un peu partout et obligent les entreprises de démolitions et autres à venir les stoker au lieu de les enfouir, afin que les entreprises tels que la miennes puissent les réutiliser à moindre coût | - | D'une manière générale, je pense que le principal frein est le temps et l'économie de projet. Par ailleurs, il y a un triptyque qui permet de très bien illustrer les freins dans le bâtiment, à savoir : rapidité, économie, qualité. Un projet peut-être de qualité et réalisé rapidement, alors il coûtera cher. Un projet peut-être de qualité et bon marché/raisonnable niveau prix, alors il prendra du temps de réalisation. Un projet peut être réalisé rapidement et pour peu cher, alors la qualité sera moins bonne. Il est quasiment impossible d'avoir un projet combinant ces 3 facteurs, en tout cas pas dans le modèle du BTP actuel. | Accentuer le circuit des récupérateurs, en valorisant les anciens matériaux par une traque des démolisseurs, qui dans certains cas peut provoquer un pillage de ruine ou bâtiment à l'état d'abandon (limite extrême déjà vu (cheminée 15€ revendue, arrachée au bâtiment)), qui permettrait de donner plus de valeur à ces vieilles pierres, et demander aux donneurs d'ordres de les prescrire, dans un cachet vertueux ou de conformité avec l'existant. Inscrire le réemploi dans le dispositif REP, de gestion des déchets. | Informers les maîtres d'ouvrage et maître d'œuvre qu'une vieille pierre n'est pas forcément obsolète, et quelle peut encore contribuer à l'art de construire, sous réserve de donner au maçon la compétence et les outils simple pour en juger. |
| 5.1 Autorisation accordées sur l'usage des données de ce sondage (plusieurs réponses acceptées, ex : anonymisation + PN DOLMEN et autres recherches). | J'accepte qu'elles soient utilisées pour le PN DOLMEN et pour d'autres recherches sans but lucratif | J'accepte qu'elles soient utilisées uniquement pour le PN DOLMEN, Je désire que mes réponses soient anonymisées (nom et organisation) | J'accepte qu'elles soient utilisées pour le PN DOLMEN et pour d'autres recherches sans but lucratif | J'accepte qu'elles soient utilisées pour le PN DOLMEN et pour d'autres recherches sans but lucratif | J'accepte qu'elles soient utilisées pour le PN DOLMEN et pour d'autres recherches sans but lucratif |
| 5.2. Je veux nominativement être informé des résultats de ce sondage (contact par mail avec synthèse des résultats). | Oui | Oui | Oui | Pas forcément, les rapports du PN DOLMEN suffiront | Pas forcément, les rapports du PN DOLMEN suffiront |



9.2.1 Réponses partie 5

| Horodateur | Non communiqué | | | | |
|---|--|---|--|---|---|
| 0.1. Prénom NOM | | | | | |
| 0.2. Adresse e-mail | | | | | |
| 0.3. Nom de l'organisation représentée | ANONYME | MICROGABION | CAROLINE B AEROGOMMAGE | ANONYME | Helior |
| 0.4. Catégorie représentée | Maître d'œuvre (architecte, bureau d'études, ...) | Maître d'œuvre (architecte, bureau d'études, ...) | Traitement de surfaces | Fournisseur de produits de construction | Maître d'œuvre (architecte, bureau d'études, ...) |
| 1.1. Listez les freins que vous pourriez qualifier de "réglementaires" : | Pas de norme spécifique ni de guide CEREMA pour la réutilisation et une déconstruction saine pour les pierres | Réutilisation pour reconstruire en Microgabion (maçonnerie de pierres confinées avec du grillage galvanisé) n'est pas possible actuellement car cette technologie n'est pas encore reconnue par la réglementation EC6 comme matériau de construction pour réaliser des murs porteurs dans l'habitat | Les métaux lourds souvent présents et polluants | Tonnage qui est limité, tout ce qui est lié à la réglementation des carrières par rapport à la DREAL. On a une petite carrière et on a les mêmes normes que les grandes carrières, ce qui nous revient trop cher. | Caractérisation du matériau avec son ancienneté, prise en compte dans les DTU et les Eurocodes. |
| 1.2. Listez les freins que vous pourriez qualifier de "techniques" : | Pas de méthodes et de logiciels de calculs pour les vérifications | Démontrer par des essais en laboratoire la tenue au séisme afin de qualifier le code de calcul aux éléments discrets qui permet actuellement de modéliser tout type de construction | Aucun pour mon entreprise, on est sur les startingblocks. | tout le travail se fait au burin et à la masse | Déconstruction propre, retaille pour le nouveau projet, aspect esthétique |
| 1.3. Listez les freins que vous pourriez qualifier de "économiques" : | Dans l'imaginaire c'est plus onéreux que de détruire et de construire un ouvrage avec les méthodes et les matériaux d'usage courant aujourd'hui. Les taux des maîtrises d'œuvre sont aujourd'hui trop bas, notamment dans les ouvrages courants, pour étudier des solutions non courantes. | Aucun car c'est très bon marché | Aucun, traiter une surface coûte moins cher qu'un remplacement. | Le cout de la vie a beaucoup augmenté et on ne peut pas augmenter autant notre marchandise car on aura peut-être moins de clients | Temps de main d'œuvre, stockage |
| 1.4. Listez les freins que vous pourriez qualifier de "juridiques" (assurantiels compris) : | Durée de vie des pierres récupérées, état interne de ces pierres | aucun dès lors que le Microgabion est une technologie reconnue | Aucun pour mon entreprise, leader sur ce marché à Bordeaux. Nous maîtrisons cet aspect. | Les assurances reviennent trop chères | Voir freins réglementaires |
| 1.5. Listez les freins que vous pourriez qualifier de "culturels" : | Habitude de recopier les solutions connues. Appréhension à la prise de risque du fait de la judiciarisation. | Aucun à partir du moment où le mur est enduit et donc recouvre le grillage | Aucun, notre activité suscite beaucoup d'intérêt au point où nous faisons à présent visiter nos 2 lignes de production à Marignac. | | Aucun pour moi |
| 1.6. Listez les freins que vous pourriez qualifier de "logistiques" : | Comment être sûr du nombre de pierres réutilisables et où trouver celles qui manquent. Combien d'entreprises peuvent mener les travaux, comment les contrôler ? | Livraison sur site | Idem, ce qui peut nous être livré en neuf peut l'être en réemploi. Aucun pb | | Voir freins économiques |
| 1.7. Avez-vous connaissance d'autres catégories de freins à la réutilisation de la pierre ? Pouvez-vous lister des exemples ? | | Le lobby du béton armé | A part une déminéralisation, notre traitement à sec préserve la pierre. | | Identification des gisements, publicité de la ressource |
| 2.1. Parmi les freins cités avant, quels sont selon vous les plus importants pour le développement du réemploi / de la réutilisation de la pierre naturelle ? (du + important au - important) | 1.3 - 1.2 - 1.4 - 1.5 - 1.1 - 1.6 | La réglementation EC6 | Métaux lourds et la législation complique les traitements sur site. L'usine étant entièrement équipée d'extracteurs et dépoussiéreurs. | travail difficile, difficultés de trésorerie | Caractérisation et exigences, identification de la ressource si non présente sur site |
| 2.2 Hiérarchisation des freins selon les éléments : [Maçonnerie hourdée (joints au mortier)] | Gênants mais surmontables | Inexistants | Peu importants | Peu importants | Gênants mais surmontables |
| 2.2 Hiérarchisation des freins selon les éléments : [Maçonnerie non hourdée (pierre sèche)] | Gênants mais surmontables | Inexistants | Inexistants | Peu importants | Gênants mais surmontables |
| 2.2 Hiérarchisation des freins selon les éléments : [Dallage intérieur collé ou scellé] | Peu importants | Gênants mais surmontables | Peu importants | Peu importants | Insurmontables |
| 2.2 Hiérarchisation des freins selon les éléments : [Revêtement de façade attaché] | Gênants mais surmontables | Gênants mais surmontables | Inexistants | Peu importants | Gênants mais surmontables |
| 2.2 Hiérarchisation des freins selon les éléments : [Revêtement de façade collé] | Gênants mais surmontables | Gênants mais surmontables | Gênants mais surmontables | Peu importants | Gênants mais surmontables |



| | | | | | |
|--|---|--|---|---|---|
| 2.2 Hiérarchisation des freins selon les éléments : [Dallage/Pavage extérieur sur lit de sable] | Inexistants | Inexistants | Inexistants | Peu importants | Inexistants |
| 2.2 Hiérarchisation des freins selon les éléments : [Dallage/Pavage extérieur sur mortier] | Inexistants | Inexistants | Inexistants | Peu importants | Gênants mais surmontables |
| 2.2 Hiérarchisation des freins selon les éléments : [Monument funéraire] | Inexistants | Gênants mais surmontables | Inexistants | Inexistants | Inexistants |
| 2.3 Quels sont les freins "gênants mais surmontables" ou "insurmontables" pour les familles de produits concernées (réponses précédentes). | Ceux décrits en 2.1 | Retailler la pierre | La colle... l'aérogommage touche à ses limites avec la colle et le caoutchouc. | ça ne me concerne pas, je produis les pierres | Tout ce qui vraiment difficilement de constructibles et notamment les revêtements, pour la pierre sèche impossibilité d'utiliser dans d'autres techniques |
| 3.0 Comment remédier aux freins "gênants mais surmontables" et "Insurmontables" des questions 2.2 et 2.3 ? Merci de préciser par famille de produits. | Une communication forte de la profession sur les cas d'usages réussis à travers les organisations professionnelles et les associations. | Impliquer les tailleurs de pierre | Aucune solution dans mon domaine | Il faudrait que la préfecture soit plus souple avec les petites carrières car il en reste très peu et pour être en norme, cela revient trop cher. | Améliorer les techniques de déconstruction, sortir les techniques éprouvées des ATEC pour inclure dans les DTU. |
| 3.1. Comment remédier aux freins réglementaires évoqués ? (en partie 1) | Un groupe de travail de normalisation | Créer un chapitre dans l'EC6 décrivant les dispositions constructives à adopter pour construire en Microgabion à base de pierres réutilisables | En s'adaptant, en investissant, en respectant la réglementation | | Révision des Eurocodes, reconsidérer la pierre comme un géo-matériau au même titre que le sol qui n'est pas issu d'un procédé industriel |
| 3.2. Comment remédier aux freins techniques évoqués ? (en partie 1) | Le CEREMA édite un guide de calculs et lance une commande publique de développement d'un logiciel en ligne dont l'usage est ensuite vendu aux utilisateurs. Un autre éditeur pouvant développer un logiciel concurrent. | Financer les essais sismiques en laboratoire sur un mur | Aucun frein | | Développer les techniques de déconstruction |
| 3.3. Comment remédier aux freins économiques évoqués ? (en partie 1) | De la commande publique pour lancer la filière | Sans commentaire | Aucun frein | il faudrait nous aider pendant la période hivernale car on ne peut pas travailler et toutes les charges nous font couler chaque année | Les plateformes d'upcycling, une filière de retraitement |
| 3.4. Comment remédier aux freins juridiques évoqués ? (en partie 1) | Un groupe de travail ministériel | Officialiser l'emploi du Microgabion | Aucun frein | | Voir réglementaire |
| 3.5. Comment remédier aux freins culturels évoqués ? (en partie 1) | De la communication sur les projets réussis ou non. Si non analyse des difficultés. | En construisant des prototypes pour démontrer la faisabilité | Aucun frein | | Ne sais pas |
| 3.6. Comment remédier aux freins logistiques évoqués ? (en partie 1) | De la commande publique pour lancer la filière | En réduisant le coût du transport | Aucun frein | | Voir économique |
| 4.1. Que pourriez-vous faire pour valoriser la pierre de déconstruction ? | Présenter des solutions dans le cadre d'une consultation de Maitrise d'œuvre | Lancer un programme de construction en France | Appelez-nous ! Visitez notre usine ! visitez nos chantiers Monuments de France | On peut la retailler et la reposer | La proposer en projet au titre de maître d'œuvre |
| 4.2. Que faites-vous réellement pour valoriser la pierre de déconstruction ? | Rien | Je participe à des projets de reconstruction à l'étranger | Nous la traitons pour son réemploi sans aucune altération | On la retaille et la repose, mais ce sont plutôt les couvreurs qui les récupèrent | Je me forme pour le moment |
| 4.3.1 Pierre réemployée (%) : | 5 | 1 | 10% | 20 | 10 |
| 4.3.2 Pierre réutilisée (%) : | 5 | 1 | 20% | 20 | 5 |
| 4.3.3 Pierre recyclée (%) : | 10 | 1 | 15% | 20 | 80 |
| 4.3.4. Pierre éliminée (enfouissement) (%) | 70 | 1 | 85% | 50 | 5 |
| 4.3.5 Autres destinations, préciser (%) | 10 | 1 | | | 0 |
| 4.4. Est-ce que ces ratios sont : | Arbitraires (ressentis) | Arbitraires (ressentis) | Arbitraires (ressentis) | Issus de retours d'expériences | Arbitraires (ressentis) |
| 4.5. Connaissez-vous des études/rapports/statistiques sur la destination des déchets de déconstruction en pierre naturelle ? Si oui, pouvez-vous les citer ? | Non | Aucun | Non et quand bien même. Dans ce pays, ma société existe depuis 14 ans et on s'intéresse à nous seulement depuis 3 ans... dépit de ce manque de connaissance de la part des acheteurs qui ne font absolument aucun effort. | non | Non |
| 4.6. Quels sont les gisements potentiels de pierres à réutiliser dans votre activité ? (si vous n'avez pas de chiffres, merci de juger de | Faibles | Très important : toutes les carrières qui produisent des granulats | Aucune idée | important | Cela dépend trop du site et du projet |



| | | | | | |
|---|---|---|--|--|--|
| <p>l'importance de ces gisements de très faibles à très importants). 4.7. Pour conclure, champ libre pour développer sur le sujet de la réutilisation de la pierre et des freins réels ou supposés :</p> | | <p>Important : toutes les maisons en maçonnerie qui sont en ruine</p> <p>La technologie du Microgabion existe depuis 2012 et c'est le point mort en France à cause de l'EC6 et 8 qui bloquent son développement non par volonté de les faire évoluer mais par désintérêt au profit du béton armé en particulier qui inonde la planète alors que des millions de personnes pourraient en profiter plutôt que de vivre dans des conditions précaires.</p> | <p>Aucune à mon sens ! AEROGOMMAGE ...</p> | | |
| <p>5.1 Autorisation accordées sur l'usage des données de ce sondage (plusieurs réponses acceptées, ex : anonymisation + PN DOLMEN et autres recherches).</p> | <p>J'accepte qu'elles soient utilisées pour le PN DOLMEN et pour d'autres recherches sans but lucratif, Je désire que mes réponses soient anonymisées (nom et organisation)</p> | <p>J'accepte qu'elles soient utilisées pour le PN DOLMEN et pour d'autres recherches sans but lucratif</p> | <p>J'accepte qu'elles soient utilisées pour le PN DOLMEN et pour d'autres recherches sans but lucratif</p> | <p>J'accepte qu'elles soient utilisées uniquement pour le PN DOLMEN, Je désire que mes réponses soient anonymisées (nom et organisation)</p> | <p>J'accepte qu'elles soient utilisées pour le PN DOLMEN et pour d'autres recherches sans but lucratif</p> |
| <p>5.2. Je veux nominativement être informé des résultats de ce sondage (contact par mail avec synthèse des résultats).</p> | <p>Pas forcément, les rapports du PN DOLMEN suffiront</p> | <p>Oui</p> | <p>Oui</p> | <p>Pas forcément, les rapports du PN DOLMEN suffiront</p> | <p>Oui</p> |