

ÉCONOMIE CIRCULAIRE
DES BÂTIMENTS

Méthodologie de diagnostic et d'évaluation des performances pour le réemploi de revêtements de façade en pierre naturelle attachée



FONDATION
BÂTIMENT
ÉNERGIE

MÉTHODOLOGIE DE DIAGNOSTIC ET
D'ÉVALUATION DES PERFORMANCES POUR
LE RÉEMPLOI DE REVÊTEMENTS DE FAÇADE
EN PIERRE NATURELLE ATTACHÉE



ÉCONOMIE CIRCULAIRE
DES BÂTIMENTS

Coordination de l'enjeu

Didier PALLIX / CTMNC

Contributeurs groupe recherche

Carole LE BLOAS / QUALICONSLT

Joël LATOUR / QUALICONSLT

Contributeurs groupe utilisateurs

Doyère Déconstruction

Rotor

Coordination générale de l'atelier sur l'Économie Circulaire

Sylvain LAURENCEAU / CSTB

Décembre 2020

Créée à l'initiative de l'ADEME et du CSTB, la Fondation Bâtiment Énergie est financée par les partenaires fondateurs suivants :





Cadre général

Préambule

1. Introduction

1.1 Domaine d'application du document 9

1.2 Description de la méthodologie 9

2. Diagnostic du produit dans l'ouvrage existant 11

2.1 Introduction 12

2.2 Informations générales sur le bâtiment existant 12

2.3 Diagnostic relatif au produit 13

2.3.1 Description technique du produit 13

2.3.2 Quantité disponible en réemploi 16

2.3.3 Accès au gisement (démolition /
abattage sélectif / déconstruction) 16

2.4 Diagnostic relatif au domaine d'emploi initial 17

2.4.1 Usage et localisation du produit
sur/dans l'ouvrage existant 17

2.4.2 Localisation géographique du bâtiment 17

2.4.3 Typologie de l'ouvrage initial 17

2.4.4 Conditions d'exposition extérieure 18

2.4.5 Conditions d'exposition intérieure 18

2.4.6 Sollicitations mécaniques 18

2.4.7 Autres sollicitations, actions d'entretien
ou de protection vécues par le produit 18

3. Performances et modes de preuves 19

3.1 Introduction 20

3.2 Performances pour le réemploi 21

3.2.1 Qualité de l'air intérieur (réglementaire) 21

3.2.2 Substances dangereuses (réglementaire) 21

3.2.3 Performances environnementales
et sanitaires (réglementaire) 22

3.2.4 Performance acoustique (réglementaire) 22

3.2.5 Incendie - Réaction au feu (réglementaire) 22

3.2.6 Glissance (réglementaire et/ou sécurité
des personnes) 23

3.2.7 Classement d'usage (aptitude à l'emploi) 24

3.2.8 Autres caractéristiques d'aptitude
à l'emploi 25

3.2.9 Performances thermiques
(complémentaire) 25

3.3 Récapitulatif des performances 25

Annexe A

Glossaire 28

Annexe B

Chronologie d'un diagnostic réemploi 32

Annexe C

Normes, règles de l'art, définitions et marque de qualité 35

Annexe D

Performances requises pour les revêtements
de façade en pierres attachées 38

Annexe E

Fiche réemploi 38

Annexe F

Précautions à respecter de la dépose
à la remise en œuvre 38

Cadre général

Le secteur du bâtiment est à la fois un important producteur de déchets, un important consommateur de ressources, un des secteurs les plus émetteurs de gaz à effet de serre, et un important pourvoyeur d'emplois. Dans ce contexte, un consensus se dégage autour du fait que l'économie circulaire s'imposera progressivement comme alternative durable au modèle économique linéaire dans ce secteur et qu'elle sera créatrice de valeur. Cependant, si le concept général est bien établi, de nombreuses zones d'ombres existent encore à ce jour sur son périmètre, sa déclinaison précise, les indicateurs associés, les moyens de la mettre en œuvre et de la déployer dans des modèles économiques performants.

La Fondation Bâtiment Energie (FBE), reconnue d'utilité publique en 2005, a été créée par quatre acteurs majeurs du secteur du bâtiment et de l'énergie, ArcelorMittal, EDF, GRDF et LafargeHolcim, avec le soutien financier des pouvoirs publics et le support technique de l'ADEME et du CSTB. Elle se mobilise en soutenant des travaux de recherche sur les enjeux environnementaux actuels pour le secteur du bâtiment.

C'est donc tout naturellement que la Fondation Bâtiment Energie a souhaité soutenir des travaux de recherche sur le développement de bases scientifiques à la caractérisation de l'économie circulaire dans le secteur du bâtiment. Ces travaux, coordonnés par le CSTB et menés sur une durée de deux ans -jusqu'en octobre 2020-, ont impliqué de manière transnationale 40 acteurs issus d'horizons très divers : acteurs du monde de la recherche et acteurs opérationnels, acteurs de l'offre et acteurs de la demande, acteurs publics et acteurs privés.

La méthodologie innovante déployée ici -déjà mise en place sur d'autres ateliers soutenus par la FBE- structure les travaux autour de l'articulation entre un « groupe recherche », qui a vocation à développer de nouvelles méthodes ou de nouveaux outils, et un « groupe utilisateurs », qui a vocation à apporter un retour de terrain sur l'applicabilité et l'opérationnalité des connaissances développées. Ce croisement des approches et des compétences est au cœur de la méthodologie que nous avons voulu déployer ici.

Les travaux de recherche sur l'économie circulaire ont porté sur cinq enjeux différents :

- L'évaluation des performances en vue d'un réemploi pour huit familles de produits, afin de proposer un cadre à la sécurisation de ces pratiques qui émergent à nouveau ;
- La caractérisation du contexte local et les méthodologies d'analyse de l'allongement du cycle de la matière, afin de valoriser la conservation de l'existant et d'activer les ressources humaines et matérielles des territoires ;
- La conception pour des bâtiments transformables et réversibles, afin de limiter les déconstructions futures ;
- La conception pour la démontabilité, afin de mieux valoriser les composants après leur future dépose ;
- La capitalisation de la donnée, et en particulier l'identification des données à conserver sur l'ensemble du premier cycle afin de favoriser un réemploi ou un recyclage ultérieur, ainsi que les modalités de conservation et de transfert de ces informations.

Préambule

Courantes dans de nombreux secteurs d'activités, les pratiques de réemploi sont pour le moment marginales dans le secteur du bâtiment. Cependant, celui-ci est à la fois un très gros producteur de déchets – environ 46 millions de tonnes, soit 50% de plus que l'ensemble des déchets ménagers, et un gros consommateur de ressources. Ainsi, le développement des pratiques de réemploi est une piste importante pour diminuer les extractions de ressources, limiter la production de déchets et réduire les émissions de gaz à effet de serre associées aux activités du bâtiment, tout en activant les ressources humaines des territoires.

Bousculant les pratiques, le développement du réemploi soulève de nombreuses questions. On peut en identifier cinq principales :

- Une question juridique, autour notamment du statut des composants d'ouvrage issus du réemploi (déchet, produit, ...) ou du besoin de marquage CE des composants d'ouvrage destinés au réemploi ;
- Une question sur l'organisation de la filière et des responsabilités de chaque acteur, dans un schéma où les responsabilités usuellement prises par le fabricant sont potentiellement à redistribuer. La révision en cours du diagnostic déchet -qui devient un diagnostic relatif à la gestion des produits, matériaux et déchets selon l'article 51 de la loi du 10 février 2020 relative à la lutte contre le gaspillage et à l'économie circulaire- et la structuration de premières filières devraient permettre de préciser cette répartition. Le rôle du diagnostiqueur, premier maillon de la chaîne d'acteurs, est en effet crucial ;
- Une question sur l'évaluation des performances environnementales associées aux pratiques de réemploi : avec l'entrée en vigueur prochaine de la RE2020 et l'intégration croissante de critères environnementaux dans les stratégies et les commandes des maîtres d'ouvrage, la quantification des impacts environnementaux associés au réemploi est un besoin important. Là encore, différents travaux sont en cours, notamment dans un autre enjeu des travaux FBE et en particulier autour de la préparation de la RE2020 ;
- Une question sur les modèles économiques : avec des coûts parfois faibles pour les produits neufs et l'apparition de nouveaux postes de dépense (dépense sélective, requalification, ...) les modèles économiques du réemploi ne sont pas évidents a priori, ou en tout cas pas pour tous types de produits ou matériaux. Les différentes expérimentations en cours, très diverses dans l'organisation du jeu d'acteurs, permettront de clarifier les conditions de réussite du réemploi ;
- Enfin, une question sur la caractérisation des performances des produits issus du réemploi et de l'assurabilité des pratiques. Ce sujet s'avère complexe du fait de la grande diversité des produits, matériaux et équipements et des performances à considérer ainsi que des conditions de vieillissement propres à chaque situation. De fait, il convient d'avancer par étape en se concentrant progressivement sur des familles de produits spécifiques.

Préambule

C'est ce dernier point qui est particulièrement abordé par les travaux de la Fondation Bâtiment Energie. Ces travaux sont basés sur une approche développée au cours de travaux de recherche préalables par le CSTB. L'approche proposée repose sur le développement de guides de caractérisation des performances de produits en vue d'un réemploi spécifique à certaines familles de produits. Il s'agit de préciser, sur une famille de produit ciblée : les différentes performances qui doivent être justifiées pour l'aptitude à l'emploi futur ; les modes de preuves qui peuvent être utilisés pour caractériser chacune de ces performances ; et les précautions à respecter de la dépose sélective à la remise en œuvre. L'objectif est de préciser l'ensemble des modalités qui permettent de justifier un réemploi.

Ces différents guides poursuivent un objectif simple : sortir de l'analyse chantier par chantier et proposer une méthodologie partagée qui permet de définir un mode opératoire précis de caractérisation des performances en vue d'un réemploi. Cette méthodologie peut ainsi servir de base pour répartir les rôles et les responsabilités des différents acteurs en fonction des différentes configurations. Suivant les différentes configurations envisageables (chantier à chantier, transit par un tiers-lieu de reconditionnement, AMO réemploi, ...), la responsabilité des acteurs sera à questionner.

La méthodologie de travail repose sur une collégialité entre experts du domaine de la caractérisation des performances des produits et experts du réemploi, avec un objectif double : d'une part que ces guides soient le plus cohérents possible avec les pratiques des acteurs déjà en place ; d'autre part, que des évolutions de ces guides puissent ensuite être reconnues par l'ensemble de la profession pour intégrer, à terme, les techniques courantes au sens de l'assurabilité. Les principales étapes du développement des guides ont été les suivantes : Etat de l'art, déclinaison par famille de produit, confrontation des guides avec groupes utilisateurs et consolidation finale.

Les guides développés ici constituent une première étape pour chacune des 8 familles de produits ciblées. Il y a fort à parier que ceux-ci auront besoin d'être précisés ou ajustés en fonction des retours d'expérience et des modèles économiques, notamment sur les modes de preuve ou les règles d'échantillonnage. Ils constituent donc un premier pas vers la reconnaissance des pratiques de réemploi dans l'objectif d'accompagner leur développement.

Ces guides ont vocation à servir de source d'inspiration pour la structuration des filières de requalification et de reconditionnement.

En premier lieu, ils s'adressent aux filières concernées par le réemploi des 8 familles de produits visées ici : elles pourront se les approprier et poursuivre la voie vers la reconnaissance en techniques courantes.

Les autres filières pourront également s'en inspirer pour soutenir le développement de nouveaux guides, afin d'élargir progressivement le champs des possibles et le périmètre des composants d'ouvrage disposants de guides reconnus.

Le monde de la recherche et de l'évaluation technique pourra également s'en inspirer pour questionner les modes de preuve, qui reposent actuellement en grande partie sur la réalisation d'essais de caractérisation. Une amélioration des connaissances sur le vieillissement ou un développement des moyens de

Préambule

contrôles portatifs pourraient à terme limiter le coût de caractérisation des performances et favoriser les modèles économiques.

Enfin, ces guides pourront nourrir le développement des passeports matériaux, en identifiant les données importantes à capitaliser pour justifier d'un réemploi futur. En ce sens, ils pourront aider à structurer de nouvelles bases de données sur la traçabilité des produits et servir de source d'inspiration pour les fabricants soucieux de développer leurs pratiques d'écoconception.

Liste des participants du groupe « Recherche » de l'enjeu sur le réemploi : CSTB, CTICM, CTMNC, Cycl'Up, FCBA, FEDEREC, IFPEB, MECD, Qualiconsult, Setec Ingénierie.

Liste des participants du groupe « Utilisateurs » de l'enjeu sur le réemploi : Alto Ingénierie, AQC, Bellastock, Bruxelles Environnement, CSTB, Doyère Déconstruction, Grenoble Alpes Metropole, Raedificare, Réavie, Rotor, UMGO, VLA Architecture.



ÉCONOMIE CIRCULAIRE
DES BÂTIMENTS

1.

Introduction



1.1. Domaine d'application du document

L'allongement de la durée de vie de produits/procédés/équipements (désignés par la suite « produit ») peut passer par l'intégration de ce produit dans un ouvrage à la suite d'une première vie en œuvre. On parle alors de réemploi ou de réutilisation. La distinction entre réemploi et réutilisation est actuellement sujette à discussion (cf. document « Atelier FBE ECB du 20 juin 2019 - Méthodologie de diagnostic et d'évaluation des performances résiduelles pour le réemploi des produits de construction »). L'Annexe A précise la définition de ces termes dans le cadre du présent document.

L'objectif de ce document est de décrire une méthodologie, sans identifier le rôle de chaque acteur qui pourra varier selon le type d'opérations (de chantier à chantier, via des intermédiaires, ...) :

- de **diagnostic** (diagnostic ressource sur le bâtiment existant)
- et de **caractérisation des performances** (in situ lorsque ceci est applicable ou après dépose)

d'un **revêtement de façade en pierre attachée fixée mécaniquement** provenant d'un ouvrage existant en perspective d'un réemploi.

Ce document a été élaboré en perspective d'un nouvel usage identique et un domaine d'emploi identique à l'emploi initial (NF DTU 55.2) ou potentiellement différent présentant de moindres sollicitations.

Ce diagnostic est complémentaire aux diagnostics/repérages réglementaires et à d'autres diagnostics volontaires réalisés sur l'ouvrage.

Pour faciliter la récupération et minimiser les risques de détérioration, ce document vise exclusivement la dépose de revêtement mince en pierre naturelle attachée au moyen de pattes mécaniques (la pose agrafée aux polochons est exclue).

Enfin, ce document porte uniquement sur un réemploi d'un revêtement de façade de pierre naturelle fixé mécaniquement (hors réemploi des attaches et autres fixations) et mis en œuvre selon les prescriptions du NF DTU 55.2 provenant d'un ouvrage existant en perspective d'un réemploi. Dès lors que le matériau et/ou la mise en œuvre du revêtement déroge aux Règles de l'Art (techniques non traditionnelles et au sens assurantiel, techniques non courantes (cf. Annexe A)), une évaluation du respect des réglementations applicables, de l'aptitude à l'emploi et de la durabilité seront très certainement demandées par les acteurs de la construction.

1.2. Description de la méthodologie

Les principales étapes chronologiques d'un diagnostic réemploi sont décrites en Annexe B.

Le cœur de ce document s'attache à présenter les principales étapes du diagnostic :

- Etape 1 : recueil des informations documentaires relatives au bâtiment ayant accueilli le produit dans son « emploi initial », diagnostic visuel et/ou par mesure in situ du produit afin de dresser une « carte d'identité du produit » (cf. tableau 1 - § 2.3), diagnostic du domaine d'emploi initial pour dresser le « curriculum vitae » (typologie de bâtiment de « l'emploi initial », ... cf. § Annexe D). A cette étape, il s'agit de caractériser, visuellement ou par mesure in situ, le produit et son domaine d'emploi initial afin de recenser un maximum d'informations permettant de faire un lien avec les futurs domaines de réemploi ;
→ Cette étape est basée sur l'Annexe C « Normes, Règles de l'Art et Marque de Qualité », ainsi que sur l'Annexe D « Performances requises pour les revêtements en pierre attachée »
- Etape 2 : Identification des conditions de justifications des modes de réemploi possibles. A cette



étape, il s'agit de faire un lien entre les caractéristiques observées et/ou mesurées in situ et les potentiels domaines d'emploi afin d'identifier les éventuels besoins complémentaires en termes de justifications de performances ;

→ Cette étape est basée sur le § 3 « Performances et modes de preuve ».

- Etape 3 : identification des spécificités de dépose et de remise en œuvre (cf. annexe E).

Le mode opératoire proposé est donc le suivant :

- Etablissement d'une fiche réemploi lors du diagnostic des revêtements en pierre attachée, sur le modèle proposé en Annexe E ;
- Mise en perspective des informations/caractéristiques/ ... recueillies dans la fiche diagnostic en fonction des performances requises pour les différents domaines d'emploi (tableau du § D3 de l'Annexe D) ;
- Identification des domaines de réemploi directement possibles ou des performances complémentaires à justifier pour les autres domaines d'emploi ;
- Pour les domaines d'emploi nécessitant une justification de performances complémentaires, proposition de modes de preuve en se basant sur les tableaux du chapitre 3 ;

Ensuite, en fonction de la taille du gisement, de la valeur des produits réemployables, de l'élargissement des domaines d'emploi permis pour chaque justification de performance complémentaire, des coûts associés aux modes de preuve (ou de tout autre paramètre comme par exemple les externalités environnementales ou l'existence d'un débouché identifié), les acteurs pourront décider de l'intérêt ou non d'aller vers une dépose sélective et un réemploi.



ÉCONOMIE CIRCULAIRE
DES BÂTIMENTS

2.

Diagnostic du produit dans l'ouvrage existant¹

¹ Ce chapitre s'appuie notamment sur des travaux réalisés conjointement entre le CSTB et Bellastock et le document « Atelier FBE ECB du 20 juin 2019 - Méthodologie de diagnostic et d'évaluation des performances résiduelles pour le réemploi des produits de construction »



2.1. Introduction

Il faut faire appel à un « diagnostiqueur/qualificateur réemploi » dont les compétences sont à définir.

Le diagnostic du produit dans l'ouvrage existant dépend des paramètres suivants :

- Intrinsèques au produit : par exemple sa durée de vie en œuvre ou ses performances originelles ;
- Dépendant de sa liaison avec les autres produits : en particulier, les modes de liaisons aux autres produits constitutifs du bâti vont impacter les conditions de dépose et les performances ;
- Dépendant de l'ouvrage dans lequel il est situé. Suivant le type d'ouvrage et sa localisation dans l'ouvrage, le produit peut avoir fait face à différentes sollicitations mécaniques récurrentes (ex : mise en charge, exceptionnelles (ex : séisme, chocs, ...) ou environnementales (ex : conditions climatiques, hygrométriques, d'entretien), ... lors de son « emploi initial » qui peuvent avoir un impact sur ses performances.

Afin de réaliser un constat exhaustif sur le produit, un échantillonnage est nécessaire pour être représentatif des différentes conditions d'exposition ou dans chaque localisation présentant des usages ou conditions spéciales, susceptibles d'altérer la qualité ou l'apparence du produit.

La suite de ce paragraphe propose les points clés d'un diagnostic d'un revêtement de façade en pierre attachée. Les informations ci-dessous sont à collecter quels que soient les domaines d'emploi futurs envisagés (car pas nécessairement connus). Elles sont synthétisées dans la fiche réemploi proposée en Annexe E. Pour la mobilisation de ce diagnostic et le mode opératoire proposé, voir paragraphe 1.2..

2.2. Informations générales sur le bâtiment existant

- Adresse du bâtiment
→ *Cela permettra d'identifier les hypothèses de dimensionnement à la construction (prise en compte du risque sismique, charges climatiques, etc.)*
- Date de dépôt du permis de construire
→ *Les exigences réglementaires applicables sont celles en vigueur à la date de dépôt du permis de construire*
- Année de mise en œuvre du produit
→ *En cas d'évolution de la réglementation, un produit installé dans le respect de la réglementation de l'époque, même dans l'hypothèse du maintien des performances dans le temps, peut ne plus répondre aux nouvelles exigences réglementaires.*
- Date de réception du bâtiment
→ *Date de départ pour la garantie décennale*
- Usage et historique
→ *Préciser les éventuels changements de destination du bâtiment*
→ *Préciser les éventuelles interventions (rénovations, ...) sur le bâtiment*
→ *Préciser les éventuelles pathologies, sinistres connus/constatés sur l'ouvrage (cf. diagnostic pathologie)*
- Autres informations disponibles

Le diagnostic doit faire état des informations réglementaires, techniques et de prescriptions contractuelles connues (repérages amiante, plomb, termites, ..., Dossier des Ouvrages Exécutés (DOE) et documents liés à la nature des matériaux et à leur pose).



Il est nécessaire d'indiquer les zones polluées. Des précautions sont donc à prendre. Attention, bien que l'environnement puisse être pollué, le matériau n'est pas forcément à exclure puisqu'une dépollution du site peut être mise en place.

2.3. Diagnostic relatif au produit

Il s'agit ici de compiler, **autant que possible**, les informations disponibles (cf. § Autres informations disponibles ci-dessus). Le diagnostic porte sur des constatations visuelles (relatives à la pose ou aux manifestations appréciables à l'œil) ou sur la vérification de caractéristiques physiques, mécaniques ou géologiques.

2.3.1. DESCRIPTION TECHNIQUE DU PRODUIT

→ **Informations disponibles dans le Dossier des Ouvrages Exécutés (DOE) et documents liés à la nature des matériaux et à leur pose - à confirmer via reconnaissance in-situ.**

- Nomenclature technique de l'élément (emplacement, marque d'appareillage...)
- Nature pétrographique de la pierre selon les normes NF EN 12407 et NF EN 12670
- Désignation commerciale de la pierre
- Nom du fabricant
- Fiche de caractérisation initiale du fabricant
- Caractéristiques géométriques (*longueur, largeur, épaisseur*)
- Autres caractéristiques : finition, aspect de surface, traitement...
- Le revêtement est-il déjà un produit réemployé ?

Dans le tableau ci-après, le diagnostic à réaliser avant et après la dépose des éléments,

CARACTÉRISTIQUES	INFORMATIONS DOCUMENTAIRES (DOE, FICHE TECHNIQUE, NOTICE DE POSE...)	MÉTHODE D'ÉCHANTILLONNAGE	CONSTAT VISUEL ET MESURE
Longueur, largeur, épaisseur	Voir documents techniques disponibles	Prise aléatoire de mesures in situ, lors de la déconstruction (sur au moins une douzaine d'échantillons par façade et/ou tous les 100 m ²)	Indiquer l'état de la plaque avant démontage : défauts éventuels dus aux chocs, résidus de joints,...
Aspect		Examen visuel de l'ouvrage existant puis de chacune des plaques après démontage des attaches de pose	Si détérioration observée (ex : éclats ponctuels, fissuration, taches...) : · Localisation sur la façade · Cause probable · Quantité (en % de surface) de plaques non affectées
Taches huileuses dues aux mastics élastomères			Taches grasses situées aux emplacements des attaches dues à la migration des solvants du mastic. · Quantité (en m ² et/ou %) d'éléments affectés : faible, moyenne, forte / localisée ou généralisée, · Mise à l'écart des plaques affectées lors du démontage
Nature de la pierre	Fiche de caractérisation de la pierre si disponible	Prélèvement sur une plaque par nature de pierre lors de la déconstruction	Réaliser une analyse pétrographique selon NF EN 12407 (si marbre métamorphique ou schiste réemploi exclus)
Résistance mécanique (flexion, résistance aux attaches)	Fiche de caractérisation de la pierre si disponible	Prélèvement lors de la déconstruction d'au moins une douzaine de plaques par façade et/ou tous les 100 m ² par caractéristique à vérifier	Réaliser sur des éprouvettes débitées dans les plaques démontées, les essais : · Résistance aux attaches selon NF EN 13364 · Résistance en flexion selon la NF EN 12372
Résistance au gel			Inutile si le réemploi est limité à l'élévation en partie courante en zone non exposée A, B ou C selon NF B 10-601 sinon résistance au gel selon NF EN 12371

Tableau 1 : guide de diagnostic



2.3.2. QUANTITÉ DISPONIBLE EN RÉEMPLOI

A exprimer dans l'unité la plus appropriée au regard de l'emploi initial et de l'emploi futur (si celui-ci est connu) généralement la surface (m²). Si possible estimer les quantités par format.

Seul le réemploi d'éléments non altérés et non épaufrés peut être envisagé. Les critères définis dans la norme NF B 10-601 (résistance aux attaches, flexion, ...) doivent être remplis.

Informations à recueillir :

- Nombre de m² disponibles en réemploi ;
- Au regard de constats visuels, estimer les quantités altérées mais potentiellement « réemployables » (par exemple via un traitement de surface, un redimensionnement via une découpe, ...).

2.3.3. ACCÈS AU GISEMENT

(DÉMOLITION / ABATTAGE SÉLECTIF / DÉCONSTRUCTION)

Étudier la facilité d'accès aux gisements, la possibilité d'évacuation dans des conditions de non altération du produit, les spécifications à prendre en compte pour une récupération du produit tout en conservant son intégrité, ...

- Voisinage du chantier
- Accessibilité au toit (hauteur/pente)
- Mise en place d'EPC/EPI
- Matériels spécifiques à la dépose (accès chantier, outils démontage...)
- Le démontage des éléments est-il possible en conservant leur intégrité ?
- Démontage possible avec travail en sécurité ?
- Les éléments démontés peuvent-ils être évacués du bâtiment sans risque de détérioration (moyens de transport adéquats) ?

Nota relatif à la pollution du produit :

Bien qu'un matériau soit pollué, il n'est pas à exclure. Son diagnostic doit être établi car il pourrait faire l'objet d'une dépollution.

2.4. Diagnostic relatif au domaine d'emploi initial

Il s'agit ici de préciser l'usage et le domaine d'emploi initiaux du produit à réemployer ainsi que les sollicitations auxquelles il a été soumis dans sa 1^{ère} mise en œuvre :

→ *Ces informations doivent être envisagées :*

- *par pertinence par rapport aux types de matériaux (sensibilité connue à certains paramètres, ...) ;*
- *par pertinence au regard du domaine d'emploi initial et du domaine d'emploi futur. Par exemple, pour un produit qui n'a pas et ne sera pas exposé à l'extérieur, il ne sera pas utile de renseigner les informations relatives aux « ambiances extérieures ». Cependant, si l'emploi final n'est pas encore connu, il sera opportun de renseigner un maximum d'informations.*

La localisation de l'ouvrage initial et sa destination peuvent donner des indications pertinentes sur l'aptitude au réemploi des plaques issues de la déconstruction : résistances aux cycles de gel/dégel, aux embruns salins, aux attaques chimiques, etc.

L'aspect initial des plaques, et leur caractère esthétique, sont des éléments à prendre en compte, en cas de réemploi en façade.

2.4.1. USAGE ET LOCALISATION DU PRODUIT SUR/DANS L'OUVRAGE EXISTANT

- Les plaques de réemploi proviennent de dépose de façade de pierre attachée fixée mécaniquement.
- Les attaches sont sciées au niveau des joints Les fixations mécaniques sont vérifiées avant la découpe des ergots à la disqueuse.
- Les trous existants visibles sont rebouchés avec un produit non tachant. Les trous d'ergot existants ne sont pas réutilisés (les trous doivent être refaits en respectant le positionnement décrit dans le NF DTU 55.2)

2.4.2. LOCALISATION GÉOGRAPHIQUE DU BÂTIMENT :

- Zone sismique (Zone 1 à 5 selon le Décret 2010-1255 du 22/10/2010) (éléments non structuraux (ENS)).
Description globale de la réglementation parasismique :
consulter le [site internet du Ministère de la Transition Écologique et de la solidarité](#)
Pour connaître la zone de sismicité d'une commune française,
consulter l'[article D.563-8-1 du code de l'environnement](#).

Note : le réemploi en pierre attachée en zone sismique non visée par le domaine d'emploi du NF DTU 55.2 n'est pas traité dans ce document

- Région de vent (régions 1 à 4 selon NF EN 1991-1-4 : NA) (si produit utilisé à l'extérieur).
- Zones de concomitance vent-pluie
- Région de neige (régions A1 à E selon NF EN 1991-1-3 : NA) (si produit utilisé à l'extérieur).
- Zone de gel (Classe A à D selon NF B 10-601) (si produit utilisé à l'extérieur).
- Climat de plaine ou climat de montagne, bord de mer (situation a à d selon DTU 20.1) (si produit utilisé à l'extérieur).
- Autres

2.4.3. TYPOLOGIE DE L'OUVRAGE INITIAL

Cette information est a priori nécessaire uniquement pour les produits soumis à la réglementation incendie (réaction et/ou résistance au feu). Cependant, la typologie de l'ouvrage initial étant bien souvent pertinente pour prouver certaines caractéristiques des produits, il est fortement conseillé de l'intégrer de manière systématique.

HABITATION / LOGEMENT-FOYER	ETABLISSEMENT RECEVANT DU PUBLIC (ERP)	IMMEUBLE GRANDE HAUTEUR (IGH)	ETABLISSEMENT RELEVANT DU CODE DU TRAVAIL
Indiquer la famille (1, 2, 3a, 3b ou 4) (pour les définitions, se référer à l' Arrêté du 31 janvier 1986, modifié)	Indiquer la catégorie et le ou les types (pour les définitions, se référer à l' Arrêté du 25 juin 1980, modifié)	Indiquer le type (pour les définitions, se référer à l' Arrêté du 30 décembre 2011 modifié)	Indiquer : - Hauteur du plancher bas du dernier niveau : > 8 m ; - Bureaux ; - Industrie ; - Logistique.



2.4.4. CONDITIONS D'EXPOSITION EXTÉRIEURE

Les conditions d'expositions climatiques (gel/dégel) et l'agressivité de l'environnement (pollution atmosphérique) sont à considérer suivant chaque matériau et domaine d'application : zone rurale non polluée, urbaine ou industrielle, marine ... (cf. NF EN 1469, NF B 10-601, NF DTU 55.2).

2.4.5. CONDITIONS D'EXPOSITION INTÉRIEURE

Sans objet pour la pierre attachée

2.4.6. SOLLICITATIONS MÉCANIQUES

→ *Exemples : vent, poids propre, chocs, ...*

2.4.7. AUTRES SOLLICITATIONS, ACTIONS D'ENTRETIEN OU DE PROTECTION VÉCUES PAR LE PRODUIT

→ *Exemples : développement de micro-organismes, exposition à des produits tels que les sels de déverglaçage au niveau de la première assise...*

Les ouvrages en pierre naturelle ont pu recevoir un traitement hydrofuge qui a modifié l'aspect de certaines parties.



ÉCONOMIE CIRCULAIRE
DES BÂTIMENTS

3.

Performances pour le réemploi et modes de preuve



3.1. Introduction

ÉCONOMIE CIRCULAIRE
DES BÂTIMENTS

Cette partie vient proposer une méthode de caractérisation des performances en vue d'un réemploi.

Au stade du diagnostic, le(les) domaine(s) d'emploi futur(s) du produit n'est (ne sont) pas nécessairement connu(s). Il est par conséquent utile que le diagnostiqueur/qualificateur, au-delà des éléments ci-dessus, réunisse au maximum les informations relatives aux performances du produit :

- Performances pouvant être indiquées dans le diagnostic car contrôlables directement in situ (contrôle visuel, mesures in situ, ...);
- Performances pouvant être indiquées dans le diagnostic car existence de bases de données (abaques, ...) permettant de « déduire » ces performances à partir :
 - Soit des caractéristiques initiales des fiches techniques du fabricant ;
 - Soit par transposition d'une mesure de performances (ex : vitesse du son vs caractéristiques mécaniques) ;
- Informations à destination de la maîtrise d'ouvrage B quant aux contrôles, essais, ... complémentaires à envisager préalablement au réemploi lorsque les performances ne peuvent pas être caractérisées lors de la phase de diagnostic.

Ces éléments étant destinés à donner les informations utiles quant à un potentiel de réemploi, il y a lieu de distinguer, au regard de « l'emploi initial » et de « l'emploi futur » pas nécessairement connu (cependant sur la base du même usage mais le domaine d'emploi pouvant être différent), les différentes caractéristiques en fonction de leur niveau de criticité.

Une fois que toutes les performances à justifier ont été identifiées, il s'agit ensuite d'apporter pour chacune d'elle une justification.

Cette justification peut prendre différentes formes, ce en fonction des caractéristiques du produit et du type de performance(s) à justifier :

- Justifications sur la base de connaissances historiques : Fiches techniques initiales du fabricant décrivant les performances annoncées, notice de pose, Dossier des Ouvrages Exécutés (DOE), Rapport d'essais initiaux, ... ; Dans ce cas, une attention particulière doit être apportée sur les points suivants :
 - Il doit être vérifié que les produits mis en œuvre correspondent bien aux produits visés par les documents (via d'éventuelles marques d'appareillage, ...)
 - Les caractéristiques sur les documentations sont des caractéristiques initiales qui peuvent être modifiées pendant la vie en œuvre ou lors de travaux de rénovation. Pour certaines d'entre elles, il s'avérera nécessaire de recourir aux types de justifications présentées ci-dessous.
- Justifications sur la base de contrôles in situ. Ces contrôles peuvent être réalisés au stade du diagnostic ou à certaines étapes clés (notamment après dépose ou après reconditionnement). Ils peuvent prendre la forme de contrôles visuels ou de contrôle mobilisant des moyens techniques portatifs permettant des contrôles in situ. Ils peuvent par ailleurs être réalisés par des experts qualifiés et/ou indépendants.
- Justifications sur la base d'un échantillonnage et d'un protocole d'essais en laboratoire.

Exemple de justifications/contrôles :

- Contrôle amont par le « diagnostiqueur/qualificateur réemploi »
→ **Exemple : état visuel, dimension minimale, ...**
- Caractérisation aval par l'entreprise
→ **Exemple : état des percements, résidus de joints, ...**
- Caractérisation par tiers compétent et indépendant (in situ-ex situ)
→ **Exemple : nom ou type de pierre, ...**
- Contrôle dans un laboratoire agréé
→ **Exemple : essais d'aptitude à l'emploi, ...**



3.2. Performances pour le réemploi

A noter : le respect des exigences réglementaires précisées à l'annexe D (indiquée ci-après « réglementaire ») est obligatoire.

Cependant, le respect des performances en lien avec la sécurité des personnes et en lien avec l'aptitude à l'emploi listées ci-après permettent de renforcer la confiance dans les performances du composant d'ouvrage réemployé.

Toutes les approches présentées ci-après partent des principes suivants :

- Le revêtement déposé satisfaisait à l'ensemble des réglementations applicables à la date de dépôt du permis de construire et celles-ci n'ont pas évolué ;
→ En cas d'évolution de la réglementation, il y a lieu d'examiner en quoi cette évolution impacte la caractéristique initiale et d'en informer le futur utilisateur ;
- Le revêtement déposé avait été utilisé dans son « emploi initial » dans le respect des règles de l'art.

3.2.1. PERFORMANCES ENVIRONNEMENTALES ET SANITAIRES (RÉGLEMENTAIRE)

Dans le cas où aucune communication ne prévoit d'allégation environnementale pour la mise du produit de réemploi sur le marché, il n'y a pas d'obligation d'établir une déclaration environnementale.

S'il y a une volonté de communication sur la qualité environnementale et sanitaire (allégation environnementale), une déclaration environnementale devra être établie. Compte tenu des modifications majeures liées à une 1^{ère} vie en œuvre, du fait du réemploi, la déclaration environnementale éventuellement existante sur le produit n'est pas transposable et une nouvelle déclaration devra être établie.

3.2.2. PERFORMANCE ACOUSTIQUE (RÉGLEMENTAIRE)

Il n'y a pas de caractérisation de performance à envisager sur les pierres attachées dans la mesure où la performance acoustique est apportée par la paroi complète (Gros œuvre /isolation/revêtement).

3.2.3. INCENDIE (RÉGLEMENTAIRE)

La pierre naturelle étant classée A1 en réaction au feu, il n'y a pas de caractérisation de performance à envisager sur l'élément.

Résistance au feu : Différents cas de figures peuvent se présenter selon les ouvrages, types de bâtiments, conditions d'exploitation pour « l'emploi futur », ... Des appréciations de laboratoires spécialisés dans le domaine du risque incendie peuvent être nécessaires suivant la réglementation (type de bâtiment, etc.).



ÉCONOMIE CIRCULAIRE
DES BÂTIMENTS

3.2.4. CLASSEMENT D'USAGE (APTITUDE À L'EMPLOI)

Pour déterminer le classement d'usage, plusieurs cas de figure peuvent être envisagés :

- Si les plaques sont fixées mécaniquement alors il est utile de tester l'ensemble des performances des plaques comme :
 - La résistance en flexion pour le calcul au vent,
 - La résistance aux attaches pour le calcul au vent
 - La résistance au gel dégel pour les parties exposées (soubassement, couronnement acrotère...)
- Si les plaques sont fixées par agrafes et polochons alors le réemploi est exclu.
- Si certaines dégradations sont constatées
 - Esthétiques (taches, fissures, ...) : le réemploi n'est pas souhaité
 - Mécanique : le réemploi est exclu.

Performances thermiques

Il n'y a pas de caractérisation de performance à envisager sur les plaques de pierre attachée dans la mesure où la performance thermique est apportée par le système d'isolation associé.



3.3. Récapitulatif des performances

En se basant sur les informations collectées lors du diagnostic et des modes de preuve préconisés pour chacune des performances identifiées (voir annexe D), il s'agit ici d'identifier les performances qui peuvent être considérées comme justifiées par l'examen des documents disponibles et la visite de site et les performances qui nécessitent des modes de preuves complémentaires pour pouvoir être justifiées (par exemple : échantillonnage et essais).

Il s'agit d'analyser, pour chacune des performances recensées au tableau de l'annexe D, les moyens à mettre en œuvre pour la justifier, en suivant les préconisations précisées ici.

NATURE de la performance	CARACTÉRISTIQUE	JUSTIFICATION
RÉGLEMENTAIRE	Qualité environnementale et sanitaire des produits de construction	Déclaration environnementale à établir (uniquement si allégation environnementale accompagne la commercialisation du produit)
	Acoustique	Aucune performance requise Applicable à la paroi complète (Gros œuvre /isolation/revêtement)
	Sismique	Non visé
	Incendie	Réaction au feu : A1
		Résistance au feu : PV d'essai REI à réaliser ou à obtenir via une base de données génériques
APTITUDE À L'EMPLOI	Aspect et structure	Vérifier, par contrôle visuel sur toutes les plaques la présence de fissures, trous, éclats, taches, ...
	Nature de pierre	→ Essai en laboratoire selon NF EN 12407 par nature de pierre sur un échantillon issu d'une plaque prélevée lors de la déconstruction : En cas de marbre métamorphique ou de schiste, le réemploi est exclu
	Résistance en flexion	→ Essai en laboratoire selon NF EN 12372 (Tester 10 éprouvettes issues de 12 plaques différentes déposées tous les 100 m²)
	Résistance aux attaches	→ Essai en laboratoire selon NF EN 13364 (Tester 10 éprouvettes issues de 12 plaques différentes déposées tous les 100 m²)
	Résistance au gel	→ Sans objet si la pierre est réemployée en partie courante en zone non exposée A, B ou C au sens de la NFB 10-601 sinon nombres de cycles selon NF EN 12371
PERFORMANCE COMPLÉMENTAIRE	Thermique	Aucune performance requise Applicable au système d'isolation associé



ÉCONOMIE CIRCULAIRE
DES BÂTIMENTS

Annexe A

Glossaire

A1

Définitions génériques (dans le cadre de ce document)

PRODUIT Terme générique désignant tout composant ou toute matière qui entre dans la composition des ouvrages.

PROCÉDÉ ensemble de produits mis en œuvre pour un emploi dans un ouvrage : par exemple, *procédé d'isolation thermique, procédé d'assèchement des murs, procédé d'étanchéité des terrasses...*

ÉQUIPEMENTS Au pluriel, **les équipements** désignent l'ensemble des installations de confort, de sécurité, de domotique.... D'un bâtiment : chauffage, ventilation, sanitaires, réseaux électriques, dispositifs d'alarme, etc.

USAGE – EMPLOI Fonction du produit/procédé/équipement dans le bâtiment

DOMAINE D'EMPLOI (pour les besoins de ce document) : Ensemble des informations relatives à l'emploi d'un produit/procédé/équipement comprenant notamment :

- La localisation géographique de l'ouvrage dans lequel le produit/procédé/équipement est employé (vis-à-vis des régions de vent, des régions de neige, des zones sismiques, des atmosphères extérieures, ...) ;
- La typologie du bâtiment (bâtiment d'habitation, Etablissement Recevant du Public, ...) ;
- La description des ouvrages ou parties d'ouvrage réalisés avec le produit/procédé/équipement ou dans lequel le produit est utilisé ;
- La configuration d'emploi, c'est-à-dire les conditions dans lesquelles le produit/procédé/équipement a été employé (type de support, type de mise en œuvre, expositions spécifiques auxquelles le produit est soumis, ...)

EMPLOI INITIAL usage et domaine d'emploi du produit/procédé/équipement que l'on souhaite déposer et réemployer.

EMPLOI FUTUR usage et domaine d'emploi que l'on cible à l'issue de la dépose.

OUVRAGE DE DESTINATION ouvrage ou partie d'ouvrage dans lequel le produit va être réemployé

RÉEMPLOI/RÉUTILISATION

Les types de configurations suivants peuvent être distingués pour le nouvel usage :

- Un usage et un domaine d'emploi strictement identiques à l'usage et au domaine d'emploi initial [Réemploi – Visé par ce document]
- Un usage identique mais un domaine d'emploi différent par rapport au domaine d'emploi initial, c'est-à-dire que les performances essentielles à justifier sont différentes de celles du domaine d'emploi initial.
- Deux cas de figures existent dans cette configuration :
 - Les performances essentielles attendues pour le nouvel usage sont moindres. C'est par exemple le cas pour un revêtement mural intérieur [Réemploi – Visé par ce document]
 - Les performances essentielles attendues pour le nouvel usage sont plus importantes [Réemploi – Non visé par ce document] ;
- Un usage « différencié » de l'usage initial, par exemple le cas d'une utilisation de revêtements de façade en revêtement de sol. Il ne s'agit alors pas de réemploi au sens du présent document et n'est pas visé par le présent document [Réutilisation – Non visé par ce document].

Due diligence d'un bâtiment : La due diligence est une analyse subdivisée en différents éléments clefs (marché immobilier, droit, fiscalité, technique de la construction, environnement (pollution), finance, évaluation financière du bien ...) pour accroître la transparence des projets immobiliers et permettre au bailleur de fonds d'identifier les risques déterminants avant la conclusion d'une transaction. Elle comporte notamment un diagnostic technique destiné à faire ressortir les défauts : non-conformité,

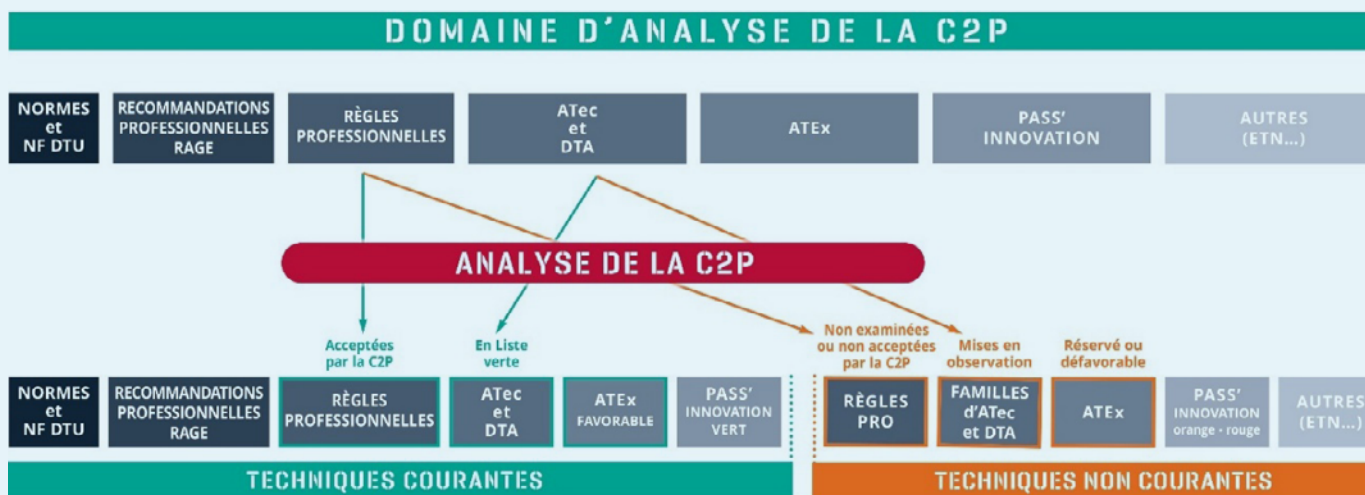
disfonctionnement, vieillissement, désordre réel, désordre potentiel du bâtiment mais, peut aussi faire ressortir les aspects positifs ou particularités.

TECHNIQUES TRADITIONNELLES l'ensemble :

- Des produits et des procédés dont les normes de production, dimensionnement et mise en œuvre permettent la construction d'un ouvrage pérenne ;
- Des produits et procédés qui résultent pour leur fabrication, leur dimensionnement et leur mise en œuvre de techniques éprouvées de longue date ou couvertes par ce qu'il est convenu d'appeler les règles de l'art.

TECHNIQUES NON TRADITIONNELLES l'ensemble des produits et procédés qui, de par leur nature et/ou leur mise en œuvre, dérogent à ce qu'il est convenu d'appeler les Règles de l'Art.

« **TECHNIQUE COURANTE** » OU « **TECHNIQUE NON COURANTE** » au sens assurantiel du terme sur la base du schéma de l'AQC suivant :



La C2P (Commission Prévention Produits mis en œuvre) de l'AQC, un lien entre domaine traditionnel ou non et techniques courantes ou non

Source: <http://www.qualiteconstruction.com/pole-prevention-produits>

Acteurs

MAÎTRE D'OUVRAGE A maître d'ouvrage propriétaire des produits qui seront réemployés

MAÎTRE D'OUVRAGE B maître d'ouvrage pour lequel les produits issus du réemploi seront mis en œuvre

DIAGNOSTIQUEUR/QUALIFICATEUR RÉEMPLOI Personnes en charge du « diagnostic réemploi » dont les compétences sont à définir.

Sigles

- **DOE** Dossier des Ouvrages Exécutés
- **ATEX** Appréciation Technique d'Expérimentation
- **ATEX** Document Particuliers du Marché

A2

Définitions spécifiques aux parquets aux Revêtement de façade en pierre naturelle attachée

- Extrait NF EN 1469 : Dalle* débitée à dimensions destinée à être utilisée comme revêtement pour murs intérieurs et extérieurs et qui peut être fixée ou suspendue à n'importe quel angle.

* Note : dans le NF DTU 55.2, cette dalle est désignée par le mot « plaque » utilisé dans ce document.

- Extrait de la NF DTU 55.2 : Revêtements en plaques de pierre fixées à un support, dont la stabilité est assurée par ailleurs.

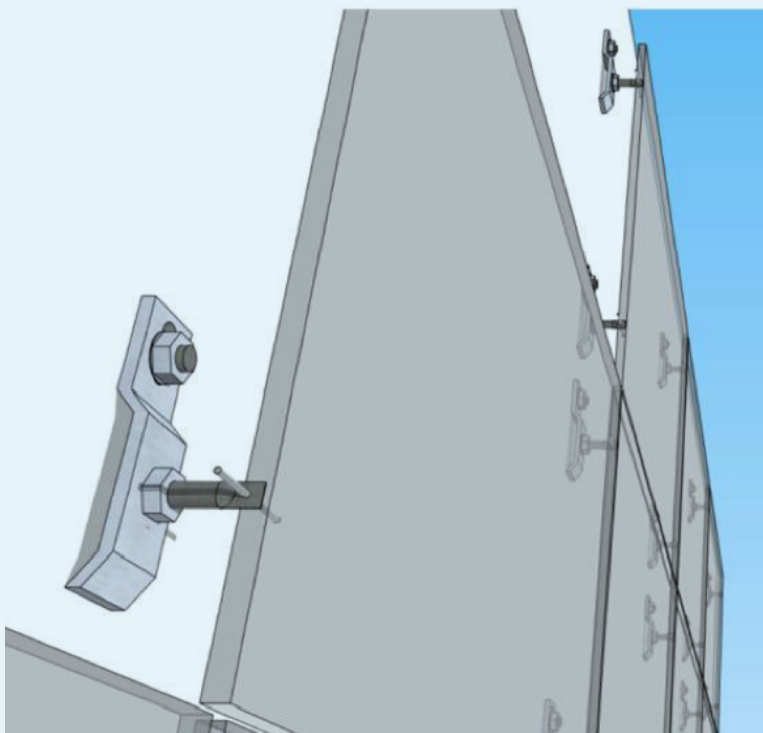


Figure A.2. Exemple d'attache métallique

- Les revêtements fixés par attaches métalliques sans polochons : les fixations des revêtements sont effectuées par des attaches métalliques. Elles sont, soit fixées mécaniquement au support, soit scellées au mortier dans le support. Une attache pour revêtements portés est un dispositif qui, associé ou non à d'autres attaches, sert à fixer une ou plusieurs plaques de pierre à un support.
- Les revêtements fixés sur une ossature intermédiaire : La technique de fixation sur ossature est utilisée lorsque la pose sur le support est impossible : soit parce que la distance support-revêtement est trop importante ou parce que la résistance du support est insuffisante (bloc creux, béton cellulaire...). Elle nécessite une étude spécifique permettant de repérer les zones résistantes du support ou sera ancrée l'ossature.



ÉCONOMIE CIRCULAIRE
DES BÂTIMENTS

Annexe B

Chronologie d'un diagnostic réemploi

Les phases suivantes d'un diagnostic ont été mises en avant :

- Une première phase documentaire afin de se familiariser avec :
 - Les plans du site ;
 - Les diagnostics du site (repérages amiante, plomb, ...) ;
 - Les Dossiers des Ouvrages Exécutés (DOE) et documents liés à la nature des matériaux et à leur pose ;
 - Tous documents pertinents issus de la Due Diligence du bâtiment ;
 - Les éléments du marché de démolition et curage le cas échéant, afin de connaître les premières méthodes de dépose, déconstruction et/ou démolition (situation dans le bâti et moyens de dépose).

Remarque : l'absence de documentation ne remet pas en cause la possibilité de réemploi.

- Une première visite in situ préparatoire éventuelle sous la forme d'une inspection visuelle :
 - Repérage des différents matériaux ;
 - Identification des matériaux pouvant être réemployés et de l'étendue du gisement ;
 - Localisation de ces matériaux ;
 - Constat de l'état des plaques (aspect, taches, dégradations...)
 - Dans le cas de bâtiment encore occupés, réalisés des interviews auprès des différentes personnes (responsable site / responsables techniques / gardien / usagers) susceptibles d'avoir des informations sur les interventions sur le revêtement ;
 - Premières réflexions sur les méthodes de déconstruction possibles à adopter sur le site : démontabilité ou déconstruction et moyens associés en cohérence avec les caractéristiques du site ;
- Une phase d'approfondissement des archives disponibles au regard de la première visite et en particulier la recherche, si besoin, de fiches fournisseurs de l'époque (fiches techniques, notice d'installation, certificats, Avis Technique/ATEX, ...).
- Une seconde visite in situ si nécessaire (cf. Annexe E).
 - Qualification fine des gisements réemployables (contrôle visuel, risques identifiés, homogénéité du gisement) ;
 - Tests et échantillonnages si nécessaire ;
 - Récupération de données historiques sur site liées aux différents gisements si nécessaire ;
 - Détail sur la gouvernance des différents matériaux (MOA, partenariat avec un autre MOA, prestation du démolisseur, industriel à l'origine du produit) ;
 - Identification des débouchés possibles de chaque matériau et aide au choix auprès des filières.
- La mise à disposition du rapport de diagnostic réemploi :

L'élaboration des fiches matériaux (incluant le diagnostic du produit à déposer, le diagnostic du domaine d'emploi, les performances ayant pu être déterminées in situ, les modes de preuve à apporter pour les autres performances à caractériser en laboratoire ainsi que, les préconisations de la dépose à la remise en œuvre).

Préalablement à chaque visite, il conviendra de s'assurer :

- Quelles zones du bâtiment concerné par le diagnostic sont visitables et accessibles dans des conditions de sécurités adéquates (électricité en fonctionnement, présence d'éclairage, pas de dégradation importante du bâti) ;
- De vérifier si le port des protections individuelles de sécurité est nécessaire ;
- De prévoir les appareils et outils adéquats, à savoir (liste non exhaustive) :
 - Lampe torche (frontale) ;
 - Tablette numérique ;
 - Papier et plan imprimé ;
 - Crayons ;
 - Appareil photo ;
 - Marqueur ;
 - Outil de mesure : Mètre mesureur, Télémètre, Humidimètre, Pied à coulisse ;
 - ...

A ces phases s'ajoutent des interfaces d'échanges en parallèle avec l'équipe projet du site déconstruit et, dans le cas d'un réemploi dont le débouché est un site de construction/rénovation connu, l'équipe projet de l'opération de construction accueillante.

Sur le projet du site à démolir, échanger avec le maître de l'ouvrage ou son représentant :

- Sur le lieu et le délai possible de stockage des éléments déposés ;
- Sur les moyens matériels qui sont en place, notamment les moyens de levage (type chariot élévateur) le maintien en fonctionnement des ascenseurs existant en perspective de la manutention des éléments déposés

Enfin, la notion de calendrier est importante pour s'assurer de l'efficacité du diagnostic ressource : celui-ci doit intervenir sur le site démoli avant le lancement des travaux de curage et de façon optimale avant la consultation des entreprises de curage/démolition et sur le site de réemploi (le cas échéant) relativement tôt dans la phase de conception (APD par exemple) pour être intégré au processus de choix des matériaux.



ÉCONOMIE CIRCULAIRE
DES BÂTIMENTS

Annexe C

**Normes,
règles de l'art,
définitions et marque
de qualité**

C1

Normes et Règles de l'Art

Les principales références normatives : Normes générales, de terminologie, de spécifications, norme harmonisée :

- **NF B 10-601** – Produits de carrière - Pierres naturelles - Prescriptions générales d'emploi des pierres naturelles.
- **NF EN 1469** – Produits en pierre naturelle - Dalles de revêtement mural - Exigences
- **NF EN 1925** – Méthodes d'essai pour pierres naturelles - Détermination du coefficient d'absorption d'eau par capillarité.
- **NF EN 1936** – Méthodes d'essai des pierres naturelles - Détermination des masses volumiques réelle et apparente et des porosités ouvertes et totale.
- **NF EN 12371** – Méthodes d'essai pour pierres naturelles - Détermination de la résistance au gel.
- **NF EN 12372** – Méthodes d'essai pour pierres naturelles - Détermination de la résistance à la flexion sous charge centrée.
- **NF EN 12407** – Méthodes d'essai pour pierres naturelles - Examen pétrographique.
- **NF EN 12440** – Pierres naturelles - Critères de dénomination.
- **NF EN 12670** – Pierre naturelle - Terminologie.
- **NF EN 13161** – Pierre naturelle - Détermination de la résistance en flexion sous moment constant
- **NF EN 13364** – Méthodes d'essai pour pierre naturelle - Détermination de l'effort de rupture au niveau du goujon de l'agrafe.
- **NF EN 13373** – Méthodes d'essai pour pierres naturelles - Détermination des dimensions et autres caractéristiques géométriques.
- **NF EN 13501-1** – Classement au feu des produits et éléments de construction - Partie 1 : Classement à partir des données d'essais de réaction au feu.
- **NF EN 14066** – Méthodes d'essai pour les pierres naturelles - Détermination de la résistance au vieillissement accéléré par choc thermique.
- **NF EN 14579** – Méthodes d'essai pour pierres naturelles - Détermination de la vitesse de propagation du son
- **NF EN 16306** – Méthodes d'essai pour pierres naturelles - Détermination de la résistance du marbre aux cycles thermiques et d'humidité.
- **NF EN 16140** – Méthodes d'essai pour pierres naturelles - Détermination de la sensibilité aux changements d'aspect induits par des cycles thermiques.
- **NF EN ISO 10456** – Matériaux et produits pour le bâtiment - Propriétés hygrothermiques - Valeurs utiles tabulées et procédures pour la détermination des valeurs thermiques déclarées et utiles (ISO 10456).
- **NF EN ISO 12572** – Performance hygrothermique des matériaux et produits pour le bâtiment - Détermination des propriétés de transmission de la vapeur d'eau (ISO 12572).

Normes de mise en œuvre :

- **NF DTU 55.2 (P65-202)** – Revêtements muraux attachés en pierre mince

C2

Marque de qualité

La pierre naturelle attachée ne possède pas de marque de qualité.



ÉCONOMIE CIRCULAIRE
DES BÂTIMENTS

Annexe D

Performances requises pour les revêtements de façade en pierres attachées

Certaines contraintes pouvant conduire à un réemploi réhibitoire du produit, les performances ont été hiérarchisées : les réglementaires, celles liées à la sécurité des personnes, celles liées à l'aptitude à l'emploi et d'autres performances complémentaires.

D1

Performances réglementaires

Les réglementations indiquées dans le tableau suivant sont concernées :

- Soit parce qu'applicables intrinsèquement au produit ;
- Soit parce qu'applicables aux composants associés au produit.

RÉGLEMENTATIONS	APPLICABLE ?		ÉLÉMENTS / INFORMATIONS À RÉUNIR*
	OUI	NON	
Thermiques (neuf ou rénovation)	X*		Cf. ci-dessous
Qualité de l'air intérieur (étiquetage)		X*	
Substances dangereuses (REACH)		X	
Biocides		X	
Qualité environnementale et sanitaire des produits de construction	Uniquement si allégation environnementale lors de la mise sur le marché		
Acoustique	X*		Cf. ci-dessous
Incendie / Réaction au feu	X		
Incendie / Résistance à la propagation du feu par les façades comportant des baies	X		
Sismique	X**		
Accessibilité		X	
* Fonction de l'ouvrage			
** Fonction de la zone sismique visée et de la catégorie d'importance du bâtiment			

Pour certaines réglementations (exemple thermique, acoustique, ...), le produit peut n'être qu'un contributeur à la satisfaction de la réglementation. Avant d'envisager des essais, il sera utile d'apprécier la pertinence technique, mais également économique, de faire des essais sur un échantillonnage.

L'appréciation des performances thermiques et/ou acoustiques doit être faite en tenant compte du type de mur (système) et de ses caractéristiques intrinsèques (épaisseur, masse, etc.)

QUALITÉ ENVIRONNEMENTALE ET SANITAIRE DES PRODUITS DE CONSTRUCTION

Cette réglementation s'applique lorsqu'une allégation à caractère environnemental accompagne la commercialisation d'un produit du bâtiment (consommation des ressources, déchets solides valorisés ou éliminés, changement climatique, acidification atmosphérique, pollution de l'air ou de l'eau, formation d'ozone photochimique, eutrophisation ...). Le responsable de la mise sur le marché est alors tenu d'établir la déclaration environnementale de son produit et de la faire vérifier par une tierce partie indépendante. La mise en place de la RE2020 viendra certainement modifier ces conditions.

Principaux textes réglementaires à la date de rédaction du document :

- [Arrêté du 23 décembre 2013, modifié](#) relatif à la déclaration environnementale des produits de construction et de décoration destinés à un usage dans les ouvrages de bâtiment
→ Cette réglementation précise les informations que doit spécifier la déclaration environnementale, les formats d'unités fonctionnelles pour chaque catégorie de produit, les méthodes d'évaluation et de calcul des informations à déclarer.
- [Arrêté du 31 août 2015](#) relatif à la vérification par tierce partie indépendante des déclarations environnementales des produits de construction, des produits de décoration et des équipements électriques, électroniques et de génie climatique destinés à un usage dans les ouvrages de bâtiment
→ Cette réglementation précise les modalités de vérification des déclarations environnementales par tierce partie ainsi que les conditions de reconnaissance de cette tierce partie par un organisme ayant signé une convention avec les ministres chargés de la construction et du logement.

INCENDIE

Principaux textes réglementaires à la date de rédaction du document :

La réglementation incendie se décline différemment selon la typologie du bâtiment :

- Bâtiments d'habitation : [Arrêté du 31 janvier 1986, modifié](#)
→ La section 4 du Chapitre II concerne les façades. Pour les bâtiments d'habitation, les parements extérieurs des façades doivent être, classés conformément, aux articles 12 et 13, au moins D-s3, d0 suivant la solution retenue et décrite dans l'arrêté du 07/08/2019.-
- Établissements Recevant du Public (ERP) : [Arrêté du 25 juin 1980, modifié](#)
→ Les dispositions de la section 5 du Chapitre II ont pour but d'empêcher la propagation du feu par les façades. Les revêtements extérieurs de façades doivent être en matériau de catégorie M3 ou D-s3, d0. Toutefois, lorsque la règle de l'article CO 21, § 3 (règle C + D), n'est pas appliquée à l'ensemble d'une façade, les revêtements extérieurs de façade, les fermetures et éléments d'occultation des baies doivent être de catégorie M2 ou C-s3, d0. (Article CO 20)
- Immeubles de Grande Hauteur (IGH) : [Arrêté du 30 décembre 2011 modifié](#),
→ Les composants et équipements de façade sont classés M0 ou A2-s3, d0, à l'exception : des cadres de menuiseries, éléments verriers, stores, ... décrits à l'article GH12.
- Etablissement relevant du Code du Travail : Décret n° 2008-244 (nouveaux établissements et établissements existants) et [Arrêté du 5 août 1992, modifié](#) Non concerné

INCENDIE (RÉSISTANCE À LA PROPAGATION VERTICALE DU FEU PAR LES FAÇADES COMPORTANT DES BAIES)

Principaux textes réglementaires à la date de rédaction du document :

La réglementation incendie se décline différemment selon la typologie du bâtiment :

- Établissements Recevant du Public (ERP) : [Arrêté du 25 juin 1980, modifié](#)
→ Si les éléments constitutifs de la façade comportent des vides susceptibles de créer un effet de cheminée, ces vides doivent être recoupés tous les deux niveaux par des matériaux de catégorie M0 (article CO21)

SISMIQUE

- Arrêté du 22 octobre 2010, modifié relatif à la classification et aux règles de construction parasismique applicables aux bâtiments de la classe dite à risque normal. La réglementation parasismique impose des exigences différentes pour le dimensionnement du bâtiment et de ses éléments non structuraux selon la zone sismique concernée (zones de sismicité 1 à 5 définies par les articles R.563-4 et D.563-8-1 du code de l'environnement) et la catégorie d'importance du bâtiment (catégories d'importance I à IV des bâtiments à risque normal définies à l'article 2 de l'arrêté). L'article 3 de l'arrêté du 22 octobre 2010 liste les cas pour lesquels l'application des règles de construction parasismique est exigée pour les bâtiments neufs. L'application des dispositions parasismiques pour des éléments non structuraux mis en œuvre dans un bâtiment existant est imposée par l'arrêté en cas d'ajout ou de remplacement de ces éléments lors de certains travaux sur la structure, listés dans les conditions particulières.

D2

Performances en lien avec la sécurité des personnes

Sans objet si la réglementation et les normes applicables sont respectées (cf. § incendie ci-avant).

D3

Performances en lien avec l'aptitude à l'emploi

Les performances usuellement requises pour les revêtements muraux en pierre attachée sont décrites dans la norme NF B 10-601 – Produits de carrières – Pierres naturelles – Prescriptions générales d'emploi des pierres naturelles. Les références normatives des déterminations de ces performances sont mentionnées ci-après au § D.5.

D4

Performances complémentaires

Toutes autres caractéristiques, a priori contractuellement demandées pour la seconde vie en œuvre (couleur, finition, planéité, tolérances dimensionnelles, résistance aux chocs...).

D5

Performances et domaine d'emploi

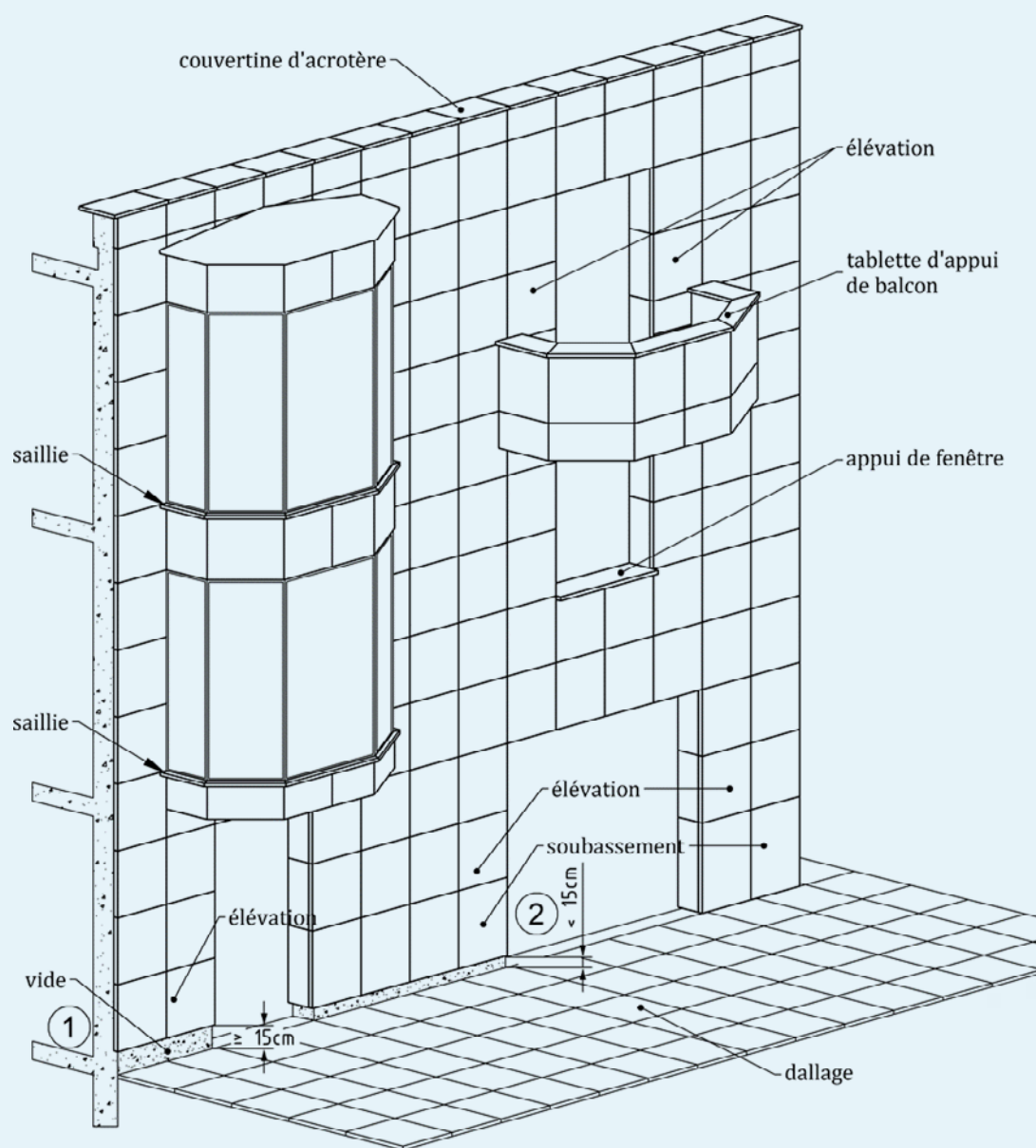


Figure D.5 Revêtement mural attaché en pierre naturelle (vue perspective extérieure)

Nature de la performance	Type de performance	Description / commentaire	Destination dans l'ouvrage et domaine d'emploi
Réglementaire	Thermiques (neuf ou rénovation)	En fonction de l'ouvrage avec l'isolant associé	Intérieur et extérieur
	Qualité de l'air intérieur (étiquetage)	Concerne le niveau d'émission de substances volatiles dans l'air intérieur, présentant un risque de toxicité par inhalation	Intérieur
	Qualité environnementale et sanitaire des produits de construction	Concerne la déclaration environnementale : Uniquement si allégation environnementale lors de la mise sur le marché	
	Acoustique	En fonction de l'ouvrage	Intérieur et extérieur
	Incendie / Réaction au feu		Intérieur et extérieur
	Incendie / Résistance à la propagation du feu par les façades comportant des baies		Extérieur
	Sismique	En fonction de la zone sismique visée et de la catégorie d'importance du bâtiment	Intérieur et extérieur
Aptitude de l'emploi	Résistance moyenne aux attaches ^{a,b} NF EN 13364	≥ 400 N	Revêtement attaché intérieur
	Gélivité NF EN 12371	A, B et C aucune D ≥ 12 cycles	Revêtement attaché extérieur : Élévation en partie courante (y compris rejaillissement autre que soubassement)
	Résistance moyenne aux attaches ^{a,b} NF EN 13364	≥ 400 N	
	Résistance du marbre aux cycles thermiques et d'humidité NF EN 16306	^c	
	Gélivité ^d NF EN 12371	A ≥ 12 cycles B ≥ 24 cycles C ≥ 48 cycles D ≥ 48 cycles	Revêtement attaché extérieur : Saillie > 6 cm ^f Tablette d'appui de balcon ^f
	Résistance moyenne aux attaches ^{a,b} NF EN 13364	≥ 400 N	
	Résistance du marbre aux cycles thermiques et d'humidité NF EN 16306	^c	
	Gélivité ^d NF EN 12371	A ≥ 12 cycles B ≥ 12 cycles C ≥ 24 cycles D ≥ 48 cycles	Revêtement attaché extérieur : Appui de fenêtre ^{d,f}
	Résistance moyenne aux attaches ^{a,b} NF EN 13364	≥ 400 N	
	Détermination de la résistance du marbre aux cycles thermiques et d'humidité NF EN 16306	^c	
	Gélivité NF EN 12371	A ≥ 12 cycles B ≥ 12 cycles C ≥ 48 cycles D ≥ 96 cycles	Revêtement attaché extérieur : Soubassement ^e
	Résistance moyenne aux attaches NF EN 13364	^b	
	Détermination de la résistance du marbre aux cycles thermiques et d'humidité NF EN 16306	^c	
	Gélivité ^d NF EN 12371	A ≥ 12 cycles B ≥ 24 cycles C ≥ 48 cycles D ≥ 96 cycles	Revêtement attaché extérieur : Revêtement mince de couronnement d'acrotère ou autre ouvrage similaire ^f
	Résistance moyenne aux attaches ^{a,b} NF EN 13364	≥ 400 N	
	Détermination de la résistance du marbre aux cycles thermiques et d'humidité NF EN 16306	^c	

^a Pour l'épaisseur mise en œuvre.

^b Pour le dimensionnement et la tenue au choc, voir NF P 65-202 (NF DTU 55.2).

^c Ne concerne que les marbres (roches métamorphiques) qui ne peuvent pas être utilisés à l'extérieur, sauf s'ils peuvent justifier de leur tenue à la décohésion granulaire selon l'essai de la norme NF EN 16306.

Le gauchissement permanent doit être inférieur à 0,40 mm/m au bout de 50 cycles et le taux d'augmentation du gauchissement doit être inférieur à 0,02 mm/m au cours des deux derniers cycles d'essais.

^d Le dimensionnement du revêtement sera alors fait avec la valeur de résistance en flexion la plus basse obtenue après l'essai.

^e S'il est prévu une protection métallique selon les normes appropriées d'indice de classement de la sous-classe P 34, il n'y a pas d'exigence de gélivité.

^f Soubassement : toute pierre dont le chant inférieur est à moins de 15 cm du sol fini.

Prévoir un dispositif anti-ruissellement (larmier, etc...).

Tableau D.5 Pierres naturelles pour revêtements muraux attachés en pierre mince d'épaisseur < 80 mm (voir Figure D.5)

La carte de France définissant les quatre zones de gel (A : très faible, B : faible, C : modéré et D : sévère) avec le détail par canton, en tenant compte de l'altitude, est donnée dans l'Annexe A de la norme NF B 10-601.



ÉCONOMIE CIRCULAIRE
DES BÂTIMENTS

Annexe E

Fiche réemploi

Fiche réemploi n°

INFORMATIONS GÉNÉRALES SUR LE BÂTIMENT EXISTANT

- Adresse du bâtiment de la 1ère utilisation :
- Date de dépôt du permis de construire :
- Année de mise en œuvre du produit à déposer :
- Date de réception du bâtiment :
- Usage et historique relatifs au produit à déposer (application d'un produit en surface, éventuelles pathologies pouvant avoir impacté le produit ...)

INFORMATIONS RELATIVES À LA MISE EN ŒUVRE

- Mode de pose :
☐ Polochons ☐ Pattes mécaniques ☐ Ossatures
- Support :
- Nature du support :
☐ Béton ☐ Maçonnerie
- Sous-couche isolante
☐ Non ☐ Oui Si oui, nature de la sous-couche : _____
- Autres informations : _____

INFORMATIONS RELATIVES AU PRODUIT

DESCRIPTION GLOBALE	Nom et type de pierre :	
	Le produit est-il déjà un produit réemployé : ☐ Non ☐ Oui	
RÉFÉRENCES	Fabricant : ☐ Non ☐ Oui _____ Disponibilité fiche technique : ☐ Non ☐ Oui Disponibilité prescriptions mise en œuvre : ☐ Non ☐ Oui	
CARACTÉRISTIQUES GÉOMÉTRIQUES	Longueur : _____ cm Largeur : _____ cm Épaisseur : _____ cm	
DESCRIPTION	Finition de surface /	Adouci : ☐ Non ☐ Oui Poli : ☐ Non ☐ Oui Autre : _____
ASPECT GÉNÉRAL	☆☆☆☆☆☆	
ASPECT DÉTAILLÉ	Rayures ☐ Non ☐ Oui - Cause probable/quantité/Profondeur/localisation* Taches : ☐ Non ☐ Oui - Cause probable/quantité/Profondeur/localisation* Variation de nuances : ☐ Non ☐ Oui - Cause probable/quantité/localisation Épaufures, éclats : ☐ Non ☐ Oui - Cause probable/quantité/localisation Présence de micro-organismes : ☐ Non ☐ Oui - Cause probable/quantité /localisation	
QUANTITÉ DISPONIBLE EN RÉEMPLOI	Possibilité de réemploi sans reprise de la finition de surface : ☐ Non ☐ Oui - Quantité (m²) : _____ Réemploi avec reprise de la finition : ☐ Non ☐ Oui - Quantité (m²) : _____ Éléments endommagés pouvant potentiellement être réemployés après découpe. ☐ Non ☐ Oui - Quantité (m²) : _____	

SI LE MATÉRIAU DEVAIT ÊTRE UN DÉCHET, IL SERAIT :

☐ Inerte ☐ Non dangereux ☐ Dangereux

INFORMATIONS RELATIVES AU DOMAINE D'EMPLOI INITIAL

Usage et localisation du produit sur/dans l'ouvrage existant

- Zone sismique :
☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ Sans objet
- Catégorie d'importance du bâtiment :
☐ I ☐ II ☐ III ☐ V ☐ Sans objet
- Régions de vent (utilisation en extérieur) :
☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ Sans objet
- Zone de gel (utilisation en extérieur) :
☐ Sans objet ☐ Oui : ☐ A (très faible) ☐ B (faible) ☐ C (modéré) ☐ D (sévère)
- Autre (préciser) :
- Typologie de bâtiment :
☐ Habitation/Logement-foyer - Famille : _____
☐ ERP - Catégorie et le ou les type(s) _____
☐ IGH - Classe : _____
☐ Code du travail
☐ Hauteur plancher bas : _____
☐ Bureaux ☐ Industrie ☐ Logistique ☐ Autre (préciser) : _____
- Exposition extérieure (utilisation en extérieur)
☐ Rurale non polluée ☐ Urbaine normale ☐ Urbaine sévère ☐ Mixte
☐ Marine : ☐ < 3km ☐ de 3 à 10 km ☐ de 10 à 20 km
☐ Particulière (préciser) : _____
☐ Sans objet



ÉCONOMIE CIRCULAIRE
DES BÂTIMENTS

Annexe F

Précautions à respecter de la dépose à la remise en œuvre

Cette annexe est destinée à préciser les préconisations à respecter, aux moments des étapes de dépose, transport, stockage, reconditionnement éventuel et remise en œuvre afin de maintenir les performances du produit et son aptitude à l'emploi pour l'ouvrage considéré.

F1

Dépose

Lors de la dépose, des précautions doivent être prises afin de conserver l'intégrité des éléments. Cela comprend, entre autres, les points suivants pour chaque matériau réemployable identifié :

- Méthodologie de déconstruction préconisée ;
- Appréciation des besoins matériels et humains pour mettre en place la méthodologie de déconstruction

La dépose :

- Est-ce que la dépose est possible dans des conditions de sécurité optimales ?
- Quels sont les moyens de manutention adéquates (sécurisés et peu pénibles, échafaudages, nacelle,)
- Quel est l'outillage adapté (par exemple : disqueuse pour la découpe des pattes, ventouses, pinces, ...)
- Lieu du tri
 - Lors de la dépose, séparer les éléments afin d'en faire des groupes homogènes. Pour chaque groupe, penser à avoir une logique de lot pouvant être différencié par zones d'usage.
 - Dans le cas où il y a lieu de faire un échantillonnage en perspective d'essais en laboratoire sans reconditionnement intermédiaire, réaliser ce tri sur le lieu de déconstruction afin de respecter les zones de prélèvement le cas échéant.

F2

Transport / lieu du stockage

Lors du transport et dans tous les lieux de stockage, les plaques sont entreposées sur palettes (sans déborder de la surface de la palette). Filmer ces palettes de manière à éviter toute détérioration durant les étapes de logistique.

Les locaux de stockage doivent être propres afin de ne pas engendrer de salissures ou de détériorations pendant la durée de stockage (humidité, poussière, etc.)

F3

Préparation de la ressource

- Etat attendu à réception et détail des opérations :
 - de remise en état/préparation (contrôler, réparer, nettoyer le lieu : sur site, sur site par une unité spécifique, dans une filière extérieure spécifique)
 - de transport si nécessaire entre le site d'entreposage et le site de réemploi (transports : palettisation, vrac, autres spécificités...)
- L'analyse de la rentabilité du réemploi ne fait pas partie du périmètre de ce document. Cependant, une analyse a minima sommaire des impacts économiques associés à un réemploi (surcoûts de dépose, coût de requalification, valeur estimée à la revente, ...) au moment de la phase de diagnostic est un point clé pour engager la chaîne d'acteurs dans un processus de dépose sélective en vue d'un réemploi.



FONDATION
BÂTIMENT
ÉNERGIE