

ÉCONOMIE CIRCULAIRE
DES BÂTIMENTS

Méthodologie de diagnostic et d'évaluation des performances pour le réemploi de briques



FONDATION
BÂTIMENT
ÉNERGIE

MÉTHODOLOGIE DE DIAGNOSTIC
ET D'ÉVALUATION DES PERFORMANCES
POUR LE RÉEMPLOI DE BRIQUES



ÉCONOMIE CIRCULAIRE
DES BÂTIMENTS

Coordination de l'enjeu
Olivier DUPONT / MECD

Responsable du document
Quentin LEBONNOIS / CTMNC

Contributeurs groupe recherche
Mathieu HERVY, Stéphane LAGREVE, Thi Thu Huong LE, Mustapha SARI / CTMNC
Joël LATOUR, Carole LE BLOAS / QUALICONSULT

Contributeurs groupe utilisateurs

Bellastock
Eiffage
Bruxelles Environnement
VLA Architecture
Cycle Up
Rotor
Doyère Démolition

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	4	3. Performances pour le réemploi et modes de preuves	19
Préambule	5	3.1 Introduction	20
1. Introduction	8	3.2 Performances	21
1.1. Domaine d'application du document	3	3.3 Récapitulatif des performances	25
1.2. Description de la méthodologie	3		
2. Diagnostic du produit dans l'ouvrage existant	11	Annexe A	
2.1 Introduction	4	Glossaire	28
2.2 Informations générales sur le bâtiment existant	4	Annexe B	
2.3 Diagnostic relatif au produit	6	Chronologie d'un diagnostic réemploi	32
2.3.1 Description technique du produit	6	Annexe C	
2.3.2 Quantité disponible en réemploi	11	Normes, règles de l'art et marque de qualité	35
2.3.3 Accès au gisement (démolition / abattage sélectif / déconstruction)	11	Annexe D	
2.4 Diagnostic relatif au domaine d'emploi initial	11	Performances requises pour la famille de produits	38
2.4.1 Usage et localisation du produit sur/dans l'ouvrage existant	11	Annexe E	
2.4.2 Localisation géographique du bâtiment	11	Logigrammes	48
2.4.3 Typologie de l'ouvrage initial au sens de la réglementation incendie	12	Annexe F	
2.4.4 Conditions d'exposition extérieure	12	Fiche réemploi	51
2.4.5 Conditions d'exposition intérieure	12	Annexe G	
2.4.6 Sollicitations mécaniques	13	Précautions à respecter de la dépose à la remise en œuvre	56
2.4.7 Autres sollicitations, actions d'entretien ou de protection vécues par le produit	13		

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 (« Atelier FBE ECB du 20 juin 2019 - Méthodologie de diagnostic et d'évaluation des performances 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 du 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)

de mur en maçonnerie émanant 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 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 les **briques apparentes de terre cuite, non enduites**. Les informations indiquées peuvent néanmoins être prises en compte pour d'autres éléments de maçonnerie, sans toutefois être nécessairement suffisantes.

Par ailleurs, la facilité de dépose des briques constitue l'élément fondamental qui doit être analysé avant de s'engager dans une démarche de diagnostic poussé.

Enfin, ce document porte uniquement sur un réemploi pour d'anciennes briques mises en œuvre selon les dispositions précisées dans les normes NF DTU 20.1 et 20.13. Dès lors que le matériau et/ou la mise en œuvre de la maçonnerie 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.

Note : Le présent document suppose que l'on sache où la brique va être réemployée. Il existe une autre vision du réemploi qui consiste à déposer directement les produits et à les proposer directement aux utilisateurs (architectes, ...) qui se chargeront ensuite d'évaluer eux-mêmes les performances des produits en fonction de leurs attentes.

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 :

- Étape 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 », exposition intérieure et humidité, sollicitations mécaniques, présence d'un plancher chauffant, ... cf. § Annexe D). À 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 briques »

- Étape 2 : Identification des conditions de justifications des modes de réemploi possibles. À 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 la partie 3. « Performances et mode de preuve » et Annexe E « Logigrammes »
- Étape 3 : identification des spécificités de dépose et de remise en œuvre (cf. Annexe G).

Le mode opératoire proposé est donc le suivant :

- Au moment du diagnostic réemploi, établissement d'une fiche réemploi pour les briques, sur le modèle proposé en Annexe F ;
- Mise en perspective des informations/caractéristiques/ ... recueillies dans la fiche diagnostic en fonction des performances requises pour les différents domaines d'emploi (tableau 2 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 le tableau 3 de la partie 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 d'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 » réunissant dont les compétences nécessaires à l'élaboration des étapes décrites dans cette partie 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, usure, exceptionnelles (ex : séisme) ou environnementales (ex : conditions climatiques, hygrométriques, d'entretien, ...) lors de son « emploi initial » qui peuvent avoir un impact sur ses performances.

La suite de ce paragraphe propose les points clés d'un diagnostic des briques apparentes.

Afin de réaliser un constat exhaustif sur le produit, un échantillonnage est dans chaque lieu présentant des usages ou conditions spéciales, susceptibles d'altérer la qualité ou l'apparence du produit (face exposée au gel ou au vent par exemple)

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 F. Pour la mobilisation de ce diagnostic et le mode opératoire proposé, voir le 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 (accélération sismiques et charges climatiques)*
- Date de dépôt du permis de construire
→ *Les exigences réglementaires applicables sont celles en vigueur à la date d'obtention du permis de construire*
Année de mise en œuvre du produit
→ *S'il y a 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 local dans lequel la brique était employée*
→ *Préciser les éventuelles interventions (rénovations, ...)*
→ *Préciser les éventuelles pathologies, sinistres connus/constatés sur l'ouvrage (se reporter aux éventuels rapports d'experts (cadre d'une expertise), rapport de diagnostic, ...)*



- Autres informations disponibles
Le diagnostic doit faire état des informations réglementaires, techniques et de prescriptions contractuelles connues (Repérages techniques 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. Par exemple, la présence d'un produit de préservation (traitement antifongique, par ex.), autorisé au moment de sa vie en œuvre, et désormais non-autorisé.

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

2.3. Diagnostic relatif au produit

Il s'agit ici de compiler, **autant que possible**, les informations disponibles (cf. § Autres informations disponibles ci-dessus).

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.*

Cas d'un mur porteur ou non-porteur (mur double) en briques apparentes de terre cuite

- Désignation commerciale de la brique*
- Nom du fabricant de briques*
- Fiche technique de la brique
- Prescriptions de mise en œuvre
- Description sommaire du produit (brique pleine, brique perforée)
- Type de mortier de montage des briques (mortier bâtard, mortier à la chaux)

Le produit est-il déjà un produit réemployé ?

** Si ces informations sont disponibles, elles peuvent permettre de remonter aux éventuels certificats, évaluations (ATEX, Avis Technique, ...) en cours de validité sur le produit lors de sa 1ère mise en œuvre.*

CARACTÉRISTIQUES		ÉCHANTILLONNAGE* (* Nécessite le démontage de quelques briques)	CONSTAT VISUEL ET MESURE IN-SITU Le constat des détériorations visuelles peut résulter d'un usage inapproprié du produit dans son usage initial, de chocs accidentels localisés...
Informations relatives à la mise en œuvre	Type de mortier	Approche globale	Le type mortier est à relever car certains sont plus facilement séparables (ceux à base de chaux). Voir la note sous le tableau. Si une détérioration observée (ex : fissures, absence de cohésion) : ✓ Cause probable (ex : dégradation due à l'humidité, au gel...) ✓ Surface affectée : localisée ou généralisée, expression en % approximatif de joints affectés
	Etat du mortier de montage (Au stade du diagnostic, apprécier la faculté de séparation du mortier)	Approche globale au regard de l'aspect et de la cohésion des joints	Si détérioration observée (ex : fissures, absence de cohésion) : ✓ Cause probable (ex : dégradation due à l'humidité, au gel...) ✓ Surface affectée : localisée ou généralisée, expression en % approximatif de joints affectés
Caractéristiques géométriques, dimensionnelles - Diagnostic global	Longueur	6 briques par surface unitaire de ~60 m ²	
	Largeur		
	Épaisseur		
	Défauts éventuels des briques	Approche globale au regard de l'aspect des briques	Si détérioration observée (ex : éclats ponctuels) : ✓ Description de la détérioration constatée (ex : fissuration localisée, cratères, éclats...) ✓ Cause probable (ex : chocs accidentels, action du gel...) ✓ Quantité d'éléments affectés : expression en m ² et/ou % de surface ✓ Indiquer la localisation des différents éléments (partie courante, têtes de mur, rives...)

Aspects	Fissures*	Approche globale au regard de la surface affectée	Si détérioration observée : <ul style="list-style-type: none"> ✓ Cause probable (ex : fissures présentes initialement, fissures d'origine mécanique apparues avec le temps...) ✓ Quantité d'éléments affectés : expression en m² et/ou % d'éléments affectés ✓ Estimation de la largeur / profondeur des fissures (affectant uniquement la surface ?) ✓ Indiquer la localisation des différents éléments (tête de murs, partie courante, rives, pieds de murs)
	Cratères*	Approche globale au regard de la surface affectée	Si détérioration observée : <ul style="list-style-type: none"> ✓ Cause probable (ex : cratères présents initialement ; cratères apparus avec le temps...) ✓ Quantité d'éléments affectés : expression en m² et/ou % d'éléments affectés ✓ Estimation de la largeur / profondeur des fissures (affectant uniquement la surface ?) ✓ Indiquer la localisation des différents éléments (tête de murs, partie courante, rives, pieds de murs)
	Cloquage*	Approche globale au regard de la surface affectée	Si détérioration observée : <ul style="list-style-type: none"> ✓ Cause probable (ex : défauts présents initialement, défauts apparus avec le temps...) ✓ Quantité d'éléments affectés : expression en m² et/ou % d'éléments affectés ✓ Estimation de la taille des défauts ✓ Indiquer la localisation des différents éléments (tête de murs, partie courante, rives, pieds de murs)
	Efflorescences	Approche globale au regard de la surface affectée	Si détérioration observée : <ul style="list-style-type: none"> ✓ Cause probable (ex : efflorescences provenant des briques, du mortier de pose, remontées de sels à partir du sol, ...) ✓ Quantité d'éléments affectés : Tâches localisées ou généralisées, expression en m² et/ou % d'éléments affectés ✓ Indiquer la localisation des différents éléments
	Variations de couleurs	Approche globale au regard de la surface affectée	Si constat : <ul style="list-style-type: none"> ✓ Cause probable (ex : mixage volontaire des briques, remontée de sels provenant du sol, traitements anti-graffiti...) ✓ Quantité d'éléments affectés : Nuances localisées ou généralisées, expression en m² et/ou % d'éléments affectés
	Érosion des joints	Approche globale au regard de la surface affectée	Si détérioration observée : <ul style="list-style-type: none"> ✓ Cause probable (ex : défaut lié à la mise en œuvre, érosion naturelle...) ✓ Quantité d'éléments affectés : expression en m² et/ou % d'éléments affectés ✓ Indiquer la localisation des joints présentant des caractéristiques différentes de celles des joints en partie courante
	Épaufrures, éclats	Approche globale au regard de la surface affectée	Si détérioration observée : <ul style="list-style-type: none"> ✓ Cause probable (ex : chocs mécaniques...) ✓ Quantité d'éléments affectés : localisée ou généralisée, expression en m² et/ou % d'éléments affectés ✓ Indiquer la localisation des différents éléments (angles, rives, pourtours de baies...)
	Présence de mousses, algues...	Approche globale au regard de la surface affectée	Si détérioration observée : <ul style="list-style-type: none"> ✓ Cause probable (ex : présence d'humidité excessive, proximité de végétation, façades exposées au nord...) ✓ Quantité d'éléments affectés : localisée ou généralisée, expression en m² et/ou % d'éléments affectés ✓ Indiquer la localisation des zones affectées (pieds de murs, par ex.)
	Présence éventuelle d'un traitement de surface (ex. hydrofugeant)	Approche globale au regard de la surface traitée	Si traitement observé : <ul style="list-style-type: none"> ✓ Surfaces traitées : localisée ou généralisée, expression en m² ✓ Indiquer la localisation des zones traitées (murs extérieurs, pignons, ...)
Trous liés à la fixation de luminaires, enseignes, panneaux signalétiques ou autres (échafaudages...)	Approche globale au regard de la surface affectée	Indiquer la présence ou non de trous laissés après retrait des éléments. En cas de présence, expression en m ² de surfaces de murs concernées (en fonction de l'importance du nombre de trous), et/ou % approximatif d'éléments affectés	

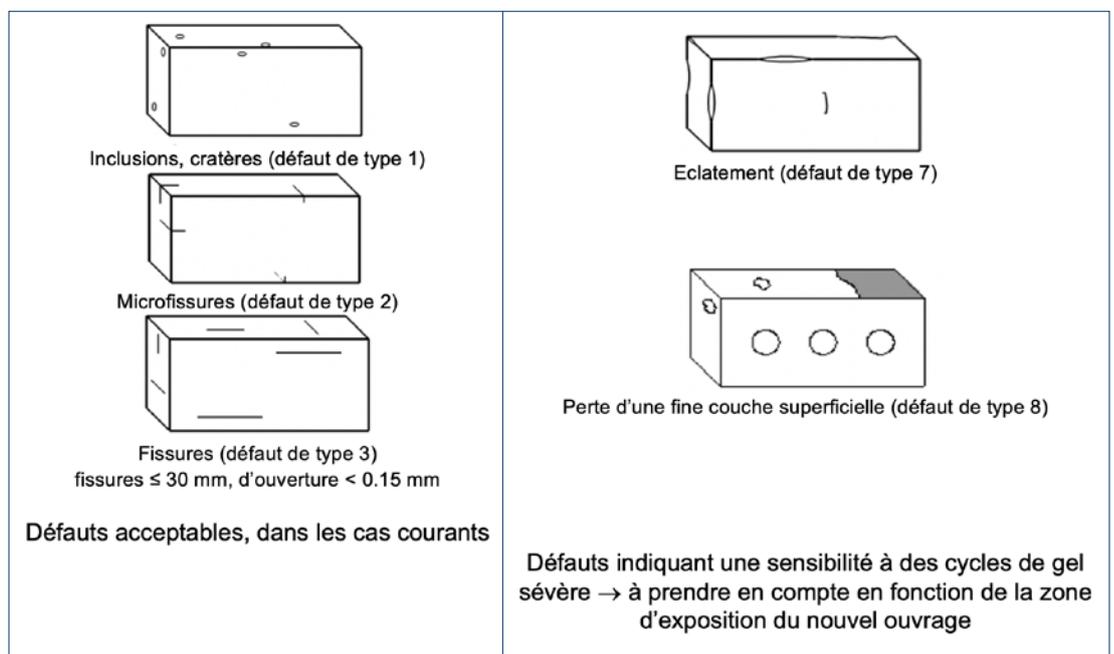
Tableau n°1 : Guide de diagnostic visuel et/ou mesure in-situ



ÉCONOMIE CIRCULAIRE
 DES BÂTIMENTS

Note concernant les mortiers :

Le mortier de hourdage, généralement à base de chaux ou de mélanges chaux/ciment (mortiers bâtards), peut être identifié par sa couleur claire. Ce type de mortier ne présente pas de difficultés particulières pour être séparé de la brique. Certaines maçonneries de briques récentes peuvent avoir été montées aux mortiers de ciment Portland (mortiers de couleur grise). Généralement, ces mortiers sont relativement peu riches en liant, et peuvent être séparés de la brique à l'aide d'outils (au burin, par exemple). Quelques types de mortiers plus récents peuvent s'avérer plus difficiles à séparer de la brique, surtout lorsque celle-ci présente des alvéoles. En fonction de l'importance du projet de déconstruction, l'identification du type de mortier utilisé peut se faire de manière non-ambigüe par le biais de techniques telles que l'Analyse Thermique Différentielle et Thermogravimétrie (ATD/ATG), ou la Spectrométrie Infra-Rouge à Transformée de Fourier (IRTF).



Quelques exemples de défauts d'aspect provoqués par le gel (extraits de la norme prEN 772-22)

2.3.2. QUANTITÉ DISPONIBLE EN RÉEMPLOI

Information à recueillir :

Nombre de m², en précisant l'épaisseur de mur, disponibles en réemploi ;

Remarques

- Pour les éléments présentant des défauts (cratères, fissures, ...), il est à envisager la possibilité qu'ils puissent être réemployés dans des emplacements ayant peu d'impact sur l'aspect visuel des ouvrages (caractère esthétique).
- Pour les éléments présentant des dégradations de surface pouvant être atténuées par une opération de nettoyage ou de traitement de surface (sablage* ou hydro-gommage, par ex.), l'aspect visuel global doit être pris en compte.

** L'opération doit être réalisée par des personnes qualifiées : un traitement mécanique inadapté peut impacter les performances des briques (absorption d'eau, tenue au gel, ...)*



2.3.3. ACCÈS AU GISEMENT (DÉMOLITION / ABATTAGE SÉLECTIF / DÉCONSTRUCTION)

- Le démontage des panneaux de murs est-il possible en conservant une intégrité des éléments ?
- Les éléments démontés peuvent-ils être sortis du bâtiment sans risques (moyens de transport adéquats) ?
- Le stockage temporaire des matériaux est-il réalisé dans des conditions ne détériorant pas les éléments ?
- Le lieu de stockage temporaire des matériaux présente-t-il les conditions de sécurité suffisantes pour prévenir toute tentative de vol (visibilité depuis l'espace public, public ayant accès au local) ?

Nota relatif à la pollution :

Bien qu'un matériau soit pollué il n'est pas à exclure. Son diagnostic doit être établi car une dépollution pourrait être entreprise. Dans le cas d'un mur en briques, ceci pourrait être la présence d'un produit de préservation (traitement antifongique, par ex.), autorisé au moment de sa vie en œuvre, et désormais non-autorisé.

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 (gros œuvre, second œuvre, décoration, ...). 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 « atmosphères extérieures ». Cependant, si l'emploi final n'est pas encore connu, il sera opportun de renseigner un maximum d'informations.*

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

- Intérieur / extérieur
- Mur porteur / parement / mur double
- Protégé / non protégé
- Accessible / non accessible
- Exposé à la pollution



ÉCONOMIE CIRCULAIRE
 DES BÂTIMENTS

2.4.2. LOCALISATION GÉOGRAPHIQUE DU BÂTIMENT

- Zone sismique : à renseigner, sans préjuger de l'aptitude au réemploi.
- Région de vent : à renseigner, sans préjuger de l'aptitude au réemploi.
- Zones de concomitance vent-pluie : à renseigner, le cas échéant (exposition des murs extérieurs)
- Région de neige : à renseigner, le cas échéant (exposition des murs extérieurs)
- Zone de gel : à renseigner, le cas échéant (exposition des murs extérieurs)
- Climat de plaine ou climat de montagne, bord de mer : à renseigner, le cas échéant (exposition des murs extérieurs)
- Zone de termites (est-ce que la présence d'alvéoles facilite la présence de termites ?) : à renseigner, sans préjuger de l'aptitude au réemploi.

2.4.3. TYPOLOGIE DE L'OUVRAGE INITIAL AU SENS DE LA RÉGLEMENTATION INCENDIE

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.

Tableau n°2 : Typologie de l'ouvrage

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, 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

La localisation de la construction existante, et son exposition à un environnement particulier (embruns salins, par ex.), peut donner des indications intéressantes sur les possibilités de réemploi futur (dans des zones comparables en termes d'exposition ou moins sévères, ou dans une application intérieure, le cas échéant).

2.4.5. CONDITIONS D'EXPOSITION INTÉRIEURE

Ambiance agressive

Ex. cas des locaux avec exposition aux détergents, composés organiques et autres (locaux d'industries alimentaires, milieux hospitaliers...)

L'exposition à un environnement agressif (contact avec des agents chimiques) dans la vie antérieure de l'ouvrage donne une indication pertinente sur la possibilité de réemploi des briques concernées dans des environnements potentiellement agressifs (industries alimentaires : exposition à des acides organiques faibles, sels et autres).

→ *Préciser ici les éventuelles expositions à des produits chimiques, à des environnements acides, des pollutions, ...*

Ambiance intérieure et exposition à l'humidité

→ Selon Cahier du CSTB n°3567-Mai 2006 : Classement des locaux en fonction de l'exposition à l'humidité des parois et nomenclature des supports pour revêtements muraux intérieurs

Tableau n°3 : Classement des locaux humides

EA LOCAUX SECS OU FAIBLEMENT HUMIDES	EB LOCAUX MOYENNEMENT HUMIDES	EB + LOCAUX PRIVATIFS LOCAUX HUMIDES À USAGE PRIVATIF	EB + LOCAUX COLLECTIFS LOCAUX HUMIDES À USAGE COLLECTIF	EC LOCAUX TRÈS HUMIDES EN AMBIANCE NON AGRESSIVE
Pas de contraintes particulières	Pas de contraintes particulières	Pas de contraintes particulières	Pas de contraintes particulières ; critères sanitaires à prendre en compte (proliférations fongiques, etc.)	Pas de contraintes particulières ; critères sanitaires à prendre en compte (proliférations fongiques, etc.)

2.4.6. SOLLICITATIONS MÉCANIQUES

Les briques apparentes de terre cuite présentent, de manière générale, un niveau de résistance mécanique appréciable. Lors du réemploi, la performance mécanique (en compression, flexion, cisaillement...) du nouvel ouvrage (maçonnerie) est à considérer en tenant compte du nouveau mortier de montage.

→ Exemples : Se référer à la partie 3.

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

- Traitements de surface éventuels
 Certains ouvrages en briques apparentes ont pu recevoir, durant leur vie en œuvre, des traitements hydrofuges. Ceci peut être vérifié en disposant quelques gouttes d'eau sur le support considéré, puis en examinant leurs forme et vitesse d'absorption. Un effet perlant (décelé par la présence de gouttes persistantes en surface, caractéristiques d'un angle de contact élevé) indique de manière non-ambigüe que le support a été traité à l'aide d'un hydrofugeant de surface. Dans ce cas, lors du réemploi, il faut privilégier l'emploi d'un mortier présentant un niveau d'adhérence élevé autrement le mortier ne collera pas à la brique (mortiers adjuvantés de polymères en poudre ou émulsion, par ex.).



Photo n° 1 : Ex. de traitement avec un hydrofugeant de surface ; illustration de l'effet perlant.



ÉCONOMIE CIRCULAIRE
DES BÂTIMENTS

3.

Performances pour le réemploi et modes de preuves



3.1. Introduction

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). Ce guide part du principe que les produits vont être réemployés dans un mode d'emploi similaire ou moins contraignant. Il est par conséquent utile que le « diagnostiqueur/qualificateur réemploi », au-delà des éléments précisés au § 2 et en annexe D, 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 il y a 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 : masse volumique vs caractéristique thermique) ;
- 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 d'identifier, 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 avec moindres contraintes), les différentes caractéristiques des produits à réemployer en fonction de leur niveau de performance attendue.

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

Cette justification peut prendre différentes formes 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, Avis Technique ou Appréciation Technique d'Expérimentation d'époque, certificats, ... ; 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 les marquages des produits, d'éventuelles photographies des conditionnements lors de la mise en œuvre, ...)
 - Les caractéristiques initiales sur les documentations sont des caractéristiques physiques qui peuvent être modifiées pendant la vie en œuvre ou lors de travaux de rénovation. Pour certaines d'entre elles, il s'avèrera nécessaire de recourir aux types de justifications présentées ci-dessous. Exemples : performances mécaniques, résistances au gel, ...
- 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 (exemple de la mise en charge sur gros œuvre béton) 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 »
→ *Ex. : défauts visuels*
- Caractérisation aval par l'entreprise
→ *Ex. : Etat des mortiers de joints (résistance intrinsèque)*
- Caractérisation par tiers compétent (in situ / ex-situ)
→ *Ex. : Essais mécaniques*

3.2. Performances pour le réemploi

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

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

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

- Le mur déposé satisfaisait à l'ensemble des réglementations applicables à la date 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 mur déposé avait été utilisé dans son « emploi initial » dans le respect des règles de l'art (couple « brique/emploi » traditionnel) ou des prescriptions du fabricant idéalement validées par une évaluation technique (couple « brique/emploi » non traditionnel).

QUALITÉ DE L'AIR INTÉRIEUR (RÉGLEMENTAIRE)

La réglementation porte sur le niveau d'émission de substances volatiles dans l'air intérieur présentant un risque de toxicité par inhalation.

Deux cas de figures sont à envisager :

- Aucun traitement de surface n'a été appliqué ultérieurement à la caractérisation « qualité de l'air intérieur » **et** les éventuelles étapes de reconditionnement **n'intègrent pas** de traitement de finition. Alors il peut être considéré que le composant d'ouvrage satisfait à la réglementation.
Remarque : Il convient cependant d'attirer l'attention auprès du futur utilisateur que ceci ne présage pas de la satisfaction à la réglementation si un nouveau traitement est appliqué lors de la mise en œuvre.
- Les éventuelles étapes de reconditionnement **intègrent** l'application d'un traitement ou il est prévu l'application d'un nouveau traitement in-situ. Alors il convient d'attirer l'attention auprès du futur utilisateur que le respect de la réglementation sera à prouver via généralement une caractérisation en laboratoire du nouveau système (brique + traitement de surface).

SUBSTANCES DANGEREUSES (RÉGLEMENTAIRE)

La réglementation porte sur l'évaluation des risques posés par les produits chimiques des produits mis sur le marché.



Deux cas de figures sont à envisager :

- aucun traitement n'a été appliqué ultérieurement à la caractérisation « substance dangereuses » **et** les éventuelles étapes de reconditionnement **n'intègrent pas** de traitement de finition. Alors il peut être considéré que le composant d'ouvrage satisfait à la réglementation.
Remarque : Il convient cependant d'attirer l'attention auprès du futur utilisateur que ceci ne présage pas de la satisfaction à la réglementation si un nouveau traitement est appliqué lors de la mise en œuvre.
- les éventuelles étapes de reconditionnement **intègrent** l'application d'un traitement ou il est prévu l'application d'un nouveau traitement in-situ. Alors il convient d'attirer l'attention auprès du futur utilisateur que le respect de la réglementation sera à démontrer.

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 première vie en œuvre, au fait du réemploi, ... la déclaration environnementale éventuellement existante sur le produit n'est pas transposable et une nouvelle déclaration devra être établie.

PERFORMANCE ACOUSTIQUE (RÉGLEMENTAIRE)

La performance acoustique doit être étudiée en fonction du type d'ouvrage et du domaine d'emploi visé.

INCENDIE – RÉSISTANCE AU FEU - RÉACTION AU FEU (RÉGLEMENTAIRE)

Réaction au feu : les briques sont incombustibles. Classement A1.

Résistance au feu : Différents cas de figures peuvent se présenter selon les ouvrages, types de bâtiments, conditions d'exploitation pour « l'emploi futur », ... La prise en compte du risque incendie est à considérer selon que l'ouvrage soit porteur ou non-porteur. Des appréciations de laboratoires spécialisés dans le domaine du risque incendie peuvent être nécessaires suivant la réglementation (type de bâtiment, etc. : cf. Annexe D1)

RÉSISTANCES MÉCANIQUES

Différentes techniques peuvent être utilisées in-situ, en vue de l'appréciation du niveau de résistance mécanique des briques pleines :

- Scléromètre





ÉCONOMIE CIRCULAIRE
DES BÂTIMENTS

Il s'agit d'un outil manu-portable utilisé pour la caractérisation de la résistance et de la dureté de matériaux pleins, tels que briques, béton, etc. Son étalonnage préalable (corrélation avec des essais de compressions conventionnels) permet d'ajuster la précision de la mesure.

L'auscultation au scléromètre, simple et rapide, donne des indications intéressantes sur l'homogénéité des caractéristiques des composants d'ouvrages : une cartographie est susceptible d'être établie soit dans le cadre d'un même bâtiment (prise en compte des différents murs, de leur exposition, etc.), soit en considérant des bâtiments situés dans un périmètre proche.

Si l'importance du projet le justifie, il est possible d'établir une corrélation entre mesures au scléromètre et essais de compression en laboratoire, de manière à disposer d'indications pertinentes dans le cadre du réemploi dans des ouvrages structuraux.

- Perfotest



Cet outil donne une indication sur la dureté et la cohésion de surface des matériaux ; différentes tailles de poinçons existent, permettant d'adapter l'essai aux caractéristiques physiques des briques en place (cohésion, dureté de surface ...).

- Arrachemètre



www.directindustry.fr

Cet outil est utilisable pour mesurer la cohésion de surface des briques insitu ou en laboratoire. Il se base sur l'application mécanisée d'un effort de traction sur des pastilles métalliques (de formes circulaire ou carrée) collées préalablement à l'araldite en surface des briques. La contrainte d'arrachement peut être lue directement.

- Essai d'auscultation dynamique au Pundit



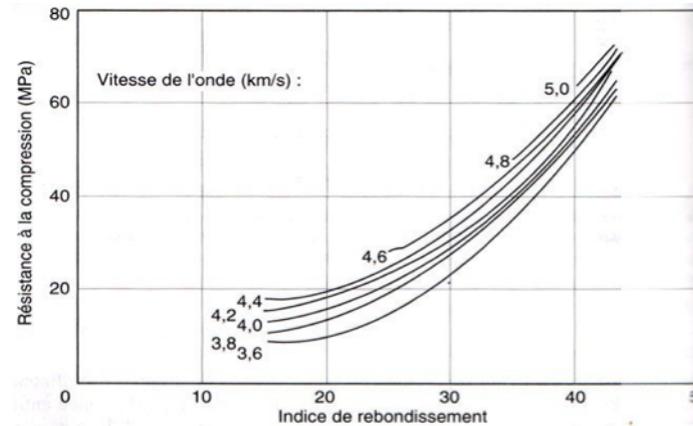
Équipement adapté à l'auscultation in-situ des briques pleines ; basé sur un concept acoustique, il donne des indications pertinentes sur la résistance des briques, en partant de la corrélation des vitesses de propagation du son à travers l'échantillon à sa résistance à la compression.



ÉCONOMIE CIRCULAIRE
DES BÂTIMENTS

Méthodes combinées

Des essais combinés (relevés in-situ et caractérisation mécanique en laboratoire) permettent d'affiner le diagnostic des performances, sur la base des techniques mentionnées plus haut.



→ Ex. : de courbes d'estimation de la résistance à la compression in-situ par utilisation conjointe de la mesure de la propagation d'ondes ultrasoniques et des résultats d'essai au scléromètre (U. BELLANDER)

Une campagne d'essais est nécessaire pour établir des corrélations entre les mesures in-situ et celles obtenues en laboratoire. Les courbes ci-dessus sont données à titre d'exemple.

Selon les observations faites lors des essais in-situ (par exemple au perfortest), on peut apprécier les possibilités d'exposition du nouvel ouvrage.

CLASSEMENT D'USAGE (APTITUDE À L'EMPLOI)

Pour déterminer le classement d'usage, plusieurs cas de figures peuvent être envisagés.

Classement d'usage connu

L'analyse des documents historiques et le contrôle visuel ont permis de renseigner sur le classement d'usage P ou U.

Deux cas de figures peuvent ensuite se présenter :

- Si les éléments ne requièrent aucun traitement (qui affecterait les caractéristiques de la brique avant réemploi)
→ Alors le classement initial est maintenu.
- Certaines dégradations sont constatées : poinçonnement, rayures, esthétique, ... conduisant à un reconditionnement via un traitement de surface
→ Le nouveau classement d'usage pourra être déterminé sur la base d'essais en laboratoire (essais d'absorption d'eau, de gel/dégel, de résistance mécanique...).

Classement d'usage non connu (briques stockées en vrac)

L'analyse des documents historiques et le contrôle visuel n'ont pas permis de recueillir le classement d'usage.

Les cas de figures suivants peuvent ensuite se présenter :

- Le nouveau domaine d'emploi visé entraîne une exposition en atmosphères extérieures :
→ La vérification en laboratoire des performances d'usage (absorption d'eau, tenue au gel/dégel ou aux éventuels agents agressifs) est nécessaire.
- Le nouveau domaine d'emploi visé (murs) est en conditions protégées
→ Les critères d'absorption d'eau et de tenue au gel/dégel ne sont pas à prendre en compte.

Échantillonnage / Caractérisation

- Séparation des composants d'ouvrage pour en faire des groupes homogènes au regard des éventuelles dégradations constatées ;
- Réalisation d'essais en laboratoire, sur des échantillons représentatifs ; l'échantillonnage peut se faire par une technique de quartage, éventuellement ;
- Détermination de la classe d'usage U ou P en fonction de critères de résistance au gel.

AUTRES CARACTÉRISTIQUES D'APTITUDE À L'EMPLOI

Les caractéristiques concernées par ce paragraphe sont celles indiquées au tableau récapitulatif de l'annexe D.

Les différents cas de figure sont à envisager :

Les caractéristiques sont connues, le produit ne présente pas de détérioration **et** les éventuelles étapes de reconditionnement **n'intègrent pas** de traitement de surface.

→ Alors l'utilisation du produit dans des conditions strictement identiques ou de moindres contraintes est possible

- Dans tous les autres cas, l'information devra être portée à la connaissance du futur utilisateur afin qu'il puisse prévoir les essais d'aptitude à l'emploi pertinent au regard de son « emploi futur ».

PERFORMANCES THERMIQUES

Pour les murs, il s'agit de la performance thermique de l'ouvrage final (mur avec ou sans doublages).

Les cas de figures suivant peuvent se présenter :

- La résistance thermique est connue (valeur déclarée)
- La résistance thermique n'est pas connue
→ Il faut mesurer la masse volumique de la brique et utiliser la valeur correspondante tabulée de la NF EN 1745 (cf. tableau 10)

Le calcul de résistance thermique de la paroi peut alors être effectué.

3.3. Récapitulatif des performances

En se fondant 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 preuve complémentaires pour pouvoir être justifiées (par exemple : échantillonnage et essais).

Il s'agit donc ici d'analyser, pour chacune des performances recensées au tableau de l'annexe D, si la performance peut être considérée comme justifiée ou de recenser les moyens à mettre en œuvre pour la justifier, en suivant les préconisations précisées ci-avant dans cette partie 3. Les critères de validation des performances sont décrits dans les normes citées dans l'Annexe C.

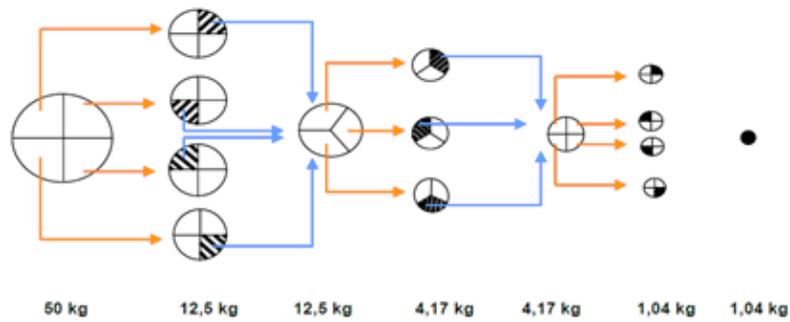
NATURE de la performance	TYPE de performance	RÉEMPLOI EN MUR PORTEUR		RÉEMPLOI EN MUR NON PORTEUR	
		Justification DISPONIBLE	Justification NON DISPONIBLE	Justification DISPONIBLE	Justification NON DISPONIBLE
RÈGLEMENTAIRES	Qualité de l'air intérieur (étiquetage)	Les briques sont classées A+ pour la qualité de l'air intérieur.			
	Qualité environnementale et sanitaire des produits de construction	Déclaration environnementale à établir (uniquement si allégation environnementale accompagne la commercialisation du produit)		Déclaration environnementale à établir (uniquement si allégation environnementale accompagne la commercialisation du produit)	
	Acoustique	Performance de l'ouvrage (épaisseur 22 cm) réputée conforme		Performance à évaluer suivant le système et l'exigence réglementaire	
	Incendie	PV d'essai REI à réaliser ou à obtenir via une base de données générique		Si cloison, PV d'essai ERI à réaliser ou à obtenir via une base de données générique	
	Thermique	Fonction de l'ouvrage			
SÉCURITÉ DES PERSONNES	Résistance de la brique	Voir résistance mécanique ci-dessous		<p>→ Diagnostic in-situ au scléromètre (permet d'apprécier l'homogénéité des performances mécaniques des briques en place)</p> <p>→ Essai de cohésion de surface* : peut donner une indication pertinente sur la résistance des briques. Une résistance minimale en traction de 0,5 MPa est jugée satisfaisante (1 mesure pour 5 m² de mur).</p> <p>* Essai de traction directe sur pastilles métalliques collées in situ ; la mesure de la résistance se fait par lecture sur un arrache-mètre manuel portable.</p>	
APTITUDE À L'EMPLOI	Longueur, largeur, hauteur de la brique	Pas de justification complémentaire à apporter	Mesure directe après dépose sur une dizaine de briques d'une même déconstruction	Pas de justification complémentaire à apporter	Mesure directe après dépose sur une dizaine de briques d'une même déconstruction
	Aspect	Vérifier, par contrôle visuel sur toutes les briques, la présence de fissures, cratère, cloquage, éclat, efflorescence. Vérifier la présence d'un traitement hydrofuge.			
	Résistance mécanique	→ Essai au scléromètre in-situ pour vérifier l'homogénéité des performances → Vérification en laboratoire des performances selon les normes associées (briques prélevées selon méthode de quartage (décrite ci-dessous) en cas de stockage en vrac)		Pas d'exigences en termes d'aptitude à l'emploi	
	Résistance au gel (mur exposé)	→ Essais de vérification en laboratoire des performances selon les normes associées (briques prélevées selon méthode de quartage en cas de stockage en vrac). Les essais de gel/dégel (sur la base de la norme prEN 772-22) ne doivent pas donner lieu à l'apparition des défauts de type > 7 pour une utilisation en zone de gel sévère ; pour cette même utilisation, seulement 10% des briques peuvent donner lieu à des défauts de type 4 à 7. Dans les autres situations, envisager une utilisation protégée (ou non exposée : en intérieur, par ex.)			
	Résistance au gel (mur non exposé)	Pas de restrictions spécifiques			

Tableau 3 : identification des performances



ÉCONOMIE CIRCULAIRE
DES BÂTIMENTS

Les échantillons à tester peuvent par exemple être sélectionnés grâce à la méthode du quartage dans le cas d'une grande quantité de produits :



Prélèvement, préservation et prétraitement des échantillons. Journées Physico-chimie à Arras les 16 et 17 juin 2005. Mireille Barbaste, Giovanni Caria, Henri Ciesielski, Nicolas Proix, Fabienne Trollard.

Fig. n°1 : Exemple de schéma de réduction d'un échantillon (méthode par quartage)



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. 2 cas de figures existent dans cette configuration :
 - Les performances essentielles attendues pour le nouvel usage sont moindres. C'est par exemple le cas pour des briques issues d'un mur porteur pour le montage d'un mur non porteur **[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 pavage 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,

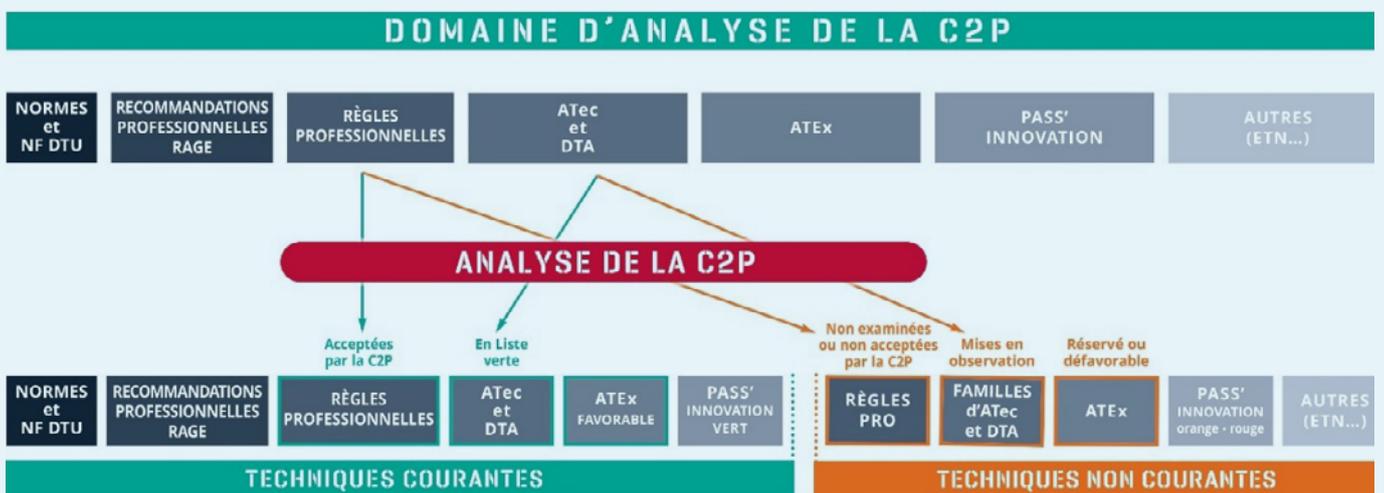
disfonctionnement, vieillissement, désordre réel, désordre potentiel du bâtiment mais, peut aussi faire ressortir les aspects positifs ou particularités.

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 Personne en charge du « diagnostic réemploi » dont les compétences sont à définir.

Sigles

DOE Dossier des Ouvrages Exécutés

ATEX Appréciation Technique d'Expérimentation

DPM Documents Particuliers du Marché

A2

Définitions spécifiques aux briques

BRIQUE (EXTRAITS NF EN 771-1)

- Composant préformé destiné à être utilisé dans les constructions de maçonnerie

BRIQUE DE TERRE CUITE

- Brique constituée d'argile ou d'autres matières argileuses, avec ou sans sable, combustibles ou autres adjuvants, cuits à une température suffisamment élevée pour obtenir une liaison céramique

MAÇONNERIE PROTÉGÉE

- Maçonnerie protégée contre la pénétration de l'eau et qui n'est pas en contact avec le sol et l'eau du sol

MAÇONNERIE NON PROTÉGÉE

- Maçonnerie qui peut être exposée à la pluie, au gel-dégel et/ou être en contact avec le sol et l'eau du sol sans protection appropriée

BRIQUE P (ÉGALEMENT DITE BRIQUE ALVÉOLAIRE OU BRIQUE DE STRUCTURE)

- Brique de terre cuite utilisée pour les maçonneries protégées ; elle peut présenter des perforations horizontales ou verticales

BRIQUE U (ÉGALEMENT DITE BRIQUE APPARENTE)

- Brique de terre cuite utilisée pour les maçonneries non protégées. Brique utilisée pour le montage des murs maçonnés destinés à demeurer non-enduits. Elle peut se présenter sous différents formats, coloris et textures de surface (cf. photos n°3 à 6, à titre d'exemple)

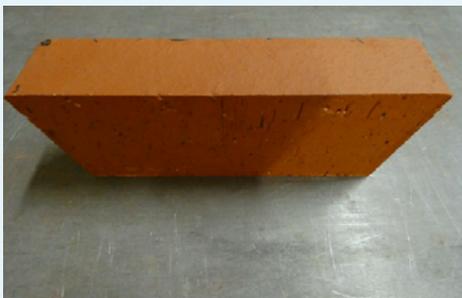


Photo n°3 : Brique U pleine (brique massive), de couleur rouge



Photo n°4 : Brique U perforée (brique à perforations verticales)



Photo n°5 : Brique U perforée



Photo n°6 : Brique U moulée main

Le réemploi des briques apparentes (de type U) est envisageable dans des applications ne nécessitant pas de précisions dimensionnelles particulières. Les catégories de plages et de tolérances dimensionnelles sont données dans les tableaux n°4 et 5 ci-dessous, extraits de la norme NF EN 771-1+A1/CN :

Tableau n° 4 : Catégories de plages dimensionnelles des briques de terre cuite

	Longueur	Largeur	Hauteur	Hauteur pour les briques destinées à être posées à joint mince	Hauteur pour briques à emboîtement destinées à être posées à la colle à base de plâtre en cloisons avec enduit épais au plâtre
Briques U calibrées	$\leq 3 \%$ et $\leq 10 \text{ mm}$		$\leq 3 \text{ mm}$	—	
Briques P	$\leq 4 \%$	$\leq 3 \%$ et $4 \text{ mm} \leq x \leq 6 \text{ mm}$	$\leq 5 \text{ mm}$	$\leq 1 \text{ mm}$	$\leq 2 \%$
Briques spéciales P et U	—	—	$\leq 5 \text{ mm}$	—	

Tableau n° 5 : Catégories de tolérances dimensionnelles des briques de terre cuite

	Longueur	Largeur	Hauteur	Hauteur pour les briques destinées à être posées à joint mince
Briques U calibrées	$x = \pm 3 \%$ et $\pm 2 \text{ mm} \leq x \leq \pm 10 \text{ mm}$		$\pm 3 \text{ mm}$	—
Briques P	$\pm 3 \%$	$x = \pm 2 \%$ et $\pm 2 \text{ mm} \leq x \leq \pm 6 \text{ mm}$	$x = \pm 2 \%$ et $\pm 2 \text{ mm} \leq x \leq \pm 6 \text{ mm}$	$\pm 0,5 \text{ mm}$
Briques spéciales P et U	—	—	Si $h \leq 200 \text{ mm}$, $\pm 4 \text{ mm}$ Si $h > 200 \text{ mm}$, $\pm 2 \%$	—

NB : Les briques de types P sont destinées à être enduites ; elles ne sont pas visées dans le présent document.



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 Dilligence 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 a priori réemployés et de l'étendue du gisement ;
 - Localisation de ces matériaux ;
 - Dans le cas de bâtiments encore occupés, réalisation d'interviews auprès des différentes personnes (responsable site / responsables techniques / gardien / usagers) susceptibles d'avoir des informations sur les interventions sur le mur ;
 - 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, des documents techniques justificatifs de l'époque (fiches techniques, notice d'installation, certificats, Avis Techniques/ATEX, ...).
- Une seconde visite in-situ si nécessaire (cf. Annexe F):
 - 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 de valorisation.
- 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, absence 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,
 - Outils de mesure : Mètre mesureur, Télémètre, Humidimètre, Pied à coulisse
 - ...

À ces phases s'ajoutent des interfaces d'échanges en parallèle avec l'équipe projet du site à démolir 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) et le maintien en fonctionnement des ascenseurs existants en perspective de la manutention des éléments déposés.

Enfin, la notion de calendrier est importante pour s'assurer de l'efficacité du diagnostic déchet : 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 (Esquisse/APS par exemple) pour être intégré au processus de choix des matériaux.



ÉCONOMIE CIRCULAIRE
DES BÂTIMENTS

Annexe C

Normes, règles de l'art et marque de qualité

C1

Normes et Règles de l'Art

Les briques de réemploi ne sont pas couvertes par des normes spécifiques. Néanmoins, pour certains aspects, il est possible de s'appuyer sur des guides, normes 'produits', normes d'essais ou normes de mise en œuvre listés ci-dessous.

Le guide pratique « Briques de terre cuite FFTB-UNTEC » (<http://www.fftb.org/guide-pratique-brique-de-terre-cuite/>) donne des informations générales utiles sur les briques, et en particulier sur les briques de parement (briques apparentes) et leurs utilisations en murs doubles.

Les exemples de guides ci-dessous donnent des informations utiles sur les briques de réemploi :

1. BDA comment on the use of reclaimed bricks ^[1]
2. Guide pratique sur le réemploi, réutilisation des matériaux de construction ^[2].

[1] Brick Development Association, Jan. 2014 – www.brick.org.uk

[2] Centre Interdisciplinaire de formations de formateurs de l'Université de Liège CIFFUL. Éditions de l'Université de Liège - CIFFUL - 2013 – www.confederationconstruction.be

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

- **NF EN 771-1** - Spécification pour éléments de maçonnerie - Briques de terre cuite
- **NF EN 771-1+A1** - Spécification pour éléments de maçonnerie - Briques de terre cuite
- **NF EN 771-1+A1/CN - Spécification pour éléments de maçonnerie - Briques de terre cuite**
- **NF P 13-304** – Briques en terre cuite destinées à rester apparentes

Normes de conceptions / mise en œuvre :

- **NF DTU 20.1** - Ouvrages en maçonnerie de petits éléments – Parois et murs
- **NF DTU 20.13 P1-1 (octobre 2008)** : Travaux de bâtiment - Cloisons en maçonnerie de petits éléments
- **Guide RAGE 'Mur double ITE'**

Norme de calcul :

- **NF EN 1996 (Eurocode 6)** - Règles générales pour ouvrages en maçonnerie armée et non armée

Normes d'essais :

- **NF EN 772-1** Détermination de la résistance à la compression
- **NF EN 772-5** Détermination de la teneur en sels solubles actifs des éléments de maçonnerie en terre cuite
- **NF EN 772-11** Détermination de l'absorption de l'eau par capillarité des éléments de maçonnerie en béton de granulats, en béton cellulaire autoclavé, en pierre reconstituée et naturelle et du taux initial d'absorption d'eau des éléments de maçonnerie en terre cuite
- **NF EN 772-16** Déterminations des dimensions
- **NF EN 772-22** Détermination de la résistance au gel/dégel des éléments de maçonnerie en terre cuite
- **NF EN 846-5** Détermination de la charge admissible à la traction et à la compression, et des caractéristiques effort-déformation des attaches murales
- **NF EN 1052-1** Détermination de la résistance à la compression
- **NF EN 1052-2** Détermination de la résistance à la flexion
- **NF EN 1052-3** Détermination de la résistance initiale au cisaillement
- **NF EN 1052-3/A1** Détermination de la résistance initiale au cisaillement

C2

Marque de qualité

Le référentiel de certification de la marque NF Briques est le référentiel NF 046.

La Marque de qualité « NF Briques de Terre Cuite » s'applique aux tuiles au départ de l'usine. Celle-ci ne préjuge pas de la qualité de leur mise en œuvre. Pour que les produits donnent entière satisfaction, leur pose doit être conforme au DTU du modèle visé.

Les caractéristiques certifiées par la marque NF sont :

- Aspect
- Caractéristiques dimensionnelles
- Masse volumique apparente sèche
- Eclatement
- Absorption d'eau (Briques HD)
- Taux initial d'absorption d'eau (Briques HD)
- Dilatation à l'humidité
- Résistance à la compression
- Durabilité (résistance au gel)
- Teneur en sels solubles actifs (Brique HD)
- Absence d'efflorescence
- Caractéristique thermique (si revendiquée)
- Validité sur la base d'un calcul de la valeur de la résistance thermique du mur associant le modèle certifié (si revendiqué)
- Aptitude à l'emploi pour les bâtiments soumis aux exigences parasismiques

Les modalités de marquage sont :

- Le logo NF ;
- Le logo «Th» relatif à la certification thermique s'il y a lieu ;
- Le logo «S» relatif à la certification sismique, s'il y a lieu ;
- L'identification de la société (en clair ou initiales ou un logo) ;
- L'identification du site de fabrication si nécessaire ;
- L'identification de la ligne de fabrication si nécessaire ;
- La date de fabrication : mois et année (en code ou en clair) ;
- La classe RC et la catégorie de résistance à la compression (catégorie I ou II) ;
- La lettre M pour les modèles de briques destinés à être posé à joint mince ;
- La lettre D pour les modèles de briques de maçonnerie enterrées pouvant être enduites ou non ;
- L'indication «B02» pour la pose en acrotère «B04» pour la pose brique à bancher.

Ce marquage doit apparaître sur au moins 25 % des produits.

Exemples de marquage

	XX	YY	13	02	RC40 / Cat II
	Identification de la société	Identification du site de fabrication	Année de fabrication	Mois de fabrication	Désignation de la classe et catégorie de résistance ⁶

Pour un modèle ayant une caractéristique thermique complémentaire :

	XX	YY	M	13	08	RC60 / Cat I
	Identification de la société	Identification du site de fabrication	Pose à joint mince	Année de fabrication	Mois de fabrication	Désignation de la classe et catégorie de résistance ⁶

Pour un modèle ayant une caractéristique sismique complémentaire :

	XX	YY	M	13	09	RC80 / Cat I
	Identification de la société	Identification du site de fabrication	Pose à joint mince	Année de fabrication	Mois de fabrication	Désignation de la classe et catégorie de résistance ⁸

Pour un modèle ayant une caractéristique thermique et sismique complémentaire :

	XX	YY	M	14	01	RC40 / Cat I
	Identification de la société	Identification du site de fabrication	Pose à joint mince	Année de fabrication	Mois de fabrication	Désignation de la classe et catégorie de résistance ⁸

C3

Performances requises pour la famille de produit

Deux typologies d'emploi peuvent être rencontrées : Emploi dans le cadre de murs porteurs (à fonction structurale), ou de murs non-porteurs (cloisons, murs de clôture, ...). Dans le premier cas, la résistance à la compression est la caractéristique principale déterminant le domaine d'emploi. Dans le second, ce sont les caractéristiques d'aspect qui prévalent (contraintes architecturales).

La durabilité des briques apparentes est appréciée à partir d'essais de gel/dégel basés sur les normes NF EN 771-1+A1/CN et/ou prEN 772-22.

Il est à noter qu'à l'issue de l'opération de déconstruction, il est possible de se retrouver avec un mélange de briques de natures et caractéristiques différentes (briques provenant de lots très différents les uns des autres, briques utilisées en murs intérieurs/extérieurs). Si le réemploi en conditions exposées est envisagé, il faut s'assurer de la représentativité des échantillons prélevés en vue de la réalisation d'essais. En général, les briques précédemment utilisées en murs extérieurs peuvent être considérées comme ayant des caractéristiques adéquates pour un réemploi en situation exposée.

Les critères d'aspect des murs en briques apparentes sont les éléments essentiels pris en compte lors du choix des briques et du mortier de pose associé (caractère esthétique). Un diagnostic visuel in-situ permet d'apprécier les possibilités de réemploi ; le nouveau mortier destiné à la pose devra également tenir compte de critères d'aspect : couleur, absence d'efflorescences, type et dimensions de joints. De manière générale, il faut éviter l'emploi de mortiers très résistants ou à fort retrait, lors du réemploi de briques particulièrement anciennes.

L'appareillage des briques et leur assortiment (en termes de couleurs, textures de surfaces, etc.) constituent un levier sur lequel il est possible d'agir pour obtenir une esthétique donnée.



ÉCONOMIE CIRCULAIRE
DES BÂTIMENTS

Annexe D

Performances requises pour la famille de produit

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

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.

Tableau n°6 : Performances règlementaires à prendre en compte

RÉGLEMENTATIONS	APPLICABLE ?		ÉLÉMENTS / INFORMATIONS À RÉUNIR*
	OUI	NON	
Thermiques (neuf ou rénovation)	X*		
Réglementation qualité de l'air intérieur (étiquetage)	X*		Etiquette A+
Substances dangereuses (REACH)		X	
Biocides		X	
Qualité environnementale et sanitaire des produits de construction	Uniquement obligatoire si allégation environnementale lors de la mise sur le marché		
Acoustique	X*		
Incendie / Réaction au feu	X		
Incendie / Résistance au feu	X*		
Sismique	X**		
Accessibilité		X	

* Fonction de l'ouvrage (cf. ci-dessous)
** Fonction de la zone sismique visée (cf. commentaire ci-dessous)

Lors de l'utilisation en murs porteurs, il peut être nécessaire de déterminer la résistance à la compression de la brique unitaire ; partant de cette dernière, et en tenant compte de la résistance du mortier de hourdage, il est possible de calculer la capacité résistante du mur sur la base de l'Eurocode 6 (NF EN 1996).

Les réglementations incendie et sismique s'appliquent à une structure de bâtiment complète et non pas aux éléments pris individuellement. La connaissance des propriétés mécaniques des éléments en terre cuite permet de répondre aux exigences de ces réglementations applicables à l'ouvrage.

THERMIQUE

La brique seule ne permet pas de satisfaire aux critères thermiques courants.

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

À date, la réglementation en vigueur au niveau du bâtiment est la Réglementation Thermique 2012, avec à venir la RE 2020.

QUALITÉ DE L'AIR INTÉRIEUR

Principal texte réglementaire à la date de rédaction du document

Arrêté du 19 avril 2011, modifié par Arrêté du 20 février 2012 relatif à l'étiquetage des produits de construction ou de revêtement de mur ou de sol et des peintures et vernis sur leurs émissions de polluants volatils.

- Ce texte précise les substances ou groupes de substances concernés ainsi que les quatre classes indiquant un niveau d'émission de ces substances dans l'air intérieur (de A +, niveau très peu élevé à C, niveau élevé) ;
- L'annexe I précise les scénarios d'émissions, la méthode de caractérisation des émissions, la méthode de mesure de la concentration d'exposition et les valeurs limites et les classes correspondantes ;
- L'annexe II fournit le modèle de l'étiquetage qui doit être accompagnée du texte « * Information sur le niveau d'émission de substances volatiles dans l'air intérieur, présentant un risque de toxicité par inhalation, sur une échelle de classe allant de A + (très faibles émissions) à C (fortes émissions) ».

Les briques de terre cuite sont classées A+. Dans le cadre du réemploi en conditions intérieures, la qualité de l'air intérieur est à considérer en tenant compte de l'ensemble des composants de l'ouvrage (briques, mortier de pose, traitements de surface, ou revêtements éventuels).

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.

Élément/information requis : Déclaration environnementale de la brique apparente de terre cuite.
Les briques apparentes de terre cuite bénéficient à ce jour d'une FDES collective.

ACOUSTIQUE

Principaux textes réglementaires à la date de rédaction du document :

- Bâtiments d'habitations :
 - Arrêté du 30 juin 1999, modifié relatif aux caractéristiques acoustiques des bâtiments d'habitation
 - Arrêté du 30 juin 1999, modifié relatif aux modalités d'application de la réglementation acoustique
- Hôtel, Enseignement, Santé :
 - Arrêté du 25 avril 2003 relatif à la limitation du bruit dans les établissements de santé
 - Arrêté du 25 avril 2003 relatif à la limitation du bruit dans les établissements d'enseignement
 - Arrêté du 25 avril 2003 relatif à la limitation du bruit dans les hôtels
 - Circulaire du 25 avril 2003 relative à l'application de la réglementation acoustique des bâtiments autres que d'habitation

Les briques de terre cuite contribuent à la performance acoustique des ouvrages. Ces performances sont fonction du système considéré (masse surfacique, épaisseur du mur, ...).

INCENDIE

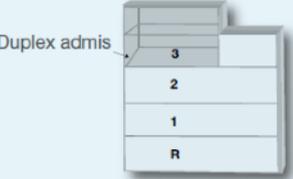
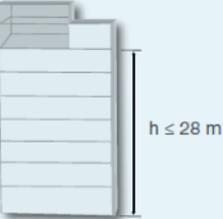
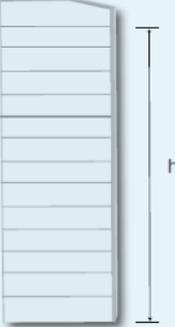
D'après la norme NF EN 771-1+A1 et CN - Caractéristiques 'produit' : de par leur nature, les briques de terre cuite présentent une bonne tenue au feu. La résistance au feu de l'ouvrage résultant doit être appréciée en tenant compte du nouveau domaine d'emploi.

Bâtiments d'habitation :

L'article 3 de l'arrêté modifié du 31.01.1986 relatif à la protection contre l'incendie des bâtiments d'habitation classe ceux-ci en différentes familles : 1^{ère} famille, 2^{ème} famille, 3^{ème} famille (A et B) et 4^{ème} famille (cf. tableau n°7).

Tableau n°7 : Les différentes familles de bâtiments d'habitation selon l'arrêté modifié du 31.01.86 relatif à la protection contre l'incendie

FAMILLES D'HABITATION			
1 ^{ÈRE} FAMILLE	Habitations individuelles	Isolées, jumelées 	R + 1 max
		En bande, à structures non-indépendantes 	R + 0
		En bande, à structures indépendantes 	R + 1 max

2 ^{ÈME} FAMILLE HABITATIONS COLLECTIVES		Isolées, jumelées		> R + 1
		En bande, à structures non-indépendantes		R + 1 max
		En bande, à structures indépendantes		> R + 1
3 ^{ÈME} FAMILLE	A	Habitations collectives		R + 3 max
		3 conditions : • R + 7 maxi • Distance entre la porte palière de logement la plus éloignée et accès à l'escalier D ≤ 10 m • Accès escalier atteint par voie échelle		R + 7 max h ≤ 28 m
	B	Une seule des conditions de la 3 ^{ème} famille A non satisfaite. Accès aux escaliers à moins de 50 m d'une voie ouverte à la circulation.		h ≤ 28 m R + 7 max
4 ^{ÈME} FAMILLE		Accès aux escaliers à moins de 50 mètres d'une voie ouverte à la circulation.		28 m < h ≤ 50 m

L'article 5 de l'arrêté modifié du 31.01.1986 précise les valeurs de résistance au feu requises pour les éléments porteurs verticaux des bâtiments d'habitation comme suit :

Les éléments porteurs verticaux des habitations doivent présenter les degrés de stabilité au feu ci-après :

- Habitations de la 1^{ère} famille : un quart d'heure (R 15) ;
- Habitations de la 2^{ème} famille : une demi-heure (R 30) ;

- Habitations de la 3^{ème} famille : une heure (R 60) ;
- Habitations de la 4^{ème} famille : une heure et demie (R 90).

Les éléments porteurs verticaux situés en façade ou en pignon des bâtiments doivent présenter ces degrés de stabilité uniquement vis-à-vis d'un feu se développant depuis l'intérieur du bâtiment, dans les conditions d'un essai prévues par les arrêtés pris en application de l'article R. 121-5 du code de la construction et de l'habitation. Dans les bâtiments d'habitation collectifs de la deuxième, de la troisième et de la quatrième famille, les éléments porteurs verticaux des balcons à structures indépendantes, des coursives, passerelles extérieures et circulations à l'air libre sont stables au feu une demi-heure ou de classement R 30.

Établissements recevant du public (Arrêté du 25.06.1980 modifié et complété portant approbation des dispositions générales du règlement de sécurité contre les risques d'incendie et de panique dans les établissements recevant du public (ERP)) :

La capacité ou « catégorie » de ces établissements recevant du public est désignée par un chiffre défini par l'article R. 123-19 du Code de la construction et de l'habitation :

- o 1^{ère} catégorie : au-dessus de 1.500 personnes ;
- o 2^{ème} catégorie : de 701 à 1.500 personnes ;
- o 3^{ème} catégorie : de 301 à 700 personnes ;
- o 4^{ème} catégorie : 300 personnes et au-dessous, à l'exception des établissements compris dans la 5^{ème} catégorie ;
- o 5^{ème} catégorie : établissements faisant l'objet de l'article R. 123-14 dans lesquels l'effectif du public n'atteint pas le chiffre minimum fixé par le règlement de sécurité pour chaque type d'exploitation.

L'article CO 12 de l'arrêté modifié et complété du 25 juin 1980 précise les valeurs de résistance au feu des structures et planchers d'un bâtiment occupé en totalité, ou partiellement, par l'établissement recevant du public (tableau n°8, il n'est pas suffisant d'utiliser uniquement ce tableau) :

Tableau n°8 : Résistances au feu des structures et planchers des bâtiments occupés totalement ou partiellement par des ERP

ÉTABLISSEMENT OCCUPANT ENTièrement LE BÂTIMENT	ÉTABLISSEMENT OCCUPANT PARTIELLEMENT LE BÂTIMENT	CATÉGORIE DE L'ÉTABLISSEMENT	RÉSISTANCE AU FEU
Simple rez-de-chaussée	Etablissement à 1 seul niveau	Toutes catégories	Structure SF de 1/2 h (R 30)
Plancher bas du niveau le plus haut situé à moins de 8 m du sol	Différence de hauteur entre les niveaux extrêmes de l'établissement ≤ 8 m	2 ^{ème} catégorie 3 ^{ème} catégorie 4 ^{ème} catégorie	Structure SF de 1/2 h (R 30)
		1 ^{ère} catégorie	Structure SF de 1 h (R 60)
Plancher bas du niveau le plus haut situé à plus de 8 m et jusqu'à 28 m y compris	Différence de hauteur entre les niveaux extrêmes de l'établissement > 8 m	2 ^{ème} catégorie 3 ^{ème} catégorie 4 ^{ème} catégorie	Structure SF de 1 h (R 60)
		1 ^{ère} catégorie	Structure SF de 1 h 1/2 (R 90)

Sur le plan de la réaction au feu, les briques de terre cuite sont classées A1.

De manière générale, la problématique incendie est considérée dans le cadre d'appréciations de laboratoire (APL) délivrées par des laboratoires agréés.

La justification des ouvrages en briques apparentes (briques U) peut éventuellement s'appuyer sur des appréciations du type de celles données dans le tableau n°9, ci-dessous :

Tableau n°9 : Exemples d'APL relatives aux ouvrages porteurs et non-porteurs en briques apparentes de terre cuite (briques U)

BRIQUES APPARENTES - ÉLÉMENTS PORTEURS									
CARACTÉRISTIQUES DU MUR							RÉFÉRENCES ET RÉSULTATS		
Charge	Type de brique	Dim L x e x h (mm)	Perforations	Mortier	Face exposée	Face non-Exposée	N° PV	PF ou RE	CF ou REI
200 kN/ml	U	220 x 220 x 65	Verticales	Mortier Traditionnel	Mur nu	Mur nu	06-U-059	RE 240	REI 240

BRIQUES APPARENTES - ÉLÉMENTS NON PORTEURS									
CARACTÉRISTIQUES DU MUR						RÉFÉRENCES ET RÉSULTATS			
Type de brique	Dim l x e x h (mm)	Perforations	Mortier	Face Exposée	Face non-Exposée	N° PV	PF ou E	CF ou EI	
U Perforée	220 x 105 x 54	Verticales	Mortier Traditionnel	Mur nu	Mur nu	05-V-036	E 120	EI 90	
U Pleine	220 x 105 x 50	/	Mortier Traditionnel	Mur nu	Mur nu	05-V-048	E 120	EI 90	

Élément/information requis : Classement de résistance au feu du système complet (mur + finition éventuelle) dans les conditions de mise en œuvre de « l'emploi futur ».

Les performances réglementaires incendie pour les établissements relevant du code du travail et les IGH ne sont pas reprises dans ce document.

ACCESSIBILITÉ

Principaux textes réglementaires à la date de rédaction du document :

- Etablissements recevant du Public (ERP) :
 - [Arrêté du 20 avril 2017](#) relatif à l'accessibilité aux personnes handicapées des établissements recevant du public lors de leur construction et des installations ouvertes au public lors de leur aménagement et Arrêté du 8 décembre 2014 ;
 - [Arrêté du 8 décembre 2014](#) fixant les dispositions prises pour l'application des articles R. 111-19-7 à R. 111-19-11 du code de la construction et de l'habitation et de l'article 14 du décret n° 2006-555 relatives à l'accessibilité aux personnes handicapées des établissements recevant du public situé dans un cadre bâti existant et des installations existantes ouvertes au public.
- Bâtiments d'habitations collectives (BHC) et Maisons individuelles (MI) :
 - [Arrêté du 24 décembre 2015](#) relatif à l'accessibilité aux personnes handicapées des bâtiments d'habitation collectifs et des maisons individuelles lors de leur construction ;

- [Arrêté du 26 février 2007](#) fixant les dispositions prises pour l'application des articles R. 111-18-8 et R. 111-18-9 du code de la construction et de l'habitation, relatives à l'accessibilité pour les personnes handicapées des bâtiments d'habitation collectifs lorsqu'ils font l'objet de travaux et des bâtiments existants où sont créés des logements par changement de destination.
- Code du travail : [Arrêté du 27 juin 1994](#) relatif aux dispositions destinées à rendre accessibles les lieux de travail aux personnes handicapées (nouvelles constructions ou aménagements) en application de l'article R. 235-3-18 du code du travail.

Dans le cadre du réemploi des briques dans les ouvrages de murs, et de manière générale, la notion d'accessibilité doit être considérée lors de la conception du nouvel ouvrage (adaptation des seuils, etc.).

D2

Performances en lien avec la stabilité des ouvrages

Dans tous les cas, la stabilité des ouvrages réalisés, qu'ils soient structuraux ou non-structuraux, doit être assurée tant en phases provisoire que finale.

Au-delà des aspects réglementaires, les Documents Particuliers du Marché (DPM) peuvent indiquer si une performance spécifique est requise, et préciser le référentiel à appliquer, ainsi que la spécification.

D3

Performances en lien avec l'aptitude à l'emploi

Il s'agit ici d'identifier les caractéristiques d'aptitude à l'emploi du produit vis-à-vis du domaine d'emploi visé, sans lesquelles l'ouvrage serait impropre à destination.

On peut envisager deux types de destinations pour les briques de réemploi :

1. Réemploi dans des domaines n'ayant pas d'exigences strictes en termes de caractéristiques mécaniques :
 - Blocs de remplissage (structures en portiques) ou de parement (murs composites, murs doubles...)
 - Cloisons
 - Murs de clôture
2. Réemploi dans des domaines nécessitant la conformité à des exigences mécaniques (et/ou physico-chimiques) données :
 - Maçonneries porteuses

Lors de l'utilisation dans une application structurale, les murs en maçonnerie doivent être en mesure de reprendre les charges verticales ou horizontales déterminées au préalable ; une vérification par essais ou par calculs est à réaliser. Les aspects d'étanchéité à l'eau et à l'air doivent être considérés.

Dans les applications non-structurales, la stabilité de l'ouvrage réalisé (ex. cloison séparative) doit également être vérifiée en tenant compte des conditions propres au projet étudié (efforts de vent, charges sismiques...).

Des dispositions spécifiques sont susceptibles d'être mises en place (chainages, dispositifs de maintien des murs en tête ou en rives, etc.), pour assurer la tenue mécanique de l'ouvrage.

Par ailleurs, sur le plan des composants élémentaires (briques) des maçonneries, les critères suivants sont à considérer :

→ Critères en lien avec la norme NF EN 771-1+A1 et CN - Caractéristiques 'produit' :

- Résistance mécanique : C'est une caractéristique à considérer dans le cas du réemploi dans un ouvrage à vocation structurale.

Note : La résistance à la compression des briques apparentes est généralement ≥ 25 MPa. La performance peut être évaluée par le biais d'essais de compression selon la norme NF EN 772-1. Le mortier de hourdage doit être d'une classe de résistance adaptée (mortiers de type M 5 ou M 10).

- Durabilité : elle est généralement appréciée à travers des essais de gel/dégel combinés avec des essais de résistance mécanique.

Note 1 : De nombreux ouvrages existants à travers le monde illustrent le fait que la durabilité des briques apparentes peut largement dépasser les 150 ans, en conditions d'utilisation courantes. La localisation de l'ouvrage initial (en bord de mer, par exemple) peut donner de bonnes indications sur la tenue des briques lorsqu'elles sont réemployées dans un périmètre proche, dans des conditions comparables (en termes d'exposition, degré de sollicitation, etc.).

Note 2 : Dans le cas où les briques de réemploi présentent des résidus de plâtre ou autres sulfates absorbés au contact du sol, il faut privilégier l'emploi de mortiers à la chaux, lors de leur réemploi.

Note 3 : Lors du réemploi des briques dans des ouvrages à fonction structurale, la vérification de leurs performances doit se faire par essais, sur la base d'une méthode d'échantillonnage établie.

- Réaction - Résistance au feu : De par leur nature, les briques de terre cuite présentent une bonne tenue au feu. La résistance au feu de l'ouvrage résultant doit être appréciée en tenant compte du nouveau domaine d'emploi.
- Perméabilité à la vapeur d'eau : Cette caractéristique est à apprécier en fonction de l'ouvrage. Les coefficients de résistance à la diffusion de vapeur d'eau peuvent être tirés du tableau n°10, ci-dessous, en fonction des masses volumiques des briques considérées.

Masse volumique du matériau (masse volumique absolue sèche)	$\lambda_{10,sec,mat}$		Coefficient de résistance à la diffusion de vapeur d'eau	Capacité thermique massique c_p
	[W/(m·K)]			
[kg/m ³]	$P = 50 \% ^a)$	$P = 90 \%$	μ	[J/(kg·K)]
1 000	0,20	0,27	5/10	1 000
1 100	0,23	0,30	5/10	1 000
1 200	0,26	0,33	5/10	1 000
1 300	0,30	0,36	5/10	1 000
1 400	0,34	0,40	5/10	1 000
1 500	0,37	0,43	5/10	1 000
1 600	0,41	0,47	5/10	1 000
1 700	0,45	0,51	5/10	1 000
1 800	0,49	0,55	5/10 ^{b)}	1 000
1 900	0,53	0,60	5/10 ^{b)}	1 000
2 000	0,58	0,64	5/10 ^{b)}	1 000
2 100	0,62	0,69	5/10 ^{b)}	1 000
2 200	0,67	0,74	5/10 ^{b)}	1 000
2 300	0,72	0,79	5/10 ^{b)}	1 000
2 400	0,77	0,84	5/10 ^{b)}	1 000

$f_v = 10 (m^3/m^3)$

a) Les calculs réalisés dans le cadre de la Directive de performance énergétique concernent les bâtiments et non les produits individuellement. Les valeurs U utilisées dans ces calculs sont fondées sur la résistance thermique moyenne des éléments de maçonnerie. Par conséquent, la valeur λ de matériau recommandée est le fractile à 50 %.

b) Pour les matériaux en terre cuite, d'une masse volumique comprise entre 1 800 kg/m³ et 2 400 kg/m³, utilisés comme matériaux apparents, la valeur de μ est de 50/100 au lieu de 5/10.

Tableau n° 10 : Coefficients de résistance à la vapeur d'eau pour les briques de terre cuite (selon NF EN 1745)

→ Critères en lien avec le NF DTU 20-1 - Caractéristiques 'Ouvrage' :

Le NF DTU 20.1 donne les précautions de mise en œuvre pour réaliser les murs de brique apparentes (travaux préparatoires, protections en cours de travaux, interruptions et reprises, appareillage, hourdage, réalisation des joints, etc.).

Ex : Profil des joints ® Quels que soit le type de mur et la nature de la maçonnerie, le profil des joints des maçonneries apparentes à l'extérieur ne doit pas s'opposer à l'écoulement des eaux de ruissellement.

D4

Performances complémentaires

En plus des performances mécaniques, les critères relatifs à l'aspect de l'ouvrage final peuvent être à considérer. Il peut s'avérer nécessaire de répartir les briques par lots de tailles et couleurs comparables, en sachant qu'un panachage est toujours recommandé lors du montage des maçonneries de briques apparentes, à des fins esthétiques.

D5

Performances et domaine d'emploi

Le tableau n°11, ci-dessous, synthétise les différentes performances applicables aux ouvrages en briques et pour chacune, indique celles requises en fonction du domaine d'emploi. Se référer aux exigences réglementaires décrites au paragraphe 2.4.

Les documents précisant les méthodologies d'essais sont précisés en Annexe C.

Tableau n°11 : Performances des briques/ouvrages en briques et domaines d'emploi

Nature de la performance	Type de performance	Description / Commentaire	Domaines d'emploi							
			Usage intérieur ou extérieur		Types de bâtiment				Types de locaux	
			Intérieur	Extérieur	Habitation	ERP	IGH	Code travail	Exposition à l'eau (les Règles de l'Art ne visent que la pose en locaux secs)	Zone d'utilisation (intensité trafic, usage, ...)
						Locaux secs (EA)	Locaux humides (EB, EB+, EC)			
Réglementaires	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	X	/	Pour tout usage en intérieur					
	Règlement européen REACH	Concerne les risques posés par les produits chimiques utilisés ou mis sur le marché	Applicable dans le cas d'utilisation de produits chimiques (traitements de surface)							
	Qualité environnementale et sanitaire des produits de construction	Concerne la déclaration environnementale	Applicable lorsqu'une allégation à caractère environnemental accompagne la commercialisation d'un produit du bâtiment							
	Acoustique	Concerne les caractéristiques acoustiques pour le respect du classement des façades ou l'isolement acoustique entre les locaux par exemple	X	/	X	X	X			Selon types de bâtiment
	Tenue en situation sismique	A considérer en tenant compte du domaine d'emploi	X	X	X	X	X	X		X
	Incendie / Réaction au feu	Classement de réaction au feu	X	X	X	X	X	X		Selon types de bâtiment
	Résistance au feu	PV d'essai	X	X	X	X	X	X		
	Accessibilité aux personnes handicapées	Traitement des seuils	X	X	X	X	X	X		Selon types de bâtiment

Stabilité des ouvrages	Stabilité mécanique des ouvrages (en phases provisoire et finale)	A considérer en tenant compte du domaine d'emploi	X	X	X	X	X	X	X	X
	Classement d'usage P / U	Fonction du domaine de réemploi visé (utilisation protégée P / non-protégée U)	Cf. Normes NF EN 771-1+A1 et CN + NF DTU 20.1							
Aptitude à l'emploi	Variations dimensionnelles	Gestion des variations dimensionnelles par le biais de joints	/	X	X	X	X	X	X	X
	Efflorescences	Critères d'aspect à gérer de manière spécifique	/	X	X	X	X	X	X	X
	Résistance aux graffitis		/	X	X	X	X	X	X	X
	Risques de prolifération de mousses, algues		/	X	X	X	X	X	X	X
	Résistance aux agents chimiques	En cas d'utilisation dans des milieux ou au contact d'agents agressifs	Selon types de locaux							Selon usage et conditions d'entretien au regard des risques de contact avec agents chimiques
Performances complémentaires	Thermique	Fonction des ouvrages visés : la brique seule n'a pas de contribution thermique suffisante, c'est la conception de l'ouvrage qui permet de satisfaire aux exigences de la réglementation thermique.	X	X	X	X	X	X	X	X



ÉCONOMIE CIRCULAIRE
DES BÂTIMENTS

Annexe E

Logigrammes

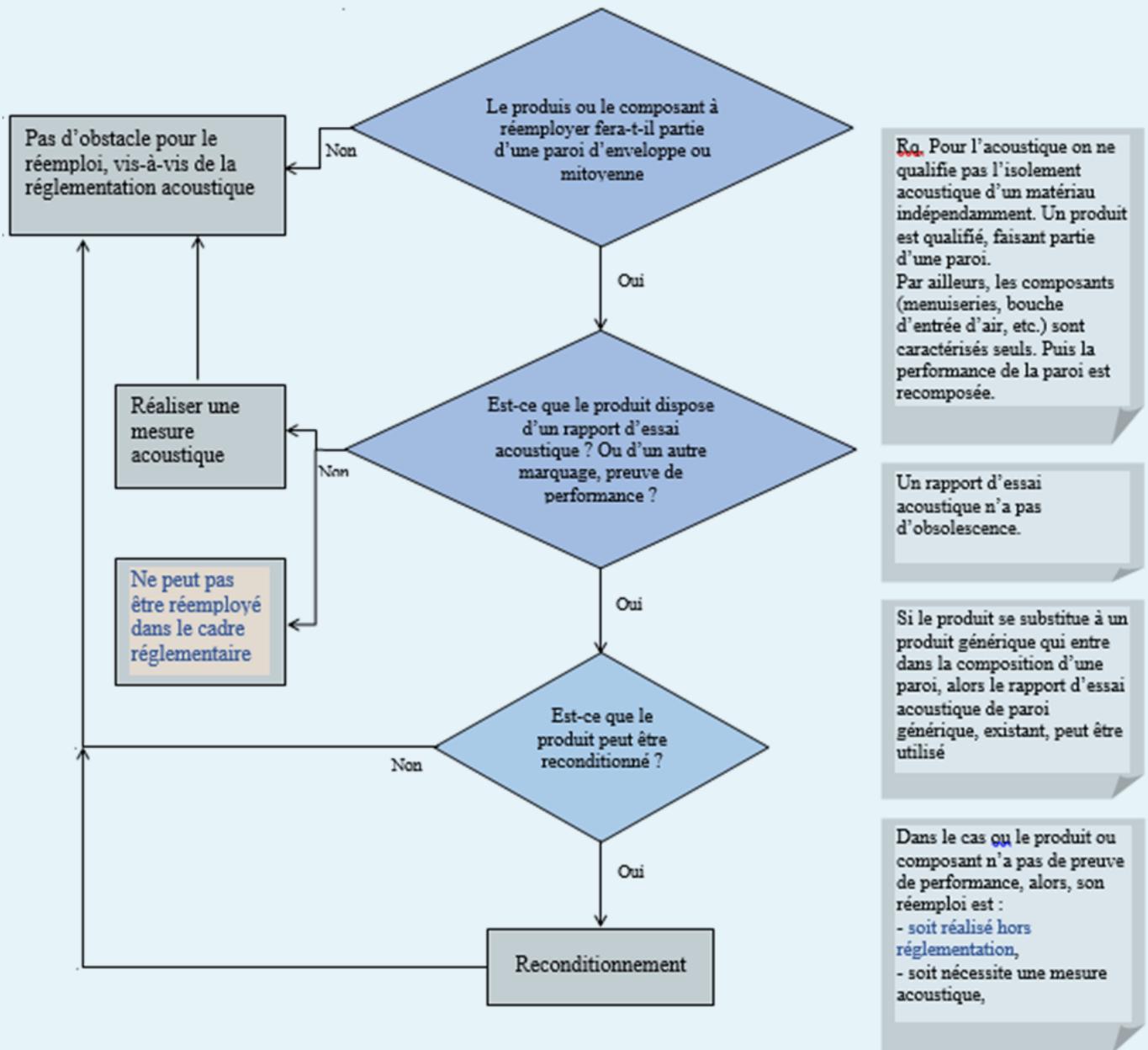


Figure 1 – Prise en compte de la participation à la performance acoustique de l'ouvrage



ÉCONOMIE CIRCULAIRE
DES BÂTIMENTS

Annexe F

Fiche réemploi

Fiche réemploi n°

INFORMATIONS GÉNÉRALES SUR LE BÂTIMENT EXISTANT

- Adresse du bâtiment de la 1ère utilisation :
- Date d'obtention 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 (éventuels changements de destination du local, éventuelles interventions tels que ponçage, application d'un produit en surface, éventuelles pathologies pouvant avoir impacté le produit telle qu'une inondation, ...) :
- Type de mise en œuvre :
- Type de mortier :

INFORMATIONS RELATIVES AU PRODUIT

		Avec traitement mis en œuvre EN USINE	Avec traitement mis en œuvre IN-SITU
BRIQUE APPARENTE	Description globale	Brique pleine : <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Oui Brique perforée : <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Oui Couleur : _____ La brique est-elle déjà une brique réemployée : <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Oui	
	Références	Marque : <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Oui _____ Fabricant : <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Oui _____ Disponibilité fiche technique : <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Oui Disponibilité prescriptions mise en œuvre : <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Oui	
	Description	Année de production : <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Oui _____ Masse unitaire : _____ Masse au m² : _____ Typologie de montage : _____	
	Classement d'usage (Brique P ou U)	<input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Oui _____	
	Typologie de montage		
	Certification	<input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Oui _____	
	Caractéristiques géométriques	Longueur : _____ mm Largeur : _____ mm Épaisseur : _____ mm	
TRAITEMENT DE SURFACE ÉVENTUEL	Description	/	
	Références	/ Marque : <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Oui _____ Fabricant : <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Oui _____ Disponibilité fiche technique : <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Oui Disponibilité prescriptions mise en œuvre : <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Oui	

ASPECT GÉNÉRAL	☆☆☆☆☆
ASPECT DÉTAILLÉ (CF. TABLEAU 1 DU § 2.3)	<p>Fissures : <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Oui – Description/Cause probable/quantité/localisation*</p> <p>Eclats localisés : <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Oui - Cause probable/quantité/Profondeur/localisation*</p> <p>Cloquage : <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Oui - Cause probable/quantité/Profondeur/localisation*</p> <p>Usure liée à l'abrasion : <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Oui - Cause probable/quantité/Profondeur/localisation*</p> <p>Efflorescences : <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Oui - Cause probable/quantité/Profondeur/localisation*</p> <p>Variation de nuances : <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Oui - Cause probable/quantité/localisation*</p> <p>Ecaillage : <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Oui - Cause probable/quantité/localisation*</p> <p>Epaufures : <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Oui - Cause probable/quantité/localisation*</p> <p>Présence de grains apparents : <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Oui – Densité (SN, ...) : _____</p> <p>Présence de micro-organismes : <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Oui - Cause probable/quantité /localisation*</p> <p>Trous de fixation d'enseignes signalétiques ou autres : <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Oui - Cause probable/quantité</p> <p>Présence d'éléments métalliques : <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Oui</p> <p>Etat des joints : <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Oui - Cause probable/quantité</p>
	* Au sens localisation dans l'ouvrage si en lien avec le constat (ex : en pied de mur, en rives...)
QUANTITÉ DISPONIBLE EN RÉEMPLOI	<p>Possibilité de réemploi: <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Oui – Quantité (m²) : _____</p>

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 (Ex : mur maçonné en briques apparentes constitutif d'un bâtiment à usage d'habitation)

- Zone sismique :
 1 2 3 4 5 Sans objet

- Régions de vent (utilisation en extérieur) :
 1 2 3 4 Sans objet

- Régions de neige (utilisation en extérieur) :
 A1 A2 B1 B2 C1 C2 D E Sans objet

- Zone de gel (utilisation en extérieur) :

- Climat plaine/montagne (utilisation en extérieur) :
 Plaine Montagne Bord de mer

- Zones de termites : _____

- Autre (préciser) :

- Réglementation incendie :
 Habitation/Logement-foyer (Arrêté du 31 janvier 1986 modifié) - Famille : _____
 ERP (Arrêté du 25 juin 1980 modifié) - Catégorie et le ou les type(s) _____
 IGH (Arrêté du 30 décembre 2011 modifié) - Classe : _____
 Code du travail (Décrets n°92-332 et 92-333)
 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

- Exposition intérieure (utilisation en intérieur)
 - Ambiance agressive : Non Oui
Préciser (éventuelles expositions à des produits chimiques, à des environnements acides, des pollutions, ...) : _____

 - Exposition à l'humidité :
 Locaux secs ou à faible humidité (EA)
 Locaux à humidité moyenne (EB)
 Locaux humides à usage privé (EB + Locaux Privatifs)
 Locaux humides à usage collectif (EB + Locaux Collectifs)
 Locaux très humides en ambiance non agressive (EC)

 - Sollicitations mécaniques : Non Oui
Préciser (ex : Charges permanentes d'exploitation, charges ponctuelles, charge roulante (nature des roues), déformations, poinçonnement, trafic) : _____

 - Autres sollicitations notables :
 Expositions à des agents chimiques ou biologiques (locaux industriels, hospitaliers...)
 Autres sollicitations vécues par le produit
Préciser (ex : Application de traitements de surface pendant la vie en œuvre (hydrofugeants, ...)

PRÉCAUTIONS PARTICULIÈRES POUR LA DÉPOSE ET LE STOCKAGE

Complexité de la dépose : ☆☆☆☆☆

- La dépose permet-elle de conserver l'intégrité des murs Non Oui Sans objet
- Dépose manuelle : Non Oui
- Outillage léger nécessaire : Non Oui _____
- Outillage lourd nécessaire : Non Oui _____
- Encombrement particulier : Non Oui
- Poids important : Non Oui (manutention manuelle impossible)
- Tri nécessaire avant entreposage : Non Oui
Si oui : Sur site Lieu intermédiaire Lieu spécialisé
- Spécificités du stockage/transport :
 - A plat en % HR adapté
 - sur palette en benne Vrac empilable
- Doit être protégé :
 - Normalement pour le transport
 - A l'abri des températures excessives
 - A l'abri de l'humidité (% HR)
 - A l'abri de la lumière
 - A l'abri de la poussière



ÉCONOMIE CIRCULAIRE
DES BÂTIMENTS

Annexe G

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.

G1

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 pour les murs en briques :
Le démontage des murs en briques peut être envisagé sur la base de l'utilisation de techniques diverses, selon l'importance du projet. Selon la méthode choisie le pourcentage de briques récupérable et le paramètre temps/coût sera différent :
 - Démolition à l'aide de masses, de pics ou de marteaux pneumatiques (cas des petites opérations) ;
 - Utilisation de mini-engins mécaniques dans le cas des bâtiments de faible hauteur : pelles munies de godet ou de brise-roche ;
 - Démolition par traction, à l'aide de câbles ; dans ce cas, il est nécessaire de disposer de place, pour assurer la sécurité de l'opération ;
 - Abattage par vérins hydrauliques : très efficace dans le cas des murs en maçonnerie, cette technique nécessite un périmètre de sécurité également ;
 - Découpage mécanique à l'aide de scies ou de câbles diamantés ; la séparation des éléments individuels peut être envisagée dans une phase ultérieure ;
 - Découpage au jet d'eau à haute pression.

La déconstruction doit faire appel à des entreprises spécialisées. Le procédé de déconstruction est à étudier en fonction de l'importance du projet (nombre de bâtiments, surfaces en jeu), de l'environnement immédiat (présence de constructions contigües, d'éléments de voirie...) et de l'accessibilité de l'ouvrage (par exemple en hauteur).

Les nuisances éventuelles (poussières, bruit...) sont à considérer en fonction de l'environnement du projet. Dans le cas d'utilisation d'engins de démolition lourds, la portance du sol et l'éventuelle présence de canalisations (réseaux d'eau ou de gaz, égouts) sont à étudier.

- Dégager les zones proches ;
 - Mettre en place les dispositions de sécurité appropriées (balisage, signalisations, etc.) ;
 - Retirer les éventuels ouvrages amovibles et autres éléments fixés dans les murs ;
 - Procéder à la déconstruction en commençant par le haut des murs ;
 - Si la déconstruction se fait par découpe de tronçons de murs (en vue d'une séparation ultérieure des briques), veiller à préserver les intervenants des risques d'écroulement ou de chute (étagage, pose de harnais, etc.).
- Appréciation des besoins matériels et humains pour mettre en place la méthodologie de déconstruction.

La dépose :

- S'équiper d'EPI ;
- Pour la dépose, s'équiper d'outils de découpe (disqueuse, par ex.), ainsi que de marteaux/burins avec protection, de barres de démolition ou autres matériels adéquats ;
- Veiller à se prémunir, lors de la dépose, des risques de chute d'éléments en hauteur ou de parties de murs, en particulier dans le cas des murs situés en aplomb de planchers.

- Lieu du tri :
 - Lors de la dépose, séparer les éléments afin d'en faire des groupes homogènes au regard des dégradations constatées (défaut rédhibitoire => déchet), défauts de surface acceptables (fissuration, éclats localisés, épaufrures...);
 - Dans le cas où il y a lieu de faire un échantillonnage en perspective d'essais en laboratoire sans reconditionnement intermédiaire, il y a lieu de réaliser ce tri sur le lieu de déconstruction afin de respecter les zones de prélèvement, le cas échéant.
- Déplacement des éléments dans le bâtiment :
 - Le déplacement des briques se fait à l'aide d'équipements adaptés, après stockage intermédiaire sur palettes (photo n°2).



Photo n° 2 : Stockage des briques sur palette (<https://www.lrbm.com/>)

G2

Transport / Lieu du stockage

Lors du transport et dans tous les lieux de stockage, les palettes de briques, cerclées et éventuellement housées, doivent être disposées de manière stable. Il faut vérifier la stabilité des palettes lors du stockage et, si possible, éviter de les gerber pour limiter les risques d'éroulement.

G3

Préparation de la ressource

- État attendu à réception et détail des opérations :
 - Dans tous les cas, les briques doivent être nettoyées du mortier puis dépoussiérées (à la brosse ou par lavage) ;
 - Dans le cas des briques présentant des extrémités détériorées, la découpe peut être envisagée à l'aide d'un équipement adapté (scie sur table par ex.).
- Dans le cas où les produits de réemploi passent par des intermédiaires de revente, il est nécessaire de garantir la traçabilité du produit grâce à la fiche fournie en Annexe F.
- 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 (voir mode opératoire proposé au paragraphe 1.2).



FONDATION
BÂTIMENT
ÉNERGIE