

LE BATI
BRUXELLOIS
SOURCE DE
NOUVEAUX
MATERIAUX

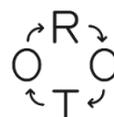
Fiche produit-application : briques de terre cuite destinées à être réemployées en parement

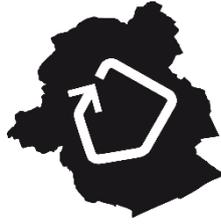
Mai 2021



CSTC

La Région et l'Europe investissent dans votre avenir !
Het Gewest en Europa investeren in uw toekomst!





LE BATI
BRUXELLOIS
SOURCE DE
NOUVEAUX
MATERIAUX

Auteurs :

Florence Poncelet (CSTC)

Jeroen Vrijders (CSTC)

Contact :

Florence Poncelet (CSTC)

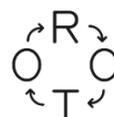
florence.poncelet@bbri.be

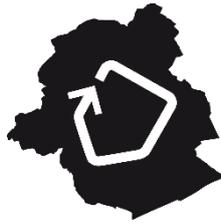
Nous tenons à remercier nos partenaires de recherche notamment Sophie Trachte (UCL), Émilie Gobbo, Waldo Galle (VUB), Niels De Temmerman (VUB), Michaël Ghyoot (Rotor), ainsi que les partenaires supports de ce projet : Bruxelles Environnement, le CDR-Construction, Batigroupe et Les Petits Riens, CCBC et Innoviris.

Nous remercions également Stijn Mertens (CSTC), Sye Nam Heirbaut (SECO), Laurie Dufourni et Christel Van Look (Fédération Belge de la Brique) pour les discussions enrichissantes.

Cette recherche a bénéficié du support financier du Fonds européen de développement régional (Feder), et de celui de la Région de Bruxelles-Capitale pour le projet de recherche *Le Bâti Bruxellois : Source de nouveaux Matériaux (BBSM)*.

La Région et l'Europe investissent dans votre avenir !
Het Gewest en Europa investeren in uw toekomst!





LE BATI
BRUXELLOIS
SOURCE DE
NOUVEAUX
MATERIAUX

Avertissement

Cette fiche est destinée à être lue en complément du document « Cadre technique des matériaux de réemploi : Comment justifier les performances techniques des matériaux de réemploi ? ».

La procédure, ainsi que les méthodes d'évaluation des performances qui sont décrites décrite dans ce document et dans cette fiche, n'ont pas été validées par le secteur et sont à considérer comme des pistes d'exploration. Ces documents sont le résultat d'un programme de recherche, et n'ont pas le statut d'un document officiel du CSTC.

La Région et l'Europe investissent dans votre avenir !
Het Gewest en Europa investeren in uw toekomst!

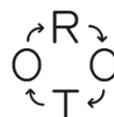


Table des matières

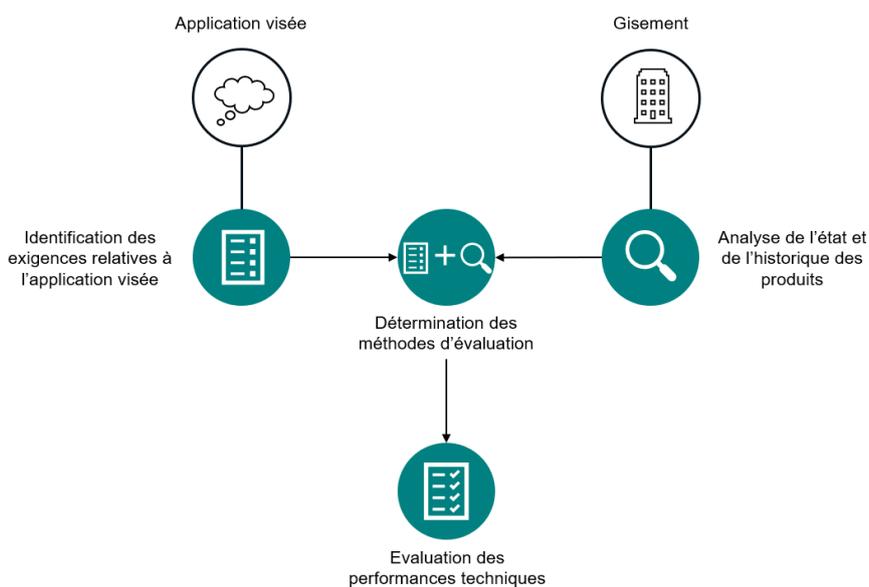
Introduction	5
Procédure de justification des performances techniques des briques de réemploi	6
1. Identification des exigences relatives à l'application visée	6
1.1. Détermination de l'application visée	6
1.2. Identification des exigences	7
2. Analyse de l'état et de l'historique du produit	15
2.1. Identification du gisement	15
2.2. Analyse de l'état et de l'historique du gisement/du produit	17
3. Détermination des méthodes d'évaluation nécessaires	21
3.1. Confrontation des informations et définition du niveau de confiance nécessaire	21
3.2. Planification du processus d'évaluation	23
3.3. Stratégies pour augmenter le niveau de confiance	23
4. Evaluation des performances techniques	24
4.1. Contrôle de la chaîne	24
4.2. Masse volumique apparente sèche et tolérances	26
4.3. Résistance à la compression	28
4.4. Résistance aux cycles de gel-dégel	31
4.5. Absorption d'eau ou porosité	35
4.6. Taux initial d'absorption à l'eau	36
4.7. Réaction au feu	37
4.8. Propriétés thermiques	37
4.9. Perméabilité à la vapeur d'eau	38
4.10. Teneur en sels solubles actifs	39
4.11. Autres performances	40
Bibliographie	41

Introduction

Cette fiche vise à appliquer la procédure de justification des performances techniques des matériaux de réemploi développée dans le cadre du projet BBSM (Bati Bruxellois Source de nouveau Matériaux) au cas des briques de terre cuite, pour des applications visées de maçonnerie de parement protégée et non-protégée.

Ce document sera structuré selon les 4 étapes développées par la procédure citée ci-dessus. Le premier point concerne la destination des briques, et les conditions requises pour leur réemploi. Il s'agit d'identifier la nouvelle application visée pour les briques susceptibles d'être réemployées et les exigences qui y sont liées. Deuxièmement, c'est la source qui sera analysée. La situation existante mais également l'histoire des briques seront étudiées de manière à réaliser un inventaire. Cette étape d'analyse de l'état et de l'histoire du gisement est essentielle, d'une part pour garantir l'homogénéité d'un lot et, d'autre part, pour permettre de choisir les méthodes d'évaluation appropriées grâce aux informations collectées. Troisièmement, les informations rassemblées au cours des deux premières étapes seront confrontées pour définir les méthodes d'évaluation nécessaires pour chaque exigence. Finalement, il s'agira d'effectuer des tests, des calculs, ou encore des déductions,... pour évaluer les performances recherchées. Des méthodes d'évaluation alternatives seront également développées.

Selon la situation, les deux premières étapes pourront être réalisées en parallèle ou l'une à la suite de l'autre.



Procédure de justification des performances techniques des briques de réemploi

1. Identification des exigences relatives à l'application visée

1.1. Détermination de l'application visée

Pour déterminer quelles sont les performances à déclarer ou à contrôler, il sera auparavant nécessaire de déterminer quelle est l'application visée, car des applications différentes requerront des exigences différentes. Cette application visée peut être identique, ou différer de l'application initiale du matériau. Si l'application est inconnue, cas qui pourrait se poser par exemple pour un revendeur de matériaux de réemploi, on pourra se référer à une application générale, reprenant les cas les plus courants d'applications. Voici une liste non exhaustive d'applications pour des briques de terre cuite :

- Maçonnerie porteuse
 - Protégé
 - Non protégé
- Maçonnerie de parement (non porteuse)
 - Protégée
 - Non protégée
- Revêtement de sol (pavage)
 - Protégé
 - Non-protégé
- Murs de clôture
- Cloisons intérieures
- ...

Dans le cadre de ce document, seules les applications en maçonnerie de parement (non portante), protégée et non-protégée, seront développées. La norme-produit NBN EN 771-1 définit les maçonneries protégées comme les maçonneries qui sont protégées contre la pénétration de l'eau et qui ne sont pas en contact avec le sol et l'eau du sol. Les maçonneries non protégées peuvent quant à elles être exposées à la pluie, au gel-dégel et/ou être en contact avec le sol et l'eau du sol sans protection appropriée [1].

1.2. Identification des exigences

Des réglementations belges fixent certaines de ces exigences. Outre ces réglementations, la norme-produit *NBN EN 771-1 - Spécification pour éléments de maçonnerie - Partie 1: Briques de terre cuite* détermine une série de caractéristiques, dont certaines (énumérées à l'annexe ZA), doivent faire partie de la déclaration de performances dans le cas des produits neufs. Les performances à atteindre ou à déclarer pour respecter une norme sont non réglementaires (sauf si un texte réglementaire fait référence à cette norme).

La PTV 23-002 « Prescriptions techniques pour les briques de façades » indique les exigences à satisfaire pour obtenir le label BENOR.

Le CCTB (Cahier des Charges Type-Bâtiments) identifie également quelques « caractéristiques générales » pour la Belgique et pour l'application prévue, et la STS 22 « Maçonnerie pour constructions basses » (spécifications techniques) identifie également des caractéristiques.

Les briques destinées à être utilisées pour les maçonneries protégées sont désignées comme les briques P, et les briques destinées à être utilisées pour les maçonneries non-protégées sont désignées comme les briques U dans la norme produit. Les exigences concernant uniquement les briques U sont grisées dans le tableau ci-dessous.

Exigences fondamentales

Les exigences fondamentales sont définies dans le cadre de cette procédure comme les exigences qui sont requises légalement et/ou nécessaires pour que le matériau soit apte à l'usage auquel il est destiné, compte tenu de la santé et de la sécurité des personnes concernées tout au long du cycle de vie de l'ouvrage.

Exigences fondamentales	Caractéristiques des briques de terre cuite	Performance à atteindre ou à déclarer ¹		Application
		Classes ou niveaux à déclarer	Classes ou niveaux à atteindre	
Résistance mécanique et stabilité	Masse volumique	Masse volumique apparente sèche ² et tolérances		Toutes applications
	Résistance à la compression	Résistance à la compression moyenne/normalisée et catégorie		Constructions soumises à des exigences structurales / toutes applications
	Durabilité	Catégorie de résistance au gel/dégel		Briques non-protégées
	Absorption d'eau/ Porosité	Valeur d'absorption d'eau/ Porosité		Coupure de capillarité ou dans des constructions extérieures avec face exposée
	Taux initial d'absorption d'eau	Plage du taux initial d'absorption d'eau		En fonction de l'utilisation prévue
Sécurité en cas d'incendie	Réaction au feu	Classe de réaction au feu	Conditions de l'Arrêté royal du 7 juillet 1994 fixant les normes de base en matière de prévention contre l'incendie et l'explosion.	Constructions soumises à des exigences de réaction au feu
Economie d'énergie et isolation thermique	Propriétés thermiques	Valeur $\lambda_{10,sec,elt}$ OU Masse volumique apparente sèche et configuration OU Masse volumique absolue sèche et configuration	Contribution à la performance globale d'un système ou d'un ouvrage - La conductibilité thermique λ_D est compatible avec la valeur U prescrite pour la paroi.	Pour les briques destinées à être utilisées dans des constructions soumises à des exigences thermiques
Hygiène, santé et environnement	Perméabilité à la vapeur d'eau	Coefficient de résistance à la diffusion de vapeur d'eau données		Pour les briques destinées à être utilisées dans des constructions extérieures
	Substances dangereuses	Déclaration des émissions/ contenu en substances dangereuses	Absence d'émission ou de transfert de substances dangereuses ou d'éléments dangereux vers le sol	Toutes applications

¹ Le cas échéant, voir conditions supplémentaires concernant la déclaration des niveaux et des classes dans les législations et les normes concernant les mesures de mise en œuvre de ces exigences.

² Cette caractéristique peut être utilisée pour l'évaluation des charges, de l'isolation acoustique, contre les bruits aériens, de la résistance au feu, de l'isolation thermique.

Masse volumique apparente sèche et tolérances

La définition d'une brique passe notamment via la déclaration de sa masse volumique apparente sèche. Cette déclaration peut être utilisée pour l'évaluation des charges, de l'isolation acoustique contre les bruits aériens, de la résistance au feu, de l'isolation thermique.

Résistance à la compression

Selon la STS 22-1, la déclaration de la résistance à la compression est obligatoire pour les éléments de maçonnerie déclarés de catégorie I³. La valeur à déclarer est la résistance moyenne à la compression. Dans le cas du réemploi, il semble néanmoins important, même pour les applications de parement, de vérifier l'homogénéité de cette performance. En effet, la résistance à la compression des briques influence la portance de la maçonnerie. Une mauvaise répartition des contraintes peut apparaître lorsque des briques de propriétés mécaniques trop différentes sont utilisées.

Dans le cas de la restauration, des briques de réemploi peuvent être utilisées car elles ont le même aspect que les briques d'origine. Si le nombre de briques à remplacer est relativement important, il s'agira de vérifier qu'elles ont des propriétés mécaniques semblables. Dans le cas contraire, des dommages tels que des fissures peuvent apparaître à certains endroits des maçonneries.

Durabilité liée à la résistance au gel/dégel

Pour les briques de parement destinées à une utilisation non protégée, la résistance à l'exposition à certaines conditions climatiques doit être déclarée.

Absorption d'eau ou porosité

Selon la STS 22-1, l'absorption d'eau des briques de terre cuite doit être déclarée.

Taux initial d'absorption d'eau

Pour pouvoir donner des informations concernant le choix de mortier à l'utilisateur et si l'adhérence de la maçonnerie est importante, l'absorption d'eau initiale doit être déclarée. C'est le cas pour toutes les maçonneries portantes et pour toutes les briques de parement extérieur vu qu'elles sont soumises à des charges horizontales (pression du vent, tremblements de terre...)[2]. Le taux initial d'absorption d'eau permet de déterminer la bonne compatibilité entre un mortier et une brique. La brique sera classée de IW 1 (très peu absorbante) à IW 4 (très absorbante). Différents mortiers seront adaptés à ces classements (certains mortiers peuvent être adaptés à plusieurs classes).

³ Cela implique que la résistance à la compression est déclarée avec une fiabilité de 95% (pour les fabricants qui disposent d'un certificat de conformité du contrôle de la production en usine, délivré par un organisme notifié de certification du contrôle de la production).

Réaction au feu

L'Arrêté royal du 7 juillet 1994 fixant les normes de base en matière de prévention contre l'incendie et l'explosion précise que les exigences en matière de réaction au feu ne s'appliquent pas dans les cas suivants : bâtiments industriels, bâtiments ayant au maximum 2 niveaux et une superficie $\leq 100\text{m}^2$ et maisons unifamiliales.

Propriétés thermiques

La conductibilité thermique de la brique doit être déclarée de manière à vérifier que le coefficient de transmission thermique U des différents éléments de construction ne dépasse pas la valeur maximale fixée par la réglementation régionale sur la Performance énergétique des bâtiments (PEB). Ces exigences concernent la (re)construction ou la rénovation et l'extension des unités résidentielles, les unités de bureaux et services et enseignement, unités industrielles et autres destinations.

Perméabilité à la vapeur d'eau

Pour les éléments destinés à être utilisés comme éléments extérieurs, des renseignements sur la perméabilité à la vapeur d'eau doivent être fournis.

Substances dangereuses

Les exigences belges⁴ en termes de qualité de l'air intérieur ne concernent actuellement que les revêtements de sol. Ces exigences devraient cependant être étendues aux revêtements de murs et de plafonds dans les prochaines années. En France⁵, les briques de terre cuite sont classées A+ (classe des émissions les plus faibles). Cependant, les autres éléments constitutifs de la maçonnerie qui sont encore présents sur la brique (mortier, traitements ou revêtements éventuels) devraient également être pris en compte. Des moisissures, qui peuvent émettre des composés organiques volatils, peuvent également être présentes sur les briques.

Concernant les substances dangereuses, le règlement européen REACH (Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals, 2007), liste les substances qui ne peuvent pas être utilisées.⁶ De nouveau, des traitements ou revêtements éventuels peuvent contenir ce genre de substances dangereuses. Le risque d'un transfert de métaux lourds et d'autres éléments dangereux – si la brique en contient - vers le sol peut être avancé. Des normes d'essais sont en cours de développement au niveau européen mais ne sont pas encore disponibles. En Belgique, il n'y a actuellement (2021) pas de dispositions en vigueur.

⁴ AR « Emissions dans l'environnement intérieur de produits construction »

⁵ En France, un arrêté de classement des émissions de COV a été déposé en 2011. Toutes les émissions sont autorisées mais les tests et marquages sont obligatoires.

⁶ Il prévoit également l'obligation pour les producteurs de substances chimiques de donner des informations aux fabricants et différents acteurs, jusqu'aux utilisateurs. Cela est cependant difficilement applicable au cas du réemploi.

Exigences complémentaires

Les exigences complémentaires sont définies dans le cadre de cette procédure comme les exigences relatives à l'aptitude à l'usage du produit (non reprises dans les exigences fondamentales) et les exigences liées à des choix de mise en œuvre ou des choix esthétiques.

Caractéristiques des briques de terre cuite	Performance à atteindre ou à déclarer ⁷		Application
	Classes ou niveaux à déclarer	Classes ou niveaux à atteindre	
Type	Moulée, étirée, pressée		Toutes applications
Dimensions	Longueur, largeur, hauteur		Toutes applications
Tolérances dimensionnelles	Tolérances de la valeur moyenne		Toutes applications
	Plage		En fonction des utilisations
	Planéité des faces de pose		Lorsque des briques de terre cuite sont destinées à être utilisées avec un mortier en couche mince ou collées
	Parallélisme des faces de pose avec le plan		Lorsque des briques de terre cuite sont destinées à être utilisées avec un mortier en couche mince ou collées
Configuration	Groupe de configuration ou description (volume des vides, épaisseurs des cloisons,...)		Pour les briques destinées à être utilisées dans des constructions soumises à des exigences structurelles
Teneur en sels solubles actifs	Catégorie de teneur en sels hydrosolubles actifs		Lorsque l'utilisation prévue du produit assure uniquement une protection limitée (par exemple, fine couche d'enduit) ou bien le produit dans son utilisation prévue est exposé aux intempéries.
Adhérence	Résistance initiale au cisaillement		En fonction de l'utilisation prévue
Isolation acoustique contre les bruits aériens	Masse volumique apparente sèche	Contribution à la performance globale d'un système ou d'un ouvrage.	Pour les briques destinées à être utilisées dans des constructions soumises à des exigences acoustiques
	Dimensions et tolérances		
	Configuration		
Finition	Rugueuse / lisse / émaillée / clivé / étiré / trop cuite (difforme)		Briques apparentes
Teinte	orange / rouge / mauve / gris/...		Briques apparentes
Face à cimenter ou plafonner	lisse / adhérence améliorée / rainurée / sans objet		Briques à cimenter/plafonner

⁷ Voir conditions supplémentaires concernant la déclaration des niveaux et des classes dans les législations et les normes concernant les mesures de mise en œuvre de ces exigences.

Endommagements et défauts des briques	Longueur et largeur fissures	A déterminer	Briques apparentes
	Coins ou arêtes cassées, longueur éclats ou épaufrures, présence de nodules,...	Au moins une panneresse et une boutisse non endommagées	Briques apparentes
	% Trace de peinture		Briques apparentes
	% Trace de mortier		Briques apparentes
	% Trace de plâtre		Briques apparentes
	Présence d'efflorescence ou non		Briques apparentes

Type

Les briques de terre cuite peuvent être de différents types, selon leur processus de fabrication. L'aspect résultant de ce processus sera différent. Les briques les plus anciennes étaient moulées à la main. Certains procédés actuels permettent également de les mouler, de façon industrielle. Les briques peuvent également être pressées. L'argile y est alors pressée et laminée dans des bacs. Les briques peuvent également être étirées. L'argile est pressée en une carotte rectangulaire, qui est ensuite coupée.

Dimensions et tolérances dimensionnelles

Les dimensions d'une brique de terre cuite doivent être déclarées en mm pour la longueur, la largeur et la hauteur. Des indications sur les tolérances peuvent également être fournies ou demandées, telles que la différence, pour toutes les dimensions, entre la valeur déclarée et la valeur moyenne, la différence entre la plus grande et la plus petite dimension déterminées sur des briques individuelles. Dans le cadre du réemploi, il peut être accepté de réemployer un certain pourcentage de briques qui ne sont pas entières. En général, il sera demandé que leur taille ne soit jamais inférieure à une demi-brique. Lorsque les briques sont destinées à être collées ou qu'un mortier en couche mince est prévu, l'écart maximal de planéité des faces de pose et l'écart maximal de parallélisme des faces de pose dans le plan peuvent être demandés. On conseillera néanmoins de pas coller des briques de réemploi, ni de les mettre en œuvre avec des joints trop minces.

Configuration

La configuration d'une brique concerne sa forme et ses caractéristiques, y compris la direction des perforations, le volume de tous les vides formés, le volume du plus grand des éventuels vides formés, le volume des trous de préhension, l'épaisseur des cloisons internes, l'épaisseur des parois extérieures, l'épaisseur combinée des cloisons internes et des parois extérieures entre deux faces, l'épaisseur combinée des cloisons internes et des parois extérieures entre deux abouts, et la surface des vides sur une face de pose.

Teneur en sels solubles actifs

La teneur en sels solubles actifs peut permettre de donner une indication sur le risque de voir apparaître des efflorescences sur la maçonnerie ou les joints. Les efflorescences sont généralement le fruit de la combinaison entre les briques et le mortier, et dépendent également d'autres facteurs, dont la vitesse de séchage des briques. Dans le cas du réemploi, les briques peuvent déjà avoir été lavées par les intempéries. Cependant, une maçonnerie constituée de briques n'ayant jamais présenté d'efflorescence lors de son application initiale peut, lors de la combinaison avec un mortier différent du mortier initial, présenter des efflorescences lors de son application suivante.

Adhérence

L'adhérence, déclarée en termes de résistance caractéristique initiale au cisaillement, reflète la caractéristique d'adhérence entre briques et mortier, et notamment leur compatibilité. Sa déclaration est facultative pour des briques non porteuses.

Isolation acoustique contre les bruits aériens

Cette performance peut être demandée lorsqu'une performance acoustique spécifique est demandée.

Finition

Les briques peuvent présenter diverses finitions à leur surface, en fonction des processus de fabrication et des différents traitements. Leur surface peut ainsi être rugueuse, lisse, émaillée, clivés, étirés, trop cuite (difforme),...

Teinte

Les briques peuvent être de différentes teintes, selon les composants utilisés mais également le temps de cuisson.

Face à cimenter ou plafonner

Lorsque les briques sont à cimenter ou à plafonner, il peut être demandé que leurs faces soient lisses, avec adhérence améliorée, ou encore rainurées.

Endommagement et défauts des briques

Dans le cas de briques de réemploi, certains défauts esthétiques peuvent être définis acceptables. Les longueurs et largeurs de fissures (ne mettant pas en péril les performances mécaniques de la brique) acceptables peuvent ainsi être définies, de même que les longueurs d'éclats ou épaufrures (ne mettant pas en péril les performances mécaniques de la brique), ainsi que les pourcentages de trace de peinture, de mortier, ou de plâtre, ainsi que la présence d'efflorescence. Dans le cadre du réemploi, il peut être accepté que certaines faces soient abimées, du moment que les briques possèdent au minimum une panneresse, une boutisse et une grande face en bon état.

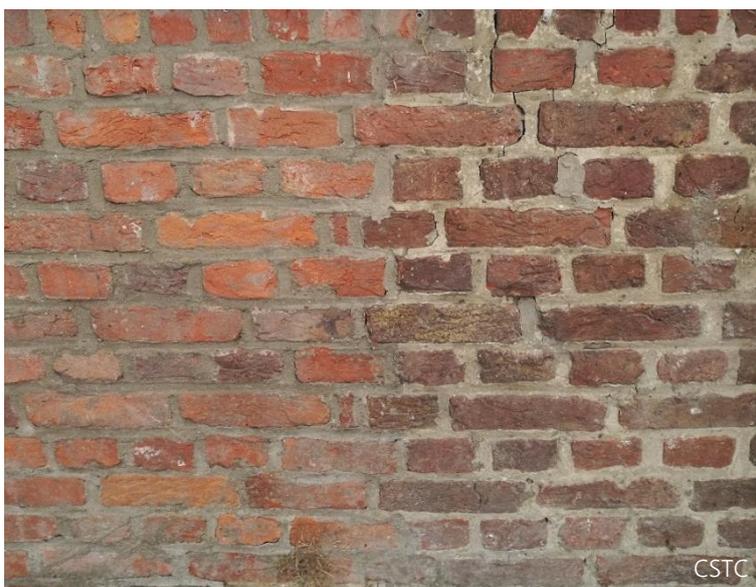
Pour certaines applications telles que l'utilisation de briques de terre cuite en maçonnerie porteuses, davantage d'exigences seront requises, dont notamment des exigences

mécaniques. L'évaluation des performances dans le cas de certaines applications peut donc entraîner un coût et nécessiter un temps plus important que pour d'autres applications. Il pourra ainsi parfois être plus facile de limiter le réemploi à des applications moins exigeantes.

2. Analyse de l'état et de l'historique du produit

2.1. Identification du gisement

Pour rappel, le gisement est défini comme l'ensemble de matériaux ou d'éléments d'un même type se trouvant dans une zone définie et présentant des caractéristiques et une histoire communes.



Sur cette image, deux types de briques et de mortiers peuvent être observés. Il semble judicieux de séparer ces briques en gisements distincts dès le démontage. Un démontage sélectif en fonction des gisements identifiés et des caractéristiques visuelles permettra de faciliter l'évaluation des performances en créant des lots plus homogènes.

Dans la procédure décrite, le gisement est supposé toujours en place. S'il ne l'est plus (par exemple, dans le cas d'une vente de matériaux de réemploi par un revendeur), soit le revendeur a déjà réalisé une évaluation des caractéristiques/performances, soit la procédure est à réaliser en fonction des informations disponibles.

L'analyse de l'état et de l'historique du gisement peut permettre d'apporter de nombreuses informations, qui peuvent permettre de cibler plus rapidement à quel type de nouvelle application la brique peut correspondre, permettre de recourir à certaines méthodes d'évaluation, ou encore créer des lots homogènes.

Si l'application future de la brique n'est pas encore connue, un maximum d'informations, listées au point 2.2, devront être récoltées. Une application généraliste peut également être définie. Lorsque l'application future est déjà connue la recherche d'information peut être plus précise en fonction des exigences spécifiques, telles que reprises au point 3.

Applications antérieures

La brique peut provenir de plusieurs applications antérieures :

- Maçonnerie porteuse
- Maçonnerie de parement (non porteuse)
 - Protégée
 - Non protégée
- Revêtement de sol (pavage)
 - Protégé
 - Non-protégé
- Murs de clôture
- Cloisons intérieures

Un gisement correspond à une seule application antérieure, car des applications différentes sont susceptibles d'engendrer des conditions et contraintes différentes : par exemple, des briques utilisées en cloison intérieure constitueront un gisement différent des mêmes briques appliquées en extérieur. De même, des briques porteuses constitueront un gisement différent de briques non-porteuses.

Certaines applications ou localisations dans un bâtiment seront incompatibles avec le réemploi :

- Briques de cheminée
- Fondations et caves
- Briques en contact avec des substances dangereuses

Mise en œuvre antérieures

Un gisement correspond à un seul type de mise en œuvre, si elle est susceptible d'avoir influencé le produit. Par exemple, des briques identiques, placées comme parement extérieur d'un mur isolé et d'un mur non isolé sont susceptibles d'avoir subi des contraintes différentes (notamment, de différences de températures). Elles devront donc être séparées en différents gisements.

Démontage

Si le gisement est toujours en place, il sera utile, après une analyse rapide du potentiel de réemploi de la brique, de vérifier qu'il est possible de la démonter sans trop de dommage, via un test de démontage⁸.

En général, la facilité de déconstruction dépendra du mortier utilisé, et de la forme de la brique. Le mortier à base de chaux était surtout utilisé avant les années 1950. Il permet généralement un démontage aisé. Le mortier au ciment est beaucoup plus résistant, et peut compromettre le démontage et le nettoyage des briques. Le mortier bâtard quant à lui peut permettre une bonne récupération des briques, selon les cas.

Les briques actuellement récupérées sont des briques pleines. Les briques creuses sont en général plus difficiles à démonter et nettoyer car elles font corps avec le mortier, bien que leur réemploi ne soit pas obligatoirement à exclure.

Pour les maçonneries plus récentes, la présence de certaines armatures permettant de renforcer la résistance des maçonneries, telles que des armatures horizontales, peuvent également compliquer le démontage.

2.2. Analyse de l'état et de l'historique du gisement/du produit

Cette étape permet de réunir un maximum d'informations concernant les caractéristiques originelles et/ou actuelles du gisement, d'une part en relevant un maximum d'informations concernant son état, mais aussi toute information pertinente concernant son histoire et ses performances originelles. Si possible, cet inventaire sera réalisé avant l'extraction de tous les éléments. Lors du démontage, il sera important de bien conserver la traçabilité des informations récoltées tant que l'évaluation des performances n'a pas été réalisée. Par exemple, idéalement, les briques ayant subi des sollicitations mécaniques plus importantes devraient être séparées des autres. De même, des briques dont les joints ont été ragrés à l'aide d'un mortier différents devraient également être séparées.

⁸ Le site <http://reuse.brussels/fr/briques/> propose des conseils de démontage de ces briques.



Informations visuelles pertinentes pouvant être collectées : ragréages des joints – remplacement de briques – tâches noires présentes sur certaines briques

Voici une liste non exhaustive d'informations pouvant être collectées :

2.2.1. Informations relatives au produit « carte d'identité » :

- « curriculum vitae » : date de production, marque, type de briques, date de mise en œuvre, etc.
- Informations techniques : dimensions, présence de marquage, cahiers des charges originels, fiches techniques, normes si possible en application au moment de la mise en œuvre du produit,...
- Aspects visuels : états de surface, état homogène, couleur, peinture, présence de détérioration (tâches, moisissures, efflorescence, fissures dans les joints ou dans la maçonnerie, colorations, formation de mousse, éclatement des joints, etc.)
- Aspects quantitatifs : taux de perte, quantité estimée, etc.

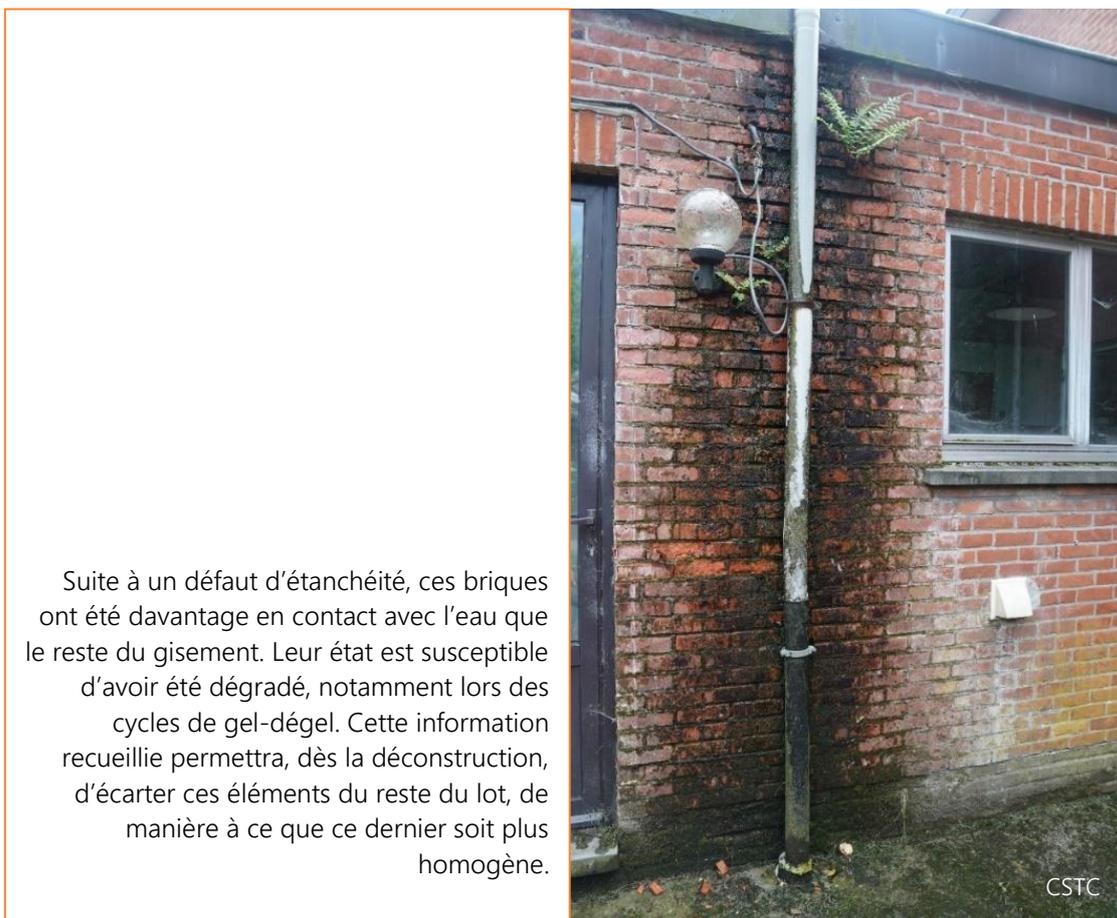
2.2.2. Informations relatives à son application :

- Type d'ouvrage
 - Exemple : Muret de jardin, habitation, immeuble de bureaux, usine susceptible d'avoir contenu des produits chimiques,...
- Date de construction de l'ouvrage
- Date de restaurations et type de restaurations
- Localisation de l'ouvrage (bord de mer, montagne,...)
- Type(s) d'application(s) initiale(s) :
 - Brique de parement, brique porteuse, cloison, pavage, mur de clôture, ...
- Localisation dans l'ouvrage (le produit pourrait avoir subi des sollicitations particulières en fonction de sa localisation) :
 - Utilisation en intérieur/extérieur
 - Utilisation comme mur de maçonnerie/pavage
 - Orientation des murs non protégés : les briques orientées sud-ouest sont en général les plus sollicitées
 - Briques protégées ou non
 - Soubassement ou non

- Cheminée, cave, fondations : les briques sont considérées inaptées à être réemployées
- Hauteurs dans le mur et emplacements ayant subi davantage de sollicitations mécaniques
- ...

2.2.3. Informations relatives à sa mise en œuvre et à son entretien :

- Injections et traitements contre l'humidité (dates, produits utilisés,...)
- Rejointoyages (dates, produits utilisés,...)
- Contrôle des bonnes pratiques de mise en œuvre et d'entretien. Ces informations et points de contrôle concernent le nettoyage, l'accessibilité des éléments, les types de fixations, la conformité avec les règles de bonne pratique, etc.
- L'état des matériaux mis en œuvre autour de la brique et des conditions seront également inspectés (présence de fuite,...).



Suite à un défaut d'étanchéité, ces briques ont été davantage en contact avec l'eau que le reste du gisement. Leur état est susceptible d'avoir été dégradé, notamment lors des cycles de gel-dégel. Cette information recueillie permettra, dès la déconstruction, d'écarter ces éléments du reste du lot, de manière à ce que ce dernier soit plus homogène.

CSTC

Il est important de conserver la traçabilité de ces informations par rapport aux différents éléments car celles-ci pourront permettre de créer des lots homogènes, mais aussi de choisir des échantillons représentatifs si des essais doivent être réalisés. Par exemple, une brique qui a été protégée des intempéries par une corniche n'est sans doute pas représentative du reste du mur. Un certain traçage de l'origine des éléments devra ainsi idéalement être réalisé pour conserver les informations historiques relevées avant et pendant le démontage.

Informations techniques concernant la mise en œuvre des briques de terre cuite :

Les Notes d'Informations Techniques décrivent des prescriptions concernant la mise en œuvre des briques de terre cuite. Elles peuvent aider à vérifier la qualité de la mise en œuvre initiale, préalablement à l'extraction des produits. Le respect de ces prescriptions lors de la mise en œuvre et la vérification de leur pérennité au moment de la déconstruction des matériaux devrait rassurer sur l'état de conservation des caractéristiques techniques du gisement. Il importe donc de vérifier in situ la qualité de la mise en œuvre du gisement en fonction de son application afin de s'assurer que les performances techniques ne soient pas altérées par une détérioration des matériaux (des briques, mais également des matériaux contigus) et des conditions (moisissures,...). Les points repris ci-dessus ne sont pas exhaustifs et sont généraux, ils devront toujours être analysés en rapport avec le contexte. Davantage d'informations concernant la mise en œuvre de briques (nouves) peuvent être trouvées dans les documents cités ci-dessous.

- NIT 271 : Exécution des maçonneries
- NIT 264 : Détails de référence pour les murs creux
- STS-22-1 : Maçonnerie pour construction basse

3. Détermination des méthodes d'évaluation nécessaires

3.1. Confrontation des informations et définition du niveau de confiance nécessaire

Les informations récoltées lors des deux premières étapes peuvent être confrontées lors de cette étape. Les informations visuelles et documentaires récoltées peuvent permettre d'une part d'estimer plus rapidement si une brique peut convenir ou non à l'une ou l'autre application, et d'autre part à déterminer les méthodes d'évaluation nécessaires. Par exemple, connaître l'ancienne application d'une brique peut apporter de nombreuses informations. Si elle était présente comme cloison intérieure dans un bâtiment, elle pourrait ne pas convenir à un usage extérieur à cause d'une potentielle mauvaise résistance aux cycles de gel/dégel. En revanche, une brique utilisée initialement comme parement extérieur d'une paroi isolée et orientée sud-ouest aurait plus de chance de convenir à une application très semblable.

Voici un tableau faisant correspondre, de manière non-exhaustive, les exigences identifiées lors de l'étape 1, à des informations pertinentes pouvant être identifiées lors de l'étape 2. L'existence ou non de ces informations permettra plus facilement d'accorder plus ou moins de confiance dans les produits identifiés, et à identifier les méthodes d'évaluation des performances les plus pertinentes. Ces informations pourront également permettre de trier les briques et de créer des lots plus homogènes. Le seul fait de retrouver ces informations ne suffit pas à justifier que le produit répond aux exigences applicables à son application visée. Une évaluation des performances est requise (voir étape 4).

Performances	Informations pertinentes	
	Visuelles	Documentaires
Masse volumique		Masse volumique déclarée
Résistance à la compression	Pour les briques anciennes : couleur de la brique	Application initiale : mur porteur ou non, hauteur Masse volumique déclarée initialement
Catégorie de résistance au gel/dégel	Présence de fissures ⁹ Présence de défauts susceptibles d'engendrer des dégâts (tâches noires,...) Couleur de la brique*	Application initiale : intérieure ou extérieure, protégée ou non, type de mortier. Présence d'isolant. Présence sur une façade exposée depuis un certain nombre d'années Catégorie de résistance au gel déclarée initialement, masse volumique déclarée initialement

⁹ Les fissures peuvent avoir une influence plus ou moins importante sur la gélivité des briques en fonction de leurs dimensions, leur nombre, leur direction.

Valeur d'absorption d'eau / porosité	Peinture Présence de fissures	Application initiale : intérieure ou extérieure Hydrofugé ?
Taux initial d'absorption d'eau		Application initiale : intérieure ou extérieure Traitement contre l'humidité ?
Classe de réaction au feu		Classe de réaction au feu initiale
Propriétés thermiques		Masse volumique déclarée ou valeur λ déclarée
Perméabilité à la vapeur d'eau	Peinture	
Emission de COV	Présence de moisissures	Historique connu concernant les différents traitements réalisés
Déclaration des émissions/ contenu en substances dangereuses	Peinture	Année de mise en œuvre Historique connu concernant les différentes réparations/traitements qui ont été réalisés Application initiale connue
Catégorie de teneur en sels hydrosolubles actifs	Présence d'efflorescences	Orientation Type de mortier utilisé Maçonneries protégées ou non
Résistance initiale au cisaillement		Application initiale : mur porteur ou non
Isolation acoustique contre les bruits aériens		Valeur initiale
Type : Moulée, étirée, pressée	Examen visuel	
Longueur, largeur, hauteur Tolérances de la valeur moyenne Plage	Mesure	
Planéité des faces de pose	Mortier en couche très mince	
Parallélisme des faces de pose avec le plan	Mortier en couche très mince	
Groupe de configuration ou description (volume des vides, épaisseurs des cloisons,...)	Examen visuel ou mesure	
Finition	Examen visuel	
Teinte	Examen visuel	
Face à cimenter ou plafonner	Examen visuel	
Défauts acceptables	Examen visuel	
Présence d'efflorescence ou non	Taches blanches	

3.2. Planification du processus d'évaluation

S'il existe d'emblée un doute sur le fait que le produit répondra à une exigence essentielle, il peut être utile de commencer par l'évaluation de la performance liée à cette exigence avant de procéder à l'évaluation des autres performances. Par exemple, la résistance au gel des briques de réemploi étant souvent une exigence conditionnant leur réemploi à l'extérieur, celle-ci pourrait être évaluée en priorité sur les autres performances pour quelques briques.

3.3. Stratégies pour augmenter le niveau de confiance

Lorsque les méthodes d'évaluation disponibles semblent ne pas pouvoir offrir un niveau de confiance suffisant, ou si elles sont trop coûteuses, différentes stratégies peuvent être mises en place :

- Combinaison de méthodes d'évaluation : voir point 4.
- Stratégies de conception : S'il persiste des doutes sur certaines performances de briques de réemploi destinée à être utilisées en extérieur, la conception du bâtiment pourrait être imaginée de manière à diminuer les exigences sur les briques.
 - S'il y a des doutes concernant la porosité, la résistance aux cycles de gel-dégel : Conception de manière à protéger les briques des intempéries (débordants de toiture, à l'intérieur,...)
 - Importance du choix du mortier :
 - Doutes concernant la résistance aux cycles de gel-dégel : le choix du type de mortier peut influencer le comportement des briques lors des cycles de gel-dégel.
 - Doutes concernant le taux initial d'absorption d'eau : certains mortiers sont aptes pour des classes IW2 à IW4 (classe peu absorbante à très absorbante). Ils sont ainsi adaptés à un grand nombre de types de briques.
 - S'il y a des doutes concernant les tolérances dimensionnelles : choisir de réaliser des joints plus épais et un appareillage adapté.
 - Surdimensionner les murs ou encore réaliser des détails plus robustes.
 - ...
- Limitation des applications : Si des doutes résident sur les performances, les briques pourraient être réutilisées dans une application moins exigeante que celle prévue initialement. Par exemple, une utilisation en cloison intérieure sera généralement peu exigeante.

4. Evaluation des performances techniques

Avertissement : Pour rappel, les différentes méthodes décrites ci-dessous n'ont pas été approuvées de façon officielle par le secteur. Ce document livre un travail exploratoire, qui vise à proposer des pistes, qui ne seront pas applicables dans tous les cas. Ce document ne dispense en aucun cas du respect des réglementations en vigueur ainsi que des règles de l'art.

4.1. Contrôle de la chaîne

Seuls ou en combinaison avec des méthodes d'évaluation des différentes performances, un tri ainsi qu'une vérification de l'homogénéité des briques peuvent être effectués. Cette méthode vise donc à inspecter et trier l'ensemble des briques composant les lots, de manière à éliminer les éléments susceptibles de ne pas correspondre aux exigences, mais également à obtenir des lots plus homogènes. Si les lots sont plus homogènes, le nombre d'échantillons nécessaires pour certains essais peut éventuellement être diminué.

a. Tri lors du démontage

Comme indiqué au point 2, la connaissance de l'origine et de l'histoire des briques peut permettre de récolter des informations utiles lors de l'évaluation des performances, mais elles peuvent également permettre de créer des lots aux propriétés homogènes. Des tris peuvent en effet être effectués, dès le démontage. Par exemple, grâce à son expérience et à une bonne inspection de la mise en œuvre, l'entrepreneur peut décider de créer des lots différents selon l'orientation, la hauteur,... des briques car elles sont susceptibles d'avoir été sollicitées différemment.

b. Tri visuel

La plupart des revendeurs spécialisés de briques de réemploi effectuent un tri visuel basé sur :

- L'état général des briques et leur aspect général (types de briques)
- Les dimensions
- Les différences de couleurs, qui témoignent de différences de température de cuisson ou encore de composition pour les briques plus anciennes.
- La présence de fissures. La longueur, la largeur, le nombre ou encore l'orientation des fissures peuvent donner des indications concernant l'affaiblissement de certaines propriétés.

c. Tri manuel

Le tri peut également consister à frotter les briques entre elles et éliminer celles qui s'effritent. Ce tri est généralement réalisé lors du nettoyage.

d. Tri auditif

Certains revendeurs de briques de réemploi ou certains entrepreneurs trient les briques en fonction du bruit qu'elles produisent lorsqu'elles sont tapotées avec un objet. Un son lourd sera souvent le signe de la présence de fissures, ce qui peut avoir des conséquences notamment sur la résistance au gel des briques.

e. Tri selon la fréquence du son

Une piste pour améliorer ce tri pourrait être de mesurer la fréquence du son produit de manière plus précise (et non plus par l'oreille humaine), de manière à trier les briques sur base des fissures et défauts qu'elles contiennent.

f. Tri selon la masse volumique

Afin de constituer des lots les plus homogènes possibles, les briques pourraient également être triées selon leur masse volumique. La masse volumique est en effet un bon indicateur d'autres caractéristiques de résistance mécanique. La masse volumique d'une brique peut donner une indication qualitative sur sa résistance présumée au gel et à la compression. En général, les briques très denses auront un potentiel élevé de présenter une résistance au gel élevée.

g. Tri selon la porosité

L'essai de porosité par immersion totale est une méthode simple qui pourrait permettre de vérifier l'homogénéité des lots et même de les fusionner si nécessaire. Cette méthode est réalisée par certains fabricants de briques neuves pour vérifier l'homogénéité de leur production. Cette méthode pourrait être transposée au cas des briques de réemploi. Elle consiste à faire sécher les briques, les peser, et ensuite les immerger dans un bain pendant 24h. Les briques peuvent ensuite être pesées, et leur porosité calculée. Différents lots aux propriétés plus homogènes pourraient alors être créés en fonction de ces résultats.

h. Stockage

Un stockage adapté devra être prévu. Les briques sont généralement conditionnées en couches croisées sur palettes, et sont abritées des intempéries et protégées contre l'humidité ascendante, de manière à être sèches au moment de la mise en œuvre.

i. Remarque concernant la création des lots

Ces différents tris, ainsi que les informations récoltées au point 2, peuvent permettre de réaliser des lots plus homogènes. Dans le cas des briques, il est important de tenir compte du processus de fabrication des briques.

Les briques les plus anciennes, moulées à la main, étaient cuites en petites quantités, dans des fours de campagne. Les caractéristiques des briques fabriquées de cette manière pouvaient différer pour différentes raisons, dont notamment :

- La sélection des matières premières, qui entraînait des variations possibles des propriétés et/ou de la composition de l'argile.
- Le séchage des briques, qui dépendait des saisons / du climat extérieur.
- La cuisson dans des fours de campagne, qui entraînait des températures différentes selon la position dans le four et entre les différents lots produits.

Un gisement peut dès être constitué de briques de caractéristiques relativement hétérogènes.

Si les briques ont été fabriquées en usine, il y a plus de chance que l'ensemble du gisement soit plus homogène. Pour tenir compte de cette différence, le nombre de briques fabriquées selon ce processus pourrait ainsi être limité par lot (par exemple, 5 palettes de briques maximum), tandis que les lots constitués de briques produites industriellement pourraient être limités aux gisements : par exemple une maison unifamiliale, ou plusieurs immeubles construits en même temps.

4.2. Masse volumique apparente sèche et tolérances

a. *Evaluation par essai*

Selon la norme-produit NBN EN 771-1, la masse volumique (et ses tolérances) doit être déclarée par le fabricant pour les briques protégées. Elle peut être mesurée par essai, selon la méthode de référence EN 772-13. Cet essai est relativement facile à réaliser pour des briques pleines (il requiert un pied à coulisse, une balance, une étuve) et semble compatible avec le cas du réemploi.

Echantillonnage et statistiques

Si les briques n'ont pas encore été démontées, afin d'obtenir des échantillons les plus représentatifs, elles pourraient préférentiellement être sélectionnés :

- Sur des façades de différentes orientations
- Si le gisement comporte différents bâtiments, sur différents bâtiments.
- A différentes hauteurs



- Les briques qui ont été protégées des éléments extérieurs ne seront pas sélectionnées (par exemple, ne pas sélectionner des briques présentes sous une corniche)

Le cas où les briques ont déjà été démontées (et de préférence triées) s'apparente au cas de la norme produit. Les briques devraient alors être sélectionnées au hasard, selon les instructions décrites dans la norme pour les essais de détermination du produit type et pour les essais indépendants sur lots. Si les briques n'ont pas encore été triées, les briques seront également sélectionnées au hasard, mais celles ne correspondant pas aux critères de tri seront éliminées.

Le nombre d'échantillons requis par la norme-produit pour un essai est de 10 briques. La masse volumique étant un bon indicateur d'autres caractéristiques, il semble intéressant de tester également 10 briques par lot dans le cas du réemploi.

Evaluation par essais corrélés

Il est observé que la masse volumique peut donner des indications sur d'autres performances des briques. Des valeurs de masse volumique basses (en dessous de 1800kg/m^3), ou hétérogènes, pourraient éventuellement mener à prescrire plus d'essais de résistance au gel ou à la compression, tandis que des valeurs hautes (à partir de $1900\text{--}2000\text{kg/m}^3$) et homogènes pourraient permettre d'en prescrire moins. Des études menées sur différents types de briques seraient nécessaires pour établir des liens plus précis entre ces performances et pour proposer des combinaisons de méthodes d'évaluation adaptées.

Comme décrit dans le paragraphe « Contrôle de la chaîne », il peut être intéressant de mesurer la masse volumique (pas nécessairement selon la méthode décrite par la norme EN 772-13) de tous les éléments constitutifs des lots de manière à effectuer un premier tri préalable et créer des lots aux caractéristiques semblables.

b. Evaluation indirecte – Conservation de la valeur – Document déclarant la valeur

Si des documents sont encore disponibles et attestent de la valeur de masse volumique apparente sèche des briques à démonter, cette valeur peut à priori être réutilisée, à condition d'avoir effectué une inspection visuelle et un tri des briques endommagées.

4.3. Résistance à la compression

a. Evaluation par essais

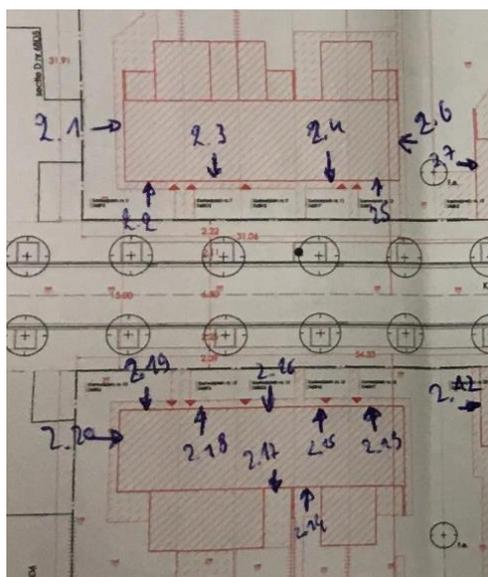
Evaluation selon NBN EN 772-1

La norme NBN EN 772-1 décrit des méthodes d'essais pour déterminer la résistance à la compression des briques neuves, et pourrait être appliquée sur des briques de réemploi. Ces essais peuvent être destructifs.

Echantillonnage et statistiques

Si les briques n'ont pas encore été démontées, afin d'obtenir des échantillons les plus représentatifs, elles pourraient préférentiellement être sélectionnés :

- Si le gisement comporte différents bâtiments, sur différents bâtiments
- Dans des endroits susceptibles d'être soumis à des contraintes mécaniques différentes (hauteurs différentes, zones de compression,...)



	huisnummer	gevel (aankruisen)			hoogte staalname
		voor	zij	achter	
baksteen 2.1	5		X		430 cm
baksteen 2.2	5 X				270 cm
baksteen 2.3	7 X				140 cm
baksteen 2.4	11 X				200 cm
baksteen 2.5	13 X				270 cm
baksteen 2.6	13		X		460 cm
baksteen 2.7	15		X		150 cm
baksteen 2.8	15 X				470 cm
baksteen 2.9	17 X				200 cm
baksteen 2.10	22		X		120 cm
baksteen 2.11	20 X				160 cm
baksteen 2.12	20		X		130 cm
baksteen 2.13	18 X				160 cm
baksteen 2.14	16			X	270 cm
baksteen 2.15	16 X				120 cm
baksteen 2.16	14 X				330 cm
baksteen 2.17	14			X	270 cm
baksteen 2.18	12 X				130 cm

Exemple de sélection d'échantillons représentatifs de briques

Il s'agira dans tous les cas de bien garder la trace de la provenance de chaque échantillon (quel bâtiment, façade, hauteur, emplacement particulier). Les briques sélectionnées comme échantillons devront avoir subi le même processus de tri et sélection que le reste du lot subira afin d'être représentatives.

Le cas dans lequel les briques ont déjà été démontées (et de préférence triées) s'apparente au cas de la norme-produit. Les briques devraient alors être sélectionnées au hasard, selon les instructions décrites dans la norme pour les essais de détermination du produit type et

pour les essais indépendants sur lots. Si les briques n'ont pas encore été triées, les briques seront également sélectionnées au hasard, mais celles ne correspondant pas aux critères de tri seront éliminées.

Le nombre d'échantillons requis par la norme-produit pour un essai est de 10 briques. Ce nombre d'échantillons pourrait éventuellement être réduit, si :

- Un contrôle de la chaîne a permis de garantir une certaine homogénéité du lot et/ou a éliminé les éléments susceptibles de ne pas atteindre la résistance au gel requise et/ou
- Une autre méthode d'évaluation de la résistance au gel est réalisée et/ou
- Le nombre total de briques à réemployer est réduit (nombre exact à déterminer).

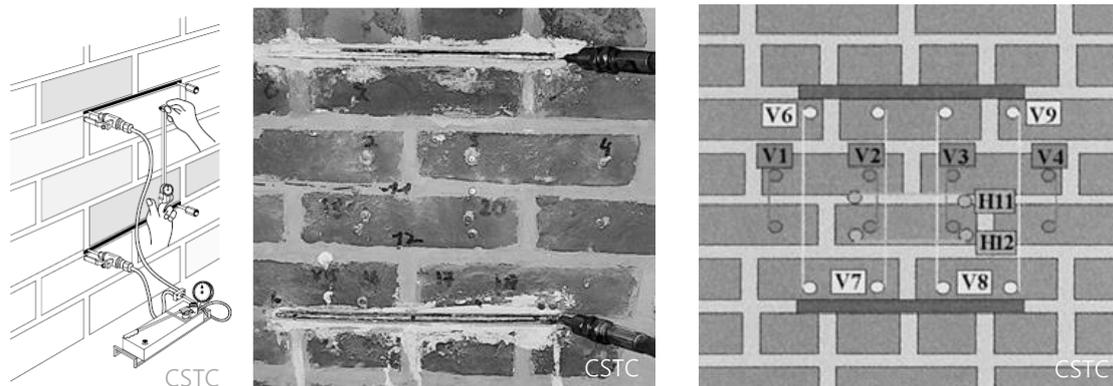
Evaluation selon NBN EN 1052-1

Cette méthode d'essai permet de déterminer la résistance à la compression de la maçonnerie (et non des briques seules). Elle est déduite de la résistance de murets constitués d'un certain nombre de rangées en maçonnerie soumis à l'essai jusqu'à rupture. Cette méthode a déjà été utilisée pour l'évaluation de la résistance à la compression de maçonneries existantes. Cette méthode pourrait être envisagée pour avoir une idée générale de la résistance à la compression des briques utilisées, cependant, elle ne tient pas compte du (nouveau) type de mortier qui sera utilisé, ainsi que des dégâts qui peuvent être liés au démontage.

Evaluation selon la méthode « flat jack » (norme ASTM)

Cette technique est habituellement utilisée en cas de rénovation et consiste à mesurer la contrainte de compression in situ à l'aide de deux vérins plats.

Il s'agit de meuler un joint sur une certaine longueur, puis de placer un cric plat dans cette ouverture. L'objectif est de ramener le haut et le bas de ce joint meulé au même endroit qu'avant le jointolement. Cela permet de déterminer le niveau de contrainte de compression réellement présent dans la maçonnerie historique. Il ne s'agit donc pas vraiment de déterminer la résistance à la compression, mais d'avoir une idée de la réserve dont on dispose par rapport à la capacité actuelle (par exemple, dans le cas de la rénovation, si on souhaite ajouter des extensions ou une charge supplémentaire à la maçonnerie). Cet essai semble adapté au cas du réemploi, mais est cependant très coûteux étant donné le nombre d'heures de travail nécessaires (meulage des joints, chargement par étape, calibration des vérins et nombreux essais nécessaires).



Evaluation par essais corrélés

La masse volumique peut donner des indications qualitatives sur la résistance à la compression des briques (voir 4.2.a.).

Dans le document *Méthodologie de diagnostic et d'évaluation des performances pour le réemploi de briques*, réalisé dans le cadre de la Fondation Bâtiment Energie, des modes de mesure in situ sont présentés, dont les résultats pourraient être corrélés pour obtenir une valeur de résistance à la compression :

- Mesure de la résistance et de la dureté avec un scléromètre (donne également des indications sur l'homogénéité)
- Indication de la dureté et de la cohésion de surface avec un perfortest
- Mesure de la cohésion de surface via un arrachemètre
- Essai d'auscultation dynamique au Pundit mesurant la propagation du son [3].

Ces modes de mesures pourraient être combinés à des essais en laboratoire. Des campagnes de tests devraient être réalisées pour établir des corrélations.

b. Evaluation indirecte – Conservation de la valeur

Connaissance de l'application antérieure

La performance peut être déduite sur base de la connaissance de l'application antérieure de la brique. Si les briques sont présentes en maçonnerie de parement d'une hauteur similaire ou inférieure et qu'elles ne présentent pas de dégâts, cela attestera d'une certaine résistance à la compression. Elles pourraient donc potentiellement convenir à une application semblable ou moins exigeante, et à une mise en œuvre semblables. Si des briques initialement utilisées dans un mur porteur sont démontées en vue d'une application en parement, elles auront d'autant plus démontré d'une résistance suffisante à la compression pour être réutilisées en parement (usage en cascade).

Il s'agira bien tenir compte des différences possibles de sollicitations entre application antérieure et future application. Si les briques sont fortement sollicitées en compression dans la nouvelle application (via une répartition des contraintes non-uniforme, par exemple), leur résistance à la compression pourrait ne pas suffire et des dégâts pourraient

apparaître. La hauteur du mur dans la nouvelle application ne devrait donc également pas être supérieure à celle de l'ancienne application, sauf si les briques étaient auparavant soumises à de fortes contraintes en compression (mur porteur, par exemple).

Bien que la connaissance de l'ancienne application puisse apporter des informations intéressantes, les performances ne seront pas déterminées de manière aussi précise qu'avec d'autres méthodes d'évaluation. Pour contrer cette incertitude, un maximum d'indices pertinents peuvent être collectés in situ, grâce à une bonne observation lorsque les briques sont encore en place. Dans certains cas, la maçonnerie est soumise à des contraintes mécaniques plus sévères. Des indices tels que des fissures dans les zones de forte compression peuvent alerter sur la performance de la brique, tandis que l'absence de fissures rassurera.

Il est également conseillé de vérifier l'homogénéité des briques (voir méthodes décrites au point 4.1), des briques de propriétés mécaniques très différentes pouvant induire une mauvaise répartition des contraintes.

Document déclarant la valeur de la performance

Si des documents sont encore disponibles et attestent de la résistance à la compression des briques, cette valeur peut à priori être réutilisée sans devoir effectuer de nouveaux essais, à condition d'avoir effectué une inspection visuelle (notamment, absence de fissures) et un tri des briques endommagées.

4.4. Résistance aux cycles de gel-dégel

a. *Evaluation par essais*

Différentes méthodes d'essais sont possibles pour les briques neuves, et pourraient être réalisées sur des briques de réemploi. Cependant, certaines ne sont pas considérées assez strictes pour le climat belge. Ces essais peuvent être destructifs.

La norme d'essai européenne NBN EN 772-22 pour la détermination de la méthode de gel décrite dans les premières versions (classification F2) n'est aujourd'hui plus considérée comme suffisamment stricte pour le climat belge. Par conséquent, une classe F2(80) supplémentaire a été ajoutée dans la dernière version de la norme. Pour l'instant, des tests sont en cours dans 6 laboratoires différents, dont le CSTC, pour évaluer cette classe. De plus, cette méthode est beaucoup plus coûteuse que les méthodes citées ci-après, parce qu'elle nécessite la réalisation d'un muret avec un mortier fabriqué à partir de ciment à haute teneur en alumine.

Jusqu'à présent, la résistance au gel en Belgique a été déterminée par une évaluation, basée sur une combinaison de l'essai de résistance au gel/dégel indirect suivant la NBN B27-009 et de la détermination des caractéristiques capillaires (NBN-B27-010).



Essai selon la norme NBN EN 772-22 – Essai selon la norme NBN B 27-009

Echantillonnage et statistiques

Si les briques n'ont pas encore été démontées, afin d'obtenir des échantillons les plus représentatifs, elles pourraient préférentiellement être sélectionnées :

- Sur des façades de différentes orientations (l'orientation sud-ouest étant la plus défavorable)
- Si le gisement comporte différents bâtiments, sur différents bâtiments
- A différentes hauteurs (certains endroits sont moins protégés : acrotères, soubassement,...)
- Les briques qui ont été protégées des éléments extérieurs ne seront pas sélectionnées (par exemple, ne pas sélectionner des briques présentes sous une corniche)

Il s'agira dans tous les cas de bien garder la trace de la provenance de chaque échantillon (quel bâtiment, façade, orientation et hauteur). Les briques sélectionnées comme échantillons devront avoir subi le même processus de tri et sélection que le reste du lot subira afin d'être représentatives.

Le cas où les briques ont déjà été démontées (et de préférence triées) s'apparente au cas de la norme-produit. Les briques devraient alors être sélectionnées au hasard, selon les instructions décrites dans la norme pour les essais de détermination du produit type et pour les essais indépendants sur lots. Si les briques n'ont pas encore été triées, les briques seront également sélectionnées au hasard, mais celles ne correspondant pas aux critères de tri seront éliminées.

Le nombre d'échantillons requis par la norme-produit pour un essai est de 10 briques. Ce nombre d'échantillons pourrait éventuellement être réduit, si :

- Un contrôle de la chaîne a permis de garantir une certaine homogénéité du lot et/ou a éliminé les éléments susceptibles de ne pas atteindre la résistance au gel requise et/ou
- Une autre méthode d'évaluation de la résistance au gel est réalisée et/ou
- Le nombre total de briques à réemployer est réduit (nombre exact à déterminer).

Evaluation par essais corrélés

Un lien entre l'absorption d'eau et la résistance des briques aux cycles de gel/dégel a été observé, bien qu'une méthode de calcul n'ait pas encore été développée [4]. L'essai d'absorption d'eau est plus simple à réaliser et par conséquent moins coûteux que l'essai de résistance aux cycles de gel/dégel.

La masse volumique peut également donner des indications qualitatives sur la résistance aux cycles de gel-dégel des briques (voir 4.2.a.).

b. Contrôle de la chaîne

Comme indiqué au point 4.1, un test rapide pour vérifier que les briques ne sont pas fissurées consiste à cogner les briques les unes contre les autres pour éliminer celles qui produisent un son sourd. Un son lourd sera souvent le signe de la présence de fissures, ce qui peut avoir des conséquences notamment sur la résistance au gel des briques.

Ce test pourrait également être réalisé en laboratoire, où la fréquence du son produit peut être mesurée plus précisément.

Comme indiqué au point 4.3.a, une relation est souvent observée entre la masse volumique d'une brique et sa résistance au gel. Un lot de briques triées selon leur masse volumique aura donc également davantage de chances de présenter une plus grande homogénéité pour sa résistance au gel.

c. Evaluation indirecte – Conservation de la valeur

Connaissance de l'application antérieure

La résistance de la brique aux cycles de gel-dégel peut être déduite sur base de la connaissance de l'application antérieure de la brique. Si les briques sont présentes depuis un certain temps à l'extérieur et qu'elles ne présentent pas de dégâts, cela attestera d'une certaine résistance au gel. Elles pourraient donc potentiellement convenir à une application semblable ou moins exigeante.

Il faudra bien tenir compte des différences de degré d'exposition¹⁰ entre application antérieure et future application. Si les briques étaient mises en œuvre sur un mur non isolé, et qu'elles sont remises en œuvre comme parement d'un mur isolé, il y a des risques qu'elles développent plus de dégâts dus au gel que lors de leur précédente application. En effet, les briques présentes sur un mur isolé subiront davantage de différences de température que celles présentes sur un mur non isolé, et auront donc certainement subi davantage de cycles de gel-dégel. Si les murs de l'ancienne application ont été isolés thermiquement, nous aurons davantage de certitude sur la résistance au gel de ces briques pour une application semblable.

Une attention particulière devra également être portée aux potentielles différences de mise en œuvre ainsi qu'à la compatibilité entre les matériaux entre l'ancienne et la nouvelle application. Des briques en très bon état lors de leur première application peuvent se dégrader rapidement lors de la seconde, si par exemple elles sont mises en œuvre avec d'autres produits non compatibles ou requérant des performances plus élevées. L'utilisation d'un mortier au ciment plutôt qu'un mortier à la chaux peut causer davantage de rétention d'eau dans des briques, qui dès lors seront plus sensibles aux cycles de gel-dégel que lors de leur première utilisation. Les exigences actuelles reprises dans les normes actuelles sont écrites de manière à ce que les briques satisfont aux techniques de mises en œuvre actuelles.

Bien que la connaissance de l'ancienne application puisse apporter des informations intéressantes, les performances ne seront pas déterminées de manière aussi précise qu'avec d'autres méthodes d'évaluation. Pour contrer cette incertitude, un maximum d'indices pertinents peuvent être collectés in situ, grâce à une bonne observation lorsque les briques sont encore en place. Dans certains cas, la maçonnerie est généralement soumise à une exposition plus sévère (souvent liée à un risque élevé de saturation en eau avec risque de gel) :

- les maçonneries exposées sud-ouest
- la maçonnerie non enduite de soubassements proches du niveau du sol
- les acrotères, murs de clôture ou murs écrans lorsque la partie supérieure du mur n'est pas bien protégée
- les murs de soutènement

Il peut être intéressant d'observer l'état de ces éléments à ces emplacements. Si les briques sont en bon état alors que les conditions semblent très défavorables, cela peut permettre de formuler des hypothèses sur leur résistance au gel. Si des dégâts sont apparents, des méthodes d'évaluation supplémentaires seront peut-être à envisager.

¹⁰ L'exposition (sévère, modérée et passive) traduit le risque qu'a la maçonnerie d'être exposée à une teneur élevée en eau coïncidant avec des cycles de gel et de dégel, dus à des conditions climatiques locales en combinaison avec la conception de la construction.

Document déclarant la valeur de la performance

Si des documents sont encore disponibles et attestent de la résistance au gel des briques (par exemple, très résistant au gel selon la NBN B27-009), cette valeur peut à priori être réutilisée sans devoir effectuer de nouveaux essais, à condition d'avoir effectué une inspection visuelle de tous les éléments (notamment, absence de fissures) et un tri des briques endommagées.

4.5. Absorption d'eau ou porosité

a. *Evaluation par essais*

Evaluation selon EN 772-21

Selon la norme-produit, l'absorption d'eau d'un lot de briques doit être évaluée en soumettant des échantillons à l'essai conformément à l'EN 772-21. Les échantillons sont immergés pendant 24h. Pour les briques servant de coupure de capillarité, l'absorption d'eau doit être mesurée selon EN 772-7. La valeur obtenue est précise, cependant, cette méthode est peu utilisée en Belgique.

Echantillonnage et statistiques

La norme-produit prescrit 10 échantillons par lot. Voir 4.4.a « échantillonnage et statistiques » pour l'application au cas du réemploi.

Evaluation selon NBN B 24-213

En Belgique, c'est généralement la porosité ouverte ainsi que la densité de la brique qui sont mesurées (selon NBN B 24-213, en combinaison avec les formules décrites dans NBN EN 1936).



Mesure de la porosité selon NBN B 24-213

Echantillonnage et statistiques

Voir 4.4.a « échantillonnage et statistiques » pour l'application au cas du réemploi.

Evaluation selon l'essai de Karsten

Cette méthode mesure de l'absorption d'eau à basse pression à l'aide d'une pipe en verre. Elle est définie dans les prescriptions internationales de la RILEM (RILEM 25, essai II-4). Une pipe de verre de dimensions standardisées¹¹ est appliquée contre la face latérale de la brique exposée à l'environnement extérieur. La surface de la brique doit être saine et dépourvue de fissures et de cavités. Un mastic est pris en compression entre la pipe de verre et la brique afin de sceller hermétiquement le raccord entre les deux éléments. La pipe de verre est remplie d'eau jusqu'au maximum de ses graduations. Une fois la pipe de verre remplie, on actionne un chronomètre et on relève la quantité d'eau absorbée à différents intervalles (5, 10, 15 minutes). Cet essai peut aussi être réalisé sur des briques hydrofugées. Cet essai semble adapté au cas du réemploi et a pour avantage de pouvoir être réalisé in situ, avant le démontage. Cependant, les conditions initiales peuvent faire varier les résultats [5,6].

Echantillonnage et statistiques

Idéalement, cet essai devrait être réalisé en plusieurs endroits. Voir 4.4.a « échantillonnage et statistiques ».

4.6. Taux initial d'absorption à l'eau

a. Evaluation par essai

Selon la norme-produit et la STS 22-1, le taux initial d'absorption d'eau des briques doit être évalué en soumettant des échantillons à l'essai conformément à l'EN 772-11 en utilisant une durée d'immersion de (60 ± 2) secondes et la face de pose est immergée dans 5 ± 1 mm d'eau). Cependant, on constate que pour les briques de réemploi, la présence de (micro-) fissures (et leur orientation) peut fortement influencer la valeur obtenue. Cette méthode ne semble donc pas appropriée au cas du réemploi. Les microfissures perpendiculaires à la surface de l'eau augmentent la valeur, tandis que les (micro-)fissures parallèles à la surface de l'eau réduisent la valeur obtenue.

Echantillonnage et statistiques

La norme-produit prescrit 10 échantillons par lot. Voir 4.4.a « échantillonnage et statistiques » pour l'application au cas du réemploi.

¹¹ Voir NIT 224, CSTC – Juin 2002

b. Evaluation indirecte – Conservation de la valeur – Connaissance de l'application antérieure

Pouvoir reconnaître le type de mortier utilisé lors de l'ancienne application pourrait fournir des indications sur la compatibilité entre les briques et le nouveau mortier à déterminer.

4.7. Réaction au feu

a. Evaluation indirecte – conservation de la valeur

Selon la norme-produit et la ST 22-1, en ce qui concerne les briques de terre cuite avec moins de 1,0 % en masse ou de volume (garder la plus haute valeur) de matières organiques réparties de manière homogène, le classement au feu A1 peut être déclaré, sans essais obligatoires.

b. Evaluation par essai

Selon la norme-produit et la ST 22-1, les briques de terre cuite avec plus de 1,0 % en masse ou en volume (garder la plus haute valeur) de matières organiques réparties de manière homogène, doivent être classifiées en conformité avec l'EN 13501-1 et le classement au feu d'application doit être déclaré. Les briques pourront cependant dans la plupart des cas être classées A1 comme décrit au point a.

4.8. Propriétés thermiques

Selon la norme-produit et la ST 22-1, des caractéristiques concernant l'isolation thermique des briques doivent être fournies. Il s'agit :

- Soit du coefficient de conductivité thermique, qui doit être déterminé selon l'EN 1745,
- Soit de la masse volumique nette sèche moyenne et de la configuration.

a. Evaluation indirecte – valeurs tabulées + Evaluation par essai

Des valeurs par défaut de la conductivité thermique pour divers matériaux dont la brique sont mentionnées dans les tableaux du Document de référence pour les pertes par transmission, qui énonce les règles de calcul dans le cadre de la réglementation PEB (Annexe DRT). Si la nature de la brique est connue, ainsi que la masse volumique de la brique pleine (poids mort) et le pourcentage de perforations (configuration), alors la masse volumique de la brique perforée est calculée, et la valeur λ_U correspondante est tirée du tableau correspondant [7]. Cette méthode semble la plus pertinente dans le cas du

réemploi, celle-ci ne nécessitant que la mesure de la masse volumique. Elle sera d'autant plus facile à déterminer pour les briques pleines.

Tableau A.3 : Briques en terre cuite

Masse volumique ρ kg/m ³	λ_{10} W/(m.K)	λ_{10e} W/(m.K)
$\rho \leq 700$	0,22	0,43
$700 < \rho \leq 800$	0,25	0,49
$800 < \rho \leq 900$	0,28	0,56
$900 < \rho \leq 1000$	0,32	0,63
$1000 < \rho \leq 1100$	0,35	0,70
$1100 < \rho \leq 1200$	0,39	0,77
$1200 < \rho \leq 1300$	0,42	0,84
$1300 < \rho \leq 1400$	0,47	0,93
$1400 < \rho \leq 1500$	0,51	1,00
$1500 < \rho \leq 1600$	0,55	1,09
$1600 < \rho \leq 1700$	0,60	1,19
$1700 < \rho \leq 1800$	0,65	1,28
$1800 < \rho \leq 1900$	0,71	1,40
$1900 < \rho \leq 2000$	0,76	1,49
$2000 < \rho \leq 2100$	0,81	1,61
<i>La chaleur massique c vaut 1000 J/(kg.K)</i>		

Valeurs par défaut des conductivités thermiques pour les briques en terre cuite en fonction de la masse volumique, Annexe DRT [6]

b. Evaluation par essai

Le coefficient de conductivité thermique peut également être évalué par essai. Dans ce cas, la valeur $\lambda_{10,sec,elt}$ et le modèle de détermination comme prescrit dans l'EN 1745 doivent être fournis. Les échantillons doivent être prélevés de façon à être représentatifs du lot.

4.9. Perméabilité à la vapeur d'eau

a. Evaluation indirecte – valeurs tabulées + évaluation par essai (masse volumique)

Des valeurs tabulées du coefficient de résistance à la diffusion de vapeur d'eau sont données dans l'EN 1745, en fonction de la masse volumique.

b. Evaluation par essai

Le coefficient de résistance à la diffusion de vapeur d'eau peut également être déterminée par essai conformément à l'EN ISO 12572. Cette méthode semble moins pertinente que l'utilisation de valeurs tabulées dans le cas du réemploi.

4.10. Teneur en sels solubles actifs

a. *Contrôle de la chaîne*

L'entrepreneur vérifie la présence éventuelle de sels hygroscopiques (nitrates, chlorures...) avant la démolition. Plusieurs méthodes de détection des sels sont décrites dans la NIT 252.

La méthode des bandelettes décrite dans la NIT 252 permet de déterminer facilement la charge éventuelle des sels hygroscopiques (sans donner une quantité exacte), in situ ou en laboratoire. De manière à cibler les éléments qui doivent être traités, les tests sont réalisés sur des briques en différents endroits (différentes hauteurs, endroits protégés ou non,...). Si la présence de sels hygroscopiques a été confirmée, après le démontage, les sels hygroscopiques des briques concernées peuvent être éliminés en les immergeant pendant quelques jours. Ensuite, l'eau est retirée et le rinçage est répété. Une nouvelle détection est ensuite effectuée. Le rinçage est répété autant de fois que nécessaire, tant que la présence de sels hygroscopiques est détectée.



Bandelettes indicatrices servant à déterminer la présence de sels (nitrates et chlorures)

b. *Evaluation par essai*

Selon la norme-produit, la teneur en sels solubles actifs peut être déclarée selon des catégories d'exigence (en fonction des protections contre l'eau) auxquelles sont associées des concentrations en $\text{Na}^+ + \text{K}^+$ et Mg^{2+} . La catégorie de teneur en sels solubles actifs peut être déclarée conformément à l'EN 772-5.

c. *Evaluation indirecte – Connaissance de l'application antérieure*

Les briques les plus exposées auront en principe déjà été lavées par les intempéries et évacué une partie des sels solubles qu'elles peuvent contenir. La présence ou non d'efflorescence lors de l'application initiale n'apporte quant à elle pas d'information qualitative. Une maçonnerie constituée de briques n'ayant jamais présenté d'efflorescence

lors de son application initiale peut, lors de la combinaison avec un mortier différent du mortier initial, présenter des efflorescences lors de son application suivante.

4.11. Autres performances

Voici un tableau récapitulatif donnant des pistes d'évaluation des autres performances.

Performances	Type d'évaluation	Commentaire
Déclaration des émissions/ contenu en substances dangereuses	Evaluation indirecte : connaissance de l'ancienne application	Pas de traitements de surface utilisés,.. Si un nouveau traitement est appliqué, celui-ci doit satisfaire aux réglementations en vigueur.
Type	Evaluation directe	
Dimensions et tolérances dimensionnelles	Evaluation directe, à réaliser après démontage	Indications dans les normes EN 772-16, EN 772-20, EN 772-16
Groupe de configuration ou description (volume des vides, épaisseurs des cloisons,...)	Evaluation directe	Pour briques pleines, et briques au formats simples
	Evaluation directe / Evaluation par essais	EN 772-16, EN 772-9 et EN 772-3
Résistance initiale au cisaillement (adhérence)	Evaluation par essais : (adhérence) : EN 1052-3	Nombre d'échantillons : Dépend du type d'éprouvette (entre 12 et 27)
	Evaluation indirecte : la valeur caractéristique de la résistance initiale au cisaillement : EN 998- 2:2010, Annexe C	
Isolation acoustique contre les bruits aériens	Evaluation par essai / Evaluation directe	Voir masse volumique apparente sèche, Dimensions et tolérances, Configuration
Caractéristiques d'apparence	Evaluation directe	

Bibliographie

Références

1. NBN EN 771-1+A1-2015 - Spécification pour éléments de maçonnerie - Partie 1: Briques de terre cuite
2. SPF Economie, STS 22 Maçonnerie pour constructions basses, Partie 1 STS 22-1 : Maçonnerie pour construction basse – Matériaux, aout 2019
3. Fondation Bâtiment Energie, Economie Circulaire des Bâtiments, Méthodologie de diagnostic et d'évaluation des performance pour le réemploi de briques, décembre 2020
4. Neteringer, Vravecic et al., Evaluation of brick resistance to freeze / thaw cycles according to indirect procedures, Gradevinar 66(3), 2014, pp. 197-209]
5. NT02 Note technique Hygrothermie, Isolation intérieure et problématique D'absorption d'eau liquide par la brique extérieure existante (Partie 1) [pdf en ligne], <https://www.maisonpassive.be/IMG/pdf/-41.pdf>, décembre 2015
6. CSTC, Guide pour la restauration des maçonneries, 5^{ème} partie, Finition et protection des façades, 2008
7. Annexe DRT, Document de référence pour les pertes par transmission Règles pour le calcul des pertes par transmission dans le cadre de la réglementation PEB, 2017

Autres documents consultés :

- SPF Economie, STS 22 Maçonnerie pour constructions basses, Partie 1 STS 22-1 : Maçonnerie pour construction basse – Matériaux, aout 2019
- PTV 23-002, Prescriptions techniques pour les briques de façades, décembre 2019
- CCTB (Cahier des Charges Type-Bâtiments), [en ligne] <https://batiments.wallonie.be/home/iframe-html.html>, mis à jour le 08/12/20
- Arrêté royal du 08 mai 2014 établissant les niveaux seuils pour les émissions dans l'environnement intérieur de produits de construction pour certains usages prévus (Moniteur Belge, 18.08.14)
- Règlement (CE) no 1907/2006 du Parlement européen et du Conseil du 18 décembre 2006 concernant l'enregistrement, l'évaluation et l'autorisation des substances chimiques, ainsi que les restrictions applicables à ces substances (REACH)
- Y. Grégoire, NIT 271 : Exécution des maçonneries, 2020
- J. Wijnants, C. Arts, NIT 264 : Détails de référence pour les murs creux, 2017
- A. Pien, R. De Bruyn, NIT 224, Hydrofugation de surface, 2002
- S. Herinckx, NIT 252, L'humidité dans les constructions. Particularités de l'humidité ascensionnelle, 2014

Références normatives :

- NBN EN 771-1+A1-2015 - Spécification pour éléments de maçonnerie - Partie 1: Briques de terre cuite

- EN 772-1, Méthodes d'essai des éléments de maçonnerie — Partie 1 : Détermination de la résistance à la compression.
- EN 772-3, Méthodes d'essai des éléments de maçonnerie — Partie 3 : Détermination du volume net et du pourcentage des vides des éléments de maçonnerie en terre cuite par pesée hydrostatique.
- EN 772-5, Méthodes d'essai des éléments de maçonnerie — Partie 5 : Détermination de la teneur en sels solubles actifs des éléments de maçonnerie en terre cuite.
- EN 772-7, Méthodes d'essai des éléments de maçonnerie — Partie 7 : Détermination de l'absorption d'eau à l'eau bouillante des éléments de maçonnerie en terre cuite servant de coupure de capillarité.
- EN 772-9, Méthodes d'essai des éléments de maçonnerie — Partie 9 : Détermination du volume et du pourcentage de vides et du volume net absolu des éléments de maçonnerie en terre cuite et en silico-calcaire par remplissage de sable.
- EN 772-11, Méthodes d'essai des éléments de maçonnerie — Partie 11 : Détermination de l'absorption d'eau par capillarité des éléments de maçonnerie en béton de granulats, en pierre reconstituée et naturelle et du taux initial d'absorption d'eau des éléments de maçonnerie en terre cuite.
- EN 772-13, Méthodes d'essai des éléments de maçonnerie — Partie 13 : Détermination de la masse volumique absolue sèche et de la masse volumique apparente sèche des éléments de maçonnerie (excepté les pierres naturelles).
- EN 772-16, Méthodes d'essai des éléments de maçonnerie — Partie 16 : Détermination des dimensions.
- EN 772-19, Méthodes d'essai des éléments de maçonnerie — Partie 19 : Détermination de la dilatation à l'humidité des grands éléments de maçonnerie en terre cuite perforés horizontalement.
- EN 772-20, Méthodes d'essai des éléments de maçonnerie — Partie 20 : Détermination de la planéité des éléments de maçonnerie en béton de granulats, en pierre naturelle et en pierre reconstituée.
- EN 772-21, Méthodes d'essai des éléments de maçonnerie — Partie 21 : Détermination de l'absorption d'eau des éléments de maçonnerie en terre cuite et en silico-calcaire par absorption d'eau froide.
- NBN EN 772-22, Méthodes d'essai des éléments de maçonnerie - Partie 22: Détermination de la résistance au gel/dégel des éléments de maçonnerie en terre cuite
- NBN EN 1052-1, Méthodes d'essai de la maçonnerie - Partie 1: Détermination de la résistance à la compression
- EN 1052-3, Méthodes d'essai de la maçonnerie — Partie 3 : Détermination de la résistance initiale au cisaillement.
- EN 1745, Maçonnerie et produits de maçonnerie — Détermination des valeurs thermiques de calcul.
- EN 13501-1, Classification au feu des produits et éléments de construction — Partie 1 : Classement à partir des données d'essais de réaction au feu.
- EN ISO 12572, Performance hygrothermique des matériaux et produits pour le bâtiment — Détermination des propriétés de transmission de la vapeur d'eau (ISO 12572:2001).

- NBN B27-009, Produits céramiques pour parements de murs et de sols - Gélivité - Cycles de gel-dégel
- NBN-B27-010, Produits céramiques pour parement de murs et de sol, gélivité – capacité d'absorption d'eau par capillarité
- NBN B 24-213, Essais des matériaux de maçonnerie, Absorption d'eau sous vide
- NBN EN 1936, Méthodes d'essai des pierres naturelles - Détermination des masses volumiques réelle et apparente et des porosités ouvertes et totale
- EN 998-2 : 2016, Annexe C, Définitions et spécifications des mortiers pour maçonnerie – Partie 2 : Mortiers de montage des éléments de maçonnerie

Pour plus d'informations :

- Dans le cadre du projet Interreg-FCRBE, une collection de fiches en cours d'élaboration rassemblent les informations connues à ce jour pouvant aider les prescripteurs concernant différents matériaux de réemploi, dont les briques pleines. Ces fiches seront disponibles dans le courant de l'année 2021.
- En France, la Fondation Bâtiment Energie a souhaité soutenir des travaux de recherche concernant 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. Un document a été produit concernant les briques de terre cuite :

Fondation Bâtiment Energie, *Economie Circulaire des Bâtiments, Méthodologie de diagnostic et d'évaluation des performances pour le réemploi de briques*, [pdf en ligne], <http://www.batiment-energie.org/doc/FBE-ECB-enjeu-A-brique-V5.pdf>, décembre 2020