


[Rouge. La Force.]



En tant que professionnel de la construction, toutes les forces sont les bienvenues. Comme la force des blocs pour murs intérieurs Porotherm, par exemple. À travers les siècles, aucun matériau de construction durable n'est parvenu à détrôner les blocs céramiques pour murs intérieurs. C'est pourquoi ils bénéficient aujourd'hui encore plus que jamais de la préférence des maîtres d'ouvrage et des professionnels soucieux de la qualité.

INTRODUCTION

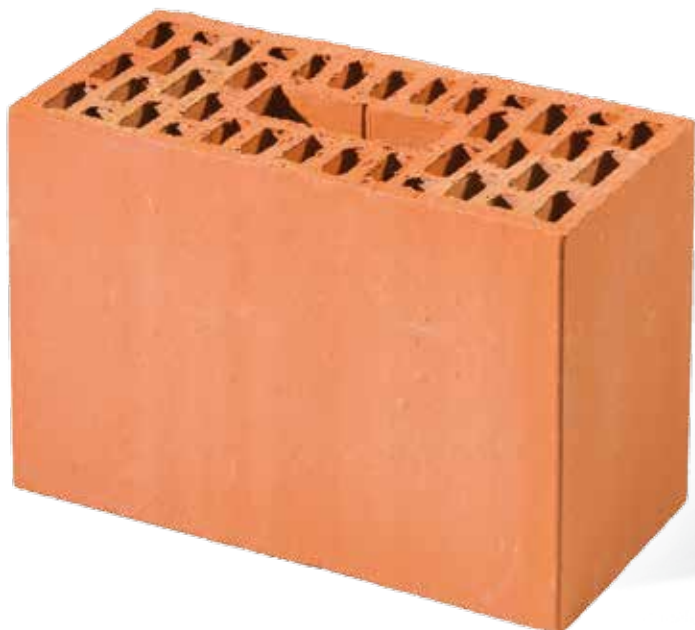
En 2008, Wienerberger devenait le premier producteur de matériaux en terre cuite à éditer un ouvrage de référence complet, analysant et décrivant de façon approfondie les blocs céramiques pour murs intérieurs: 'Rouge. La Force.'

Vu l'évolution continue de la réglementation, une révision de cette première version s'imposait. Vous tenez ainsi entre vos mains la version complètement retravaillée, le document de référence par excellence pour tous les professionnels de la construction.

Comme dans la version précédente, nous avons à nouveau choisi de confier un rôle central au produit rouge, en l'occurrence les blocs céramiques pour murs intérieurs. Nous aborderons dans le détail toutes les propriétés ainsi que les critères auxquels doivent répondre les blocs céramiques pour murs intérieurs. Comme par exemple leur pouvoir d'isolation thermique et acoustique, leur capacité portante, leur comportement au feu, leur stabilité dimensionnelle, etc. En outre, vous trouverez également dans cet ouvrage de larges conseils pratiques ainsi que des détails et conseils d'exécution.

Nous avons résolument opté pour une approche et répartition des chapitres qui vous permettront systématiquement de faire connaissance avec les performances particulièrement favorables des blocs céramiques pour murs intérieurs dans chacun de ces domaines. Vu que toutes les valeurs données dans cet ouvrage ont été certifiées par des organismes externes et indépendants, vous pouvez avoir la certitude que les blocs pour murs intérieurs Porotherm constitueront le bon choix.

Cet ouvrage n'est qu'un seul des nombreux outils que nous mettons à la disposition des professionnels. Avec nos dépliants produits distincts et nos fiches techniques, notre site Internet, nos calculateurs en ligne et notre Atlas des Nœuds Constructifs, il représente de loin la source d'information la plus complète relative aux blocs céramiques pour murs intérieurs disponible à ce jour. Exploitez donc celle-ci au maximum lors de l'élaboration de vos plans, métrés et cahiers des charges, ou lors des travaux pratiques sur chantier!



INTRODUCTION

1	LE BLOC CÉRAMIQUE POUR MURS INTÉRIEURS	09
	1.1. Qu'est-ce qu'un bloc céramique pour murs intérieurs?	10
	1.2. Le processus de production	12
	1.3. Localisation des sites de production	19
	1.4. Le bon bloc Porotherm au bon endroit	20
2	DURABILITÉ	23
	2.1. Les principes de base du développement durable	24
	2.2. Labels environnementaux	29
	2.3. Production durable de blocs pour murs intérieurs	39
	2.4. Propriétés durables des blocs pour murs intérieurs	44
	2.5. Construire, habiter et vivre durable	51
3	TECHNIQUE DE CONSTRUCTION	63
	3.1. Formats et tolérances	64
	3.2. Masse volumique	68
	3.3. Géométrie et caractéristiques visuelles	69
	3.4. Résistance à la compression et capacité portante	73
	3.5. Comportement thermique	90
	3.6. Le bruit	109
	3.7. Comportement au feu	139
	3.8. Stabilité dimensionnelle et joints de mouvement	147
	3.9. Absorption d'eau, absorption d'eau initiale et taux d'humidité d'équilibre	151
	3.10. Perméabilité à la vapeur d'eau	155
	3.11. Résistance au gel	157
	3.12. Teneur en sels solubles actifs	161
	3.13. Efflorescences	162
	3.14. Substances dangereuses	163

4	QUALITÉ ET RÉGLEMENTATION	165
	4.1. Règlement sur les produits de construction	166
	4.2. Déclaration des performances ou DoP (Declaration of Performance)	167
	4.3. Marquage CE	170
	4.4. Le rôle de BENOR	170
	4.5. Sur chantier: comment lire le marquage CE sur les lots?	172
	4.6. Sur chantier: comment consulter la DoP?	174
	4.7. Agrément technique ATG	174
5	CONSEILS DE MISE EN ŒUVRE	177
	5.1. Le mur creux isolé érigé avec des blocs céramiques pour murs intérieurs	178
	5.2. Maçonnerie traditionnelle: mortier de maçonnerie et accessoires	189
	5.3. Maçonnerie collée	207
	5.4. Exécution de la maçonnerie intérieure	221
	5.5. Parachèvement de la maçonnerie intérieure	232
6	DÉTAILS D'EXÉCUTION	235
	6.1. Solutions types pour détails d'exécution	237
	6.2. Fondations	238
	6.3. Raccords au mur	242
	6.4. Raccords au balcon	250
	6.5. Raccords au toit incliné	253
	6.6. Raccords au toit plat	272

Le bloc céramique pour murs intérieurs

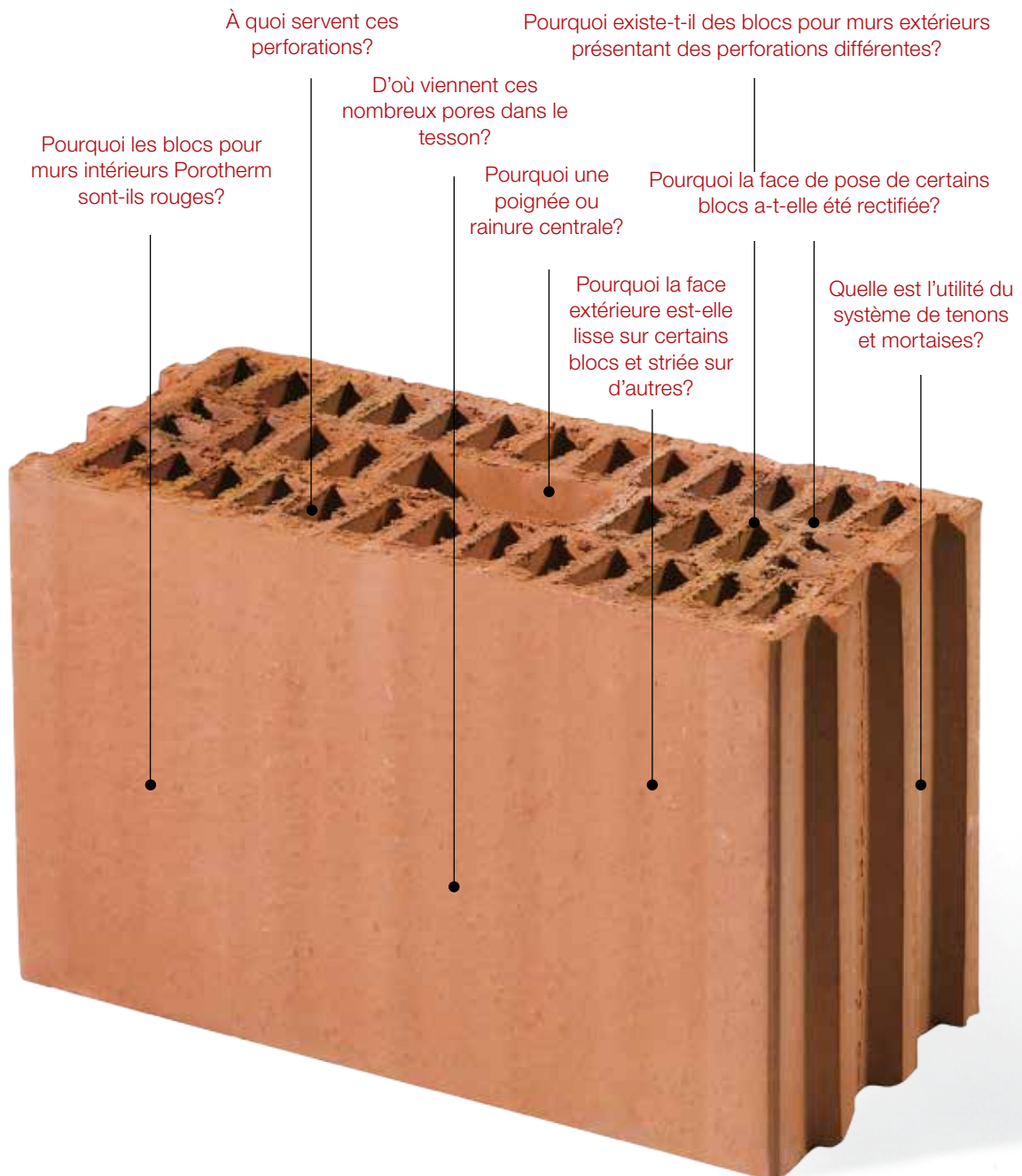
1



1.1. QU'EST-CE QU'UN BLOC CÉRAMIQUE POUR MURS INTÉRIEURS?

La norme produit européenne EN 771-1 et les spécifications techniques STS 22 définissent le bloc céramique pour murs intérieurs comme 'un élément de maçonnerie, principalement fabriqué à base d'argile ou de matériaux argileux mélangés ou non à du sable et à d'autres adjuvants'. Le matériau est moulé dans la forme souhaitée, séché et cuit à une température suffisamment élevée pour former un liant céramique.

Lors de la fabrication des blocs pour murs intérieurs Porotherm, de la fibre de papier est ajoutée au mélange d'argile. Wienerberger a choisi d'ajouter de la fibre de papier pour limiter le poids des blocs céramiques, pour améliorer leurs propriétés thermiques et pour réduire les émissions de soufre durant le processus de production.



Pourquoi les blocs pour murs intérieurs Porotherm sont-ils rouges?

L'argile est le fruit de l'érosion des roches, qui sont réduites en fines particules au cours des siècles. L'argile contient différents minéraux et minerais, parmi lesquels du fer et même une infime quantité d'or et d'argent. Lors de sa cuisson à environ 1.000°C, ce minerai de fer s'oxyde et ce processus confère aux blocs leur couleur.

À quoi servent ces perforations?

Les perforations régulières permettent au bloc de conserver sa forme lors du séchage. Lors de travaux de maçonnerie, ces perforations seront refermées par du mortier, créant ainsi des chambres à air hermétiques qui constituent d'excellents isolants. Le type de perforations déterminera la résistance à la compression et les propriétés thermiques du bloc.

D'où viennent ces nombreux pores dans le tesson?

Le tesson n'est autre que la masse de terre cuite, caractérisée par la composition de l'argile, la porosité, la courbe de cuisson et l'atmosphère du four. Durant la cuisson, de minuscules bulles d'air se forment dans l'argile. La masse volumique du tesson pourra encore être abaissée en mélangeant de la fibre de papier à l'argile avant la cuisson. Celle-ci se consumera pendant le processus de cuisson, entraînant la formation de nombreux pores. Ces nombreuses poches d'air microscopiques élèveront le pouvoir isolant du bloc.

Pourquoi une poignée ou rainure centrale?

Le centre de chaque bloc pour murs intérieurs Porotherm présente une plus grande cavité: la poignée. Celle-ci permet de saisir le bloc d'une seule main, de telle sorte que l'autre pourra être utilisée pour appliquer le mortier. Les blocs d'une longueur de 50 cm sont munis de deux poignées. Permettant ainsi une pose ergonomique et aisée du bloc à deux mains.

Pourquoi la face extérieure est-elle lisse sur certains blocs et striée sur d'autres?

L'aspect lisse ou non des faces apparentes résulte purement du processus de production et du pressage mécanique. Une seule face apparente présente un motif strié: l'impression des lattes de séchage sur lesquelles reposent les blocs durant le processus de séchage, comme vous pouvez le voir sur la photo.

Quelle est l'utilité du système de tenons et mortaises?

Les blocs Rendement Plus et les blocs à coller Porotherm sont dotés d'un système à tenons et mortaises en boutisse. Ce système permet d'éliminer la pose de mortier sur les côtés du bloc tout en garantissant une stabilité et un ancrage suffisants. Cela permet ainsi un travail plus rapide et une réduction de la consommation de mortier. Les raccords à tenons et mortaises créent des cavités, de telle sorte que la pose du plafonnage entraînera la formation de chambres à air. Ces chambres contenant de l'air en suspension constituent de bons isolants.

Pourquoi la face de pose de certains blocs a-t-elle été rectifiée?

Les tolérances dimensionnelles pour le collage des blocs pour murs intérieurs sont moins élevées par rapport à la maçonnerie traditionnelle. C'est pourquoi les faces de pose à coller des blocs sont rectifiées.

Pourquoi existe-t-il des blocs pour murs extérieurs présentant des perforations différentes?

Le type de perforations peut influencer la résistance à la compression et les propriétés thermiques du bloc. Les perforations différentes du bloc PLS *Lambda*, par exemple, ont été développées afin d'obtenir un bloc céramique pour murs intérieurs présentant une valeur lambda de 0,185 W/mK, tout en conservant sa résistance à la compression. Le bloc PLS *Lambda* constitue ainsi la solution 'rouge' par excellence pour les nœuds constructifs.



1.2. LE PROCESSUS DE PRODUCTION

Les blocs céramiques pour murs intérieurs sont fabriqués selon une méthode séculaire qui a fait ses preuves: l'argile, ou plutôt généralement un mélange de différents types d'argile, est comprimée pour obtenir un boudin dans une étireuse qui sera ensuite découpé aux dimensions du bloc souhaité. Les blocs fraîchement découpés seront ensuite séchés durant une période déterminée, avant d'être placés dans le four. Si le mélange repose sur un principe séculaire, les méthodes et les machines utilisées aujourd'hui relèvent des meilleures techniques disponibles. Associé à la passion et au dévouement des opérateurs de ces machines, ce processus se traduit par des produits particulièrement fiables.

Nous vous expliquons le processus de production de façon concise au moyen de l'exemple ci-dessous: l'usine de Rumst.



8 Tunnel de séchage



1 Argillère

2 Stockage des matières premières

3 Installations de dosage

4 Broyeur-malaxeur

5 Cave de maturation

13 Zone d'emballage

6 Malaxeur vertical

12 Installation de rectification

7 Étireuse

11 Zone de défilage

9 Zone d'empilage

10 Four tunnel

SITE DE PRODUCTION DE RUMST



1.2.1. EXTRACTION DES MATIÈRES PREMIÈRES: L'ARGILIÈRE ET LE STOCKAGE DES MATIÈRES PREMIÈRES

- 1 L'argile constitue la matière première primaire nécessaire à la production des blocs céramiques pour murs intérieurs.
- 2 Cette matière première est abondamment présente en Belgique et est exploitée localement depuis déjà des siècles.

Dans l'argilière de Rumst, une excavatrice à godets munie d'un bras de 50 m creuse l'argile qui est ensuite acheminée vers l'usine via un long convoyeur. La distance entre l'argilière et l'usine est maintenue la plus courte possible pour éviter les transports inutiles.

L'excavation transversale de l'argile crée une première homogénéisation des couches d'argile.

Afin de garantir la continuité de la production et d'aplanir les éventuelles fluctuations des propriétés de l'argile est constitué un stock intermédiaire des différents composants de la matière première.

L'argile locale est déversée, via un convoyeur, en couches dans un espace de stockage couvert. Un chargeur sur roues creuse ensuite verticalement les tas d'argile constitués. Permettant ainsi de mélanger une seconde fois les couches d'argile et d'homogénéiser à nouveau la composition minérale. Les autres composants sont stockés dans des boxes couverts ou des silos, ou sous forme de tas.



1.2.2. PRÉPARATION DE L'ARGILE

La préparation de l'argile comprend deux opérations principales, à savoir le dosage et le mélange des matières premières d'une part ainsi que le pétrissage et malaxage d'autre part.

Le dosage des composants de la matière première

Le dosage correct des différents composants de la matière première revêt une importance capitale. La composition déterminera le déroulement du processus de production, les émissions des processus ainsi que les qualités techniques du produit fini.

- 3 À Rumst, chaque composant est placé dans une installation de dosage. La commande de la vitesse et de l'ouverture de sortie des installations de dosage régule le débit de chaque composant. On part ainsi d'une composition déterminée, qui pourra être adaptée en fonction du contrôle des diverses matières premières lors du remplissage de la cave de maturation.

Le prétraitement de l'argile

Les différents composants sont pétris et aplatis dans un broyeur-malaxeur, avant d'être broyés finement par les rouleaux. Ce qui rend la masse d'argile homogène et lui confère la plasticité nécessaire pour le pressage des blocs. Au cours de ce procédé,



les éléments solides présents dans l'argile, qui pourraient influencer négativement la structure du produit cuit, sont broyés et finement répartis dans la masse d'argile. Ils se délieront ensuite dans le four et disparaîtront totalement du bloc cuit.

- 4 Le broyeur-malaxeur est une machine en forme de cuve, dans laquelle tournent deux meules qui compriment le mélange sur un fond en forme de tamis. Le broyage et malaxage permettent de mieux mélanger les différents composants et d'aplatir finement les éléments de plus grand format. Et, ainsi, d'obtenir une masse à consistance plastique.

Après le pétrissage suit le laminage du mélange entre deux cylindres horizontaux.

Le mélange finit sa course dans un malaxeur, où il sera une nouvelle fois mélangé et, si nécessaire, comprimé à travers un tamis. Ce tamis entraîne la formation de sections cylindriques qui faciliteront l'empilage dans la cave de maturation.

5 Cave de maturation

Après malaxage, le matériau est stocké dans la cave de maturation. Celle-ci est scindée en deux moitiés. Tandis que la première moitié sera creusée au moyen d'une excavatrice à godets, l'autre moitié sera remplie couche par couche. Cela permet de mélanger à nouveau les matières premières, et ainsi d'homogénéiser encore une fois les petites différences au niveau de la composition. Par couche sont prélevés des échantillons destinés au laboratoire. Après analyse, il est chaque fois possible d'adapter le mélange, de telle sorte que la qualité restera optimale.

6 Installation de dosage et malaxeur vertical

Entre la cave de maturation et l'étireuse, où les blocs seront façonnés, se trouvent encore une installation de dosage et un malaxeur vertical.

L'installation de dosage représente en premier lieu une réserve tampon permettant de garantir l'acheminement continu vers la production. Elle permet aussi d'acheminer vers la presse le volume de mélange approprié pour tel ou tel format de blocs.

Le malaxeur vertical entraîne une homogénéisation supplémentaire de la plasticité. Celle-ci pourra également être réglée dans le malaxeur en ajoutant de l'eau. En effet, il se peut que le mélange des couches supérieures dans la cave de maturation sèche légèrement.

1.2.3. FAÇONNAGE DES BLOCS CÉRAMIQUE POUR MURS INTÉRIEURS: L'ÉTIREUSE

- 7 Pour les blocs destinés aux murs intérieurs, l'argile est comprimée afin d'obtenir un boudin. Le format des blocs sera déterminé par la longueur et la largeur de la tête de l'étireuse. Leur hauteur sera déterminée par l'écart avec lequel les blocs façonnés seront découpés.

Wienerberger dispose sur le site de Rumst d'une étireuse à 4 bandes.





1.2.4. SÉCHAGE

Avant que les blocs façonnés ne pénètrent dans le four pour y être cuits, ils doivent encore perdre une quantité considérable d'eau. Ils seront séchés jusqu'à ce que leur taux d'humidité atteigne environ 2%. Sinon, les blocs pourraient se fissurer ou se briser lors de la cuisson sous l'effet de la dilatation de la vapeur d'eau au sein de la masse.

D'autre part, la stabilité dimensionnelle des blocs façonnés ne sera atteinte qu'une fois le retrait, consécutif à la perte d'humidité, terminé.

Le séchage s'effectue dans des chambres ou tunnels de séchage, en utilisant l'air chaud excédentaire produit lors du processus de cuisson. Une excellente chose d'un point de vue tant économique que technico-environnemental.

La température et le taux d'humidité sont régulés très minutieusement de façon informatisée durant tout le processus de séchage.

- 8 À Rumst, le séchage s'effectue dans un tunnel. A l'avant de ce tunnel règnent un degré d'humidité élevé et une température basse. Au fur et à mesure que l'on avance dans le tunnel, la température s'élève progressivement jusqu'à plus de 100°C. En déplaçant les chariots de séchage, les blocs sont ainsi séchés de manière à ce que leur taux d'humidité ne dépasse plus 2%.

Le tunnel de séchage de Rumst a été développé en interne par Wienerberger. Alors que le séchage nécessite 1 à 2 jours dans d'autres usines, celui-ci ne prend à Rumst que 5 à 6 heures.



1.2.5. CUISSON

- 9 Les blocs façonnés sont ensuite empilés sur les chariots d'enfournement selon un motif déterminé au moyen d'une machine d'empilage. Un bon empilage revêt de l'importance pour l'évolution homogène des températures lors de la cuisson.

Ce n'est qu'avec la cuisson que sera obtenu le bloc proprement dit. Le processus de cuisson doit s'effectuer de façon progressive. La cuisson se déroule en trois phases en fonction de la courbe de cuisson, propre au type d'argile: une phase de préchauffage, la phase de cuisson proprement dite (ou frittage) et la phase de refroidissement.

Durant la phase de préchauffage, la température est élevée jusqu'à la température de cuisson proprement dite selon un timing bien déterminé. Celle-ci se situera entre 850° et 1200°C en fonction du type d'argile.

Durant la phase de frittage, la masse d'argile subira une série de modifications chimiques et physiques. Qui entraîneront les liaisons céramiques. Le bloc se dotera ainsi de ses propriétés souhaitées: résistance à la compression, porosité, résistance au gel, volume de pores, absorption d'eau...

La température baissera ensuite progressivement jusqu'au refroidissement complet. Chaque composition d'argile a sa propre 'courbe de cuisson'.

10 À Rumst, le cycle de cuisson dure 24 heures et se déroule à une température de cuisson de 980°C. Le four tunnel mesure 186 m de long, 8,80 m de large et 1,90 m de haut. Le processus de cuisson et le déplacement des chariots dans le four tunnel s'effectuent de façon totalement automatisée.

11 Dans la zone de défilage, des robots défilent les chariots d'enfournement après cuisson dans l'ordre inverse. Les blocs sont placés sur un convoyeur. Les chariots retournent alors vers la zone d'empilage pour être à nouveau chargés de blocs façonnés séchés.

1.2.6. POST-TRAITEMENT DES BLOCS À COLLER POROTHERM: LA RECTIFICATION DES FACES DE POSE

12 Le collage des blocs pour murs intérieurs Porotherm exige une plus grande stabilité dimensionnelle que la maçonnerie traditionnelle. C'est pourquoi la face supérieure et inférieure des blocs à coller Porotherm sera soigneusement calibrée au moyen d'une installation de rectification.

Tous les autres blocs pour murs intérieurs Porotherm ne devront subir aucun post-traitement.

1.2.7. EMBALLAGE ET TRANSPORT

13 Les blocs refroidis sont empilés sur des palettes avant d'être emballés. À Rumst est utilisé à cet effet du film rétractable. Ce film est glissé sous forme de housse sur la palette. Chauffée dans un petit four, cette housse en polyéthylène se rétracte et la palette forme un ensemble solide.

La palette emballée est munie d'une étiquette d'identification et acheminée vers l'aire de stockage, où le client viendra l'enlever.

Le transport peut s'effectuer tant sur route que sur l'eau. Le transport par voies navigables, comme à Rumst, limite considérablement le transport routier.





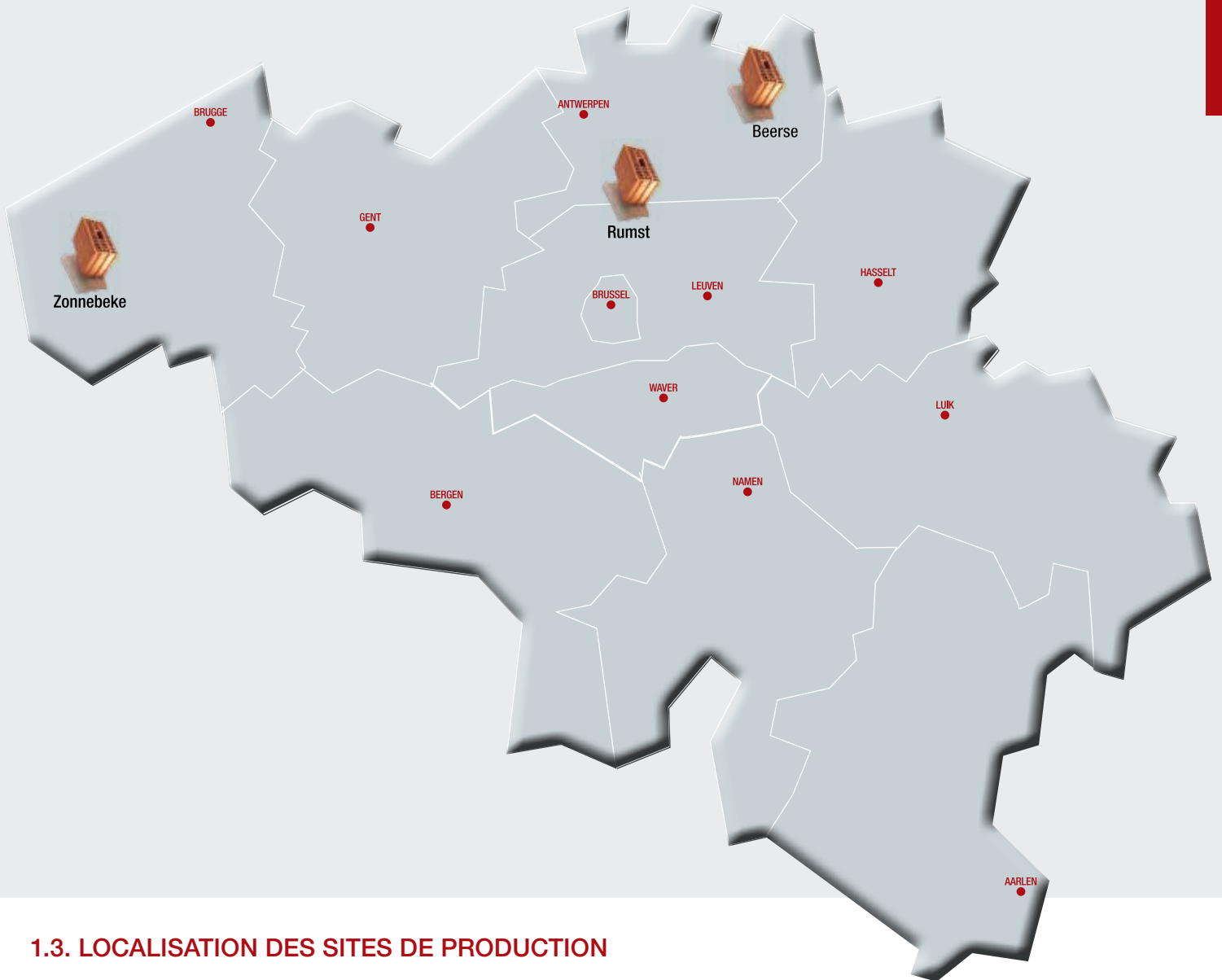
Beerse



Rumst



Zonnebeke



1.3. LOCALISATION DES SITES DE PRODUCTION

Beerse

Steenbakkersdam 10
2340 Beerse
(Division Nova)

Rumst

Nieuwstraat 44
2840 Rumst

Zonnebeke

Iepersstraat 186
8980 Zonnebeke

1.4. LE BON BLOC POROTHERM AU BON ENDROIT

Le secteur de la construction ne se repose pas sur ses lauriers. Les exigences posées aux blocs pour murs intérieurs ne cessent d'évoluer. Au fil des ans, Wienerberger a toujours misé sur de nouveaux développements afin de répondre à l'évolution de la demande du marché. Pour des raisons économiques ou techniques, un produit sera plus approprié qu'un autre pour telle ou telle application. Pour bénéficier de la dernière mise à jour de notre gamme de produits, il sera préférable de toujours consulter le site www.porotherm.be

1.4.1. RÉPARTITION SUIVANT LA TECHNIQUE DE MISE EN ŒUVRE

Les blocs céramiques pour murs intérieurs peuvent être répartis en trois grandes catégories sur base de la méthode de mise en œuvre. Cette méthode de mise en œuvre entraînera aussi des différences au niveau des dimensions.

Blocs pour la maçonnerie traditionnelle

Les blocs pour murs intérieurs traditionnels se maçonneront de façon classique, tant les joints verticaux qu'horizontaux étant réalisés avec du mortier. Les blocs d'une longueur de 288 mm sont disponibles en 3 largeurs (88 mm, 138 mm et 188 mm) et 3 hauteurs (88 mm, 138 mm et 188 mm). L'épaisseur des joints sera généralement de 12 mm, créant ainsi chaque fois des modules de 5 ou 10 cm tant à la verticale qu'à l'horizontale. Ces dimensions étaient surtout utilisées comme module de conception auparavant.




Blocs à tenons et mortaises

La différence par rapport aux blocs pour murs intérieurs traditionnels réside dans l'assemblage vertical. Celui-ci ne s'effectue plus au moyen de joints de mortier, mais bien grâce aux tenons et mortaises en boutisse du bloc, permettant aux blocs de s'emboîter les uns dans les autres. Vu que le joint de mortier vertical de 12 mm disparaît, les blocs eux-mêmes présentent une longueur modulaire de 300 mm. Le gros avantage par rapport à la maçonnerie traditionnelle réside dans le rendement plus élevé. L'absence de joints verticaux permet non seulement un gain de temps, mais aussi d'utiliser des blocs de plus grande taille (= plus hauts), parce qu'il ne faut plus appliquer du mortier contre les boutisses des blocs. Si les largeurs sont identiques à celles des blocs pour la maçonnerie traditionnelle, les blocs sont par contre disponibles en hauteurs de 188 et 238 mm.

Blocs à coller

Les blocs à coller ou blocs PLS n'utilisent plus de mortier pour assembler les blocs les uns aux autres. À l'instar des blocs à tenons et mortaises, l'assemblage vertical s'effectue grâce au profil des boutisses des blocs. Le joint de mortier horizontal est remplacé par un fin joint de colle. Pour permettre cette prouesse, les blocs sont minutieusement rectifiés après leur cuisson. Avec Porotherm Système-Collage, le mortier-colle ne s'applique pas à la truelle, mais bien au rouleau. Avec Porotherm *Dryfix*, la colle PU s'applique avec un pistolet universel. Une fois la colle appliquée, vous aurez ainsi les deux mains libres. Ce qui vous permettra de travailler avec des blocs de plus grandes dimensions qu'en maçonnerie traditionnelle ou à tenons et mortaises. Il va de soi que la technique de mise en œuvre plus rapide associée aux blocs de plus grandes dimensions aura un effet positif sur le rendement.

Le tableau ci-dessous donne une indication des dimensions standard les plus fréquentes par méthode de mise en œuvre. En fonction des propriétés techniques souhaitées, plusieurs ou toutes les combinaisons seront ici possibles. Ici aussi, Wienerberger répond à la demande du marché.

Mise en œuvre		Longueur [mm]	Largeur [mm]	Hauteur [mm]
Blocs traditionnels		288	88 – 138 – 188	88 – 138 – 188
Blocs à tenons et mortaises		300	88 – 138 – 188	188 – 238
Blocs à coller		500	100 – 138 – 188	134 – 184 – 249

1.4.2. RÉPARTITION SUIVANT LES PROPRIÉTÉS

Outre les dimensions et la technique de mise en œuvre qui auront surtout un impact sur le rendement et les coûts de pose, les blocs peuvent aussi être répartis suivant leurs propriétés techniques. La résistance à la compression, la densité et la valeur d'isolation joueront souvent un rôle déterminant dans le choix des blocs. Dans les grandes lignes, ces propriétés sont aussi étroitement liées: plus un produit sera lourd, plus sa résistance à la compression et sa valeur lambda seront élevées, et inversement. Il existe toutefois des exceptions. Les blocs PLS *Lambda*, par exemple, ne doivent pas leur valeur lambda exceptionnellement basse à une très faible densité, mais bien à leurs perforations adaptées permettant de conserver leur résistance à la compression, mais leur valeur lambda baisse par rapport aux blocs traditionnels Thermobrick ou PLS.

Type	Résistance à la compression [N/mm ²]	Densité [kg/m ³]	Lambda ui [W/mK]
Thermobrick	10 – 15	850 – 950	0,26 – 0,29
Powerbrick	20 – 25	1150	0,35
PLS 500	10 – 15	850	0,26
PLS <i>Lambda</i>	10	850	0,185

Durabilité

2



2.1. LES PRINCIPES DE BASE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE

Qu'est-ce que la durabilité? Quels sont les piliers sur lesquels repose le développement durable? Nous aborderons ici de façon concise la vision de Wienerberger en matière de production, de construction et d'habitat durables. Nous reviendrons également sur les propriétés des blocs céramiques pour murs intérieurs.

2.1.1. LA DURABILITÉ, BIEN PLUS QU'UN TERME À LA MODE

La durabilité est une notion particulièrement vaste. La définition largement acceptée qui reflète le mieux ce que signifie le terme 'durabilité' se trouve dans le rapport Brundtland datant de 1987:

définition de la durabilité

'Le développement durable répond aux besoins de la génération actuelle sans mettre en péril les générations à venir.'

Cela montre qu'il ne faut pas considérer la durabilité uniquement sur base de facteurs comme la production et les produits, mais qu'il faut encore en englober d'autres comme l'homme, notre planète et la responsabilité des entreprises.

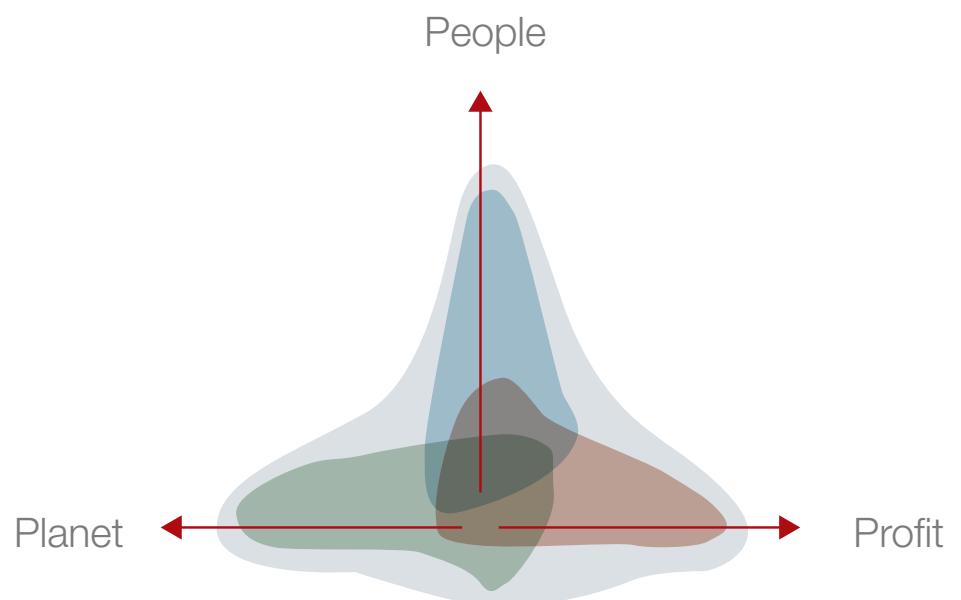
people - planet - profit

De façon graphique, la durabilité est souvent représentée au moyen du triangle du développement durable avec, aux angles, les trois 'P', c'est-à-dire les piliers du développement durable:

PEOPLE: les utilisateurs, les collaborateurs, les riverains, l'homme en général, etc.

PLANET: depuis l'usine jusqu'à l'ensemble de l'écosystème, etc.

PROFIT: les fabricants, les actionnaires, les investisseurs, etc.



Il ne suffit pas qu'un produit ou système obtienne de jolis scores dans un de ces trois domaines pour pouvoir être affublé de l'étiquette 'durable'. Le véritable développement durable s'étend comme un nuage sur ces trois domaines, certes généralement avec un point de gravité sur un des trois. Plus le nuage sera étendu, plus le développement durable sera de qualité.

Un matériau de construction peut ainsi obtenir un très bon score au niveau de l'isolation thermique, mais réaliser de moins bonnes performances au niveau acoustique. Ou bien briller par un faible écoscore initial, mais présenter une durée de vie moins longue. Depuis ses débuts, Wienerberger Belgique met un point d'honneur à développer des matériaux de construction qui répondent aux besoins des 3 'P' (People/Planet/Profit), des matériaux qui méritent indéniablement l'étiquette 'durable'.

matériaux durables signés Wienerberger

2

2.1.2. L'IMPORTANCE DE LA DURÉE DE VIE DANS LA COMPARAISON DE LA DURABILITÉ

Construction et durabilité sont indissociablement liées. On construit en effet pour le présent, mais aussi pour le futur. De nos jours, les choix en termes de matériaux et méthodes de construction sont effectués en fonction des besoins d'aujourd'hui, mais aussi des besoins de demain. On prévoit ainsi par exemple des conduits d'attente et équipements utilitaires pour pouvoir réaliser ultérieurement une salle de bains ou une chambre à coucher au rez-de-chaussée afin d'éviter de devoir emprunter les escaliers. On veille aussi dès le début à garantir une stabilité suffisante, grâce à laquelle il sera possible plus tard de modifier la fonction de certains locaux sans devoir démolir la structure.

Vu la très longue durée de vie que nous escomptons d'un bâtiment, construire s'apparente de nos jours à un solide exercice de développement durable. La durée de vie d'un matériau de construction et de l'ensemble de la construction joue en effet un rôle crucial dans l'évaluation du niveau de durabilité.

la durée de vie des matériaux de construction et la construction totale joue un rôle capital

Nous faisons une distinction entre la durée de vie technique d'un matériau, élément de construction ou bâtiment d'une part, et la durée de vie économique ou fonctionnelle d'autre part.

Lorsque vous réalisez une construction à l'aide de matériaux de qualité à durée de vie technique élevée, celle-ci dépassera la durée de vie économique ou fonctionnelle. Des réaffectations doivent par conséquent être possibles sans devoir adapter l'ensemble de la structure portante, pour éviter que la construction ne soit démolie prématurément.

Un exemple: un magasin satisfait encore parfaitement à toutes les exigences techniques, mais, en raison de l'évolution des caractéristiques du quartier, ne génère plus suffisamment de chiffre d'affaires. Grâce à une conception qualitative et durable, une réaffectation sera possible sans devoir démolir l'ensemble de la structure portante.

La durabilité d'une nouvelle construction augmente au fur et à mesure que sa durée de vie technique augmente, à condition que cette construction présente une structure adaptable.

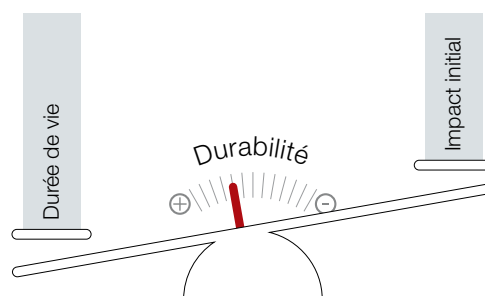
En tant que fabricant de produits en terre cuite, Wienerberger a uniquement un impact sur la durée de vie technique des matériaux et des bâtiments réalisés avec ces derniers. Il incombe dès lors au concepteur d'intégrer la condition annexe précédente dans le processus de conception. L'utilisation de la notion de 'durée de vie' ci-après devra être comprise dans ce contexte.

longue durée de vie faible impact
environnemental initial

La comparaison de la durabilité

La durabilité augmente lorsque la durée de vie augmente ou lorsque l'impact environnemental initial baisse. Inversement, la durabilité baisse lorsque la durée de vie baisse ou lorsque l'impact environnemental initial augmente. L'impact initial d'un matériau fait en effet encore trop peu l'objet de mesures au niveau de la durée de vie estimée.

Le schéma simple suivant illustre clairement ce principe de durabilité:



2.1.3. DURÉE DE VIE VS. RECYCLAGE/RÉNOVATION

Opter pour des bâtiments qualitatifs à durée de vie technique élevée et à structure fonctionnellement adaptable implique que ces bâtiments seront rénovés une ou plusieurs fois pendant leur durée de vie. Certains matériaux de finition et équipements techniques présentent en effet une moins longue durée de vie que celle de la structure portante. Les exigences techniques posées aux structures portantes évoluent également avec le temps. Nous pensons ici par exemple à la post-isolation des structures portantes existantes.

L'alternative consiste à réaliser des bâtiments à durée de vie limitée et qui, à la fin de leur durée de vie technique, pourront être recyclés au maximum.

Pour comparer la 'durabilité' de bâtiments présentant une durée de vie longue et une durée de vie courte, il faut examiner tous les facteurs, tant au niveau de l'impact environnemental que du prix de revient. Prenons d'une part une construction présentant une durée de vie technique élevée d'environ 150 ans, qui sera par exemple rénovée tous les 37,5 ans, et d'autre part une construction présentant une durée de vie technique courte, qui sera démolie et recyclée après 30 ans.

Sur une même période de 150 ans, il faudra par conséquent considérer l'impact environnemental et le prix de revient de 5 nouvelles constructions identiques à construire et à démolir.

Wienerberger est convaincu que des bâtiments de qualité présentant une structure fonctionnellement adaptable, érigés à l'aide de matériaux en terre cuite à durée de vie technique élevée et entraînant un impact environnemental initial minimal, constituent le meilleur choix du point de vue de la durabilité.

le meilleur choix

C'est pourquoi Wienerberger investit dans des matériaux en terre cuite et systèmes de construction présentant une durée de vie technique élevée et un impact environnemental minimal, tant pour la nouvelle construction que pour la rénovation.

matériaux en terre cuite à durée de vie technique élevée

2.1.4. LA DURABILITÉ SELON WIENERBERGER

Wienerberger a développé sa propre vision totale de la durabilité, en tenant compte de tous les aspects des matériaux de construction en terre cuite. Depuis l'exploitation de la matière première (l'argile), jusqu'au recyclage et à la récupération des débris de construction. Wienerberger va, depuis déjà des années, plus loin que le strict nécessaire et répertorie le cycle de vie total de ses produits.

analyse du cycle de vie

Les notions suivantes revêtent de l'importance de l'analyse du cycle de vie d'un matériau de construction: 'Cradle to Gate', 'Cradle to Client', 'Cradle to Grave' et 'Cradle to Cradle'.

- **Cradle to Gate:** examine l'impact d'un produit sur son environnement au cours de la phase depuis la production jusqu'à ce que celui-ci quitte l'usine. Ce qui advient ensuite du produit n'est pas pris en compte.
- **Cradle to Client:** examine l'impact d'un produit sur son environnement au cours de la phase depuis la production jusqu'à la livraison au client.
- **Cradle to Grave:** examine l'impact d'un produit depuis la phase de production jusqu'à sa fin de vie.
- **Cradle to Cradle:** ici, le fabricant se soucie aussi de l'impact après la fin de vie du produit. Le recyclage et la réutilisation en tant que nouvelle matière première entrent ici en ligne de compte.



Les cycles de vie chez Wienerberger sont analysés sur base 'Cradle to Grave', voire même 'Cradle to Cradle'. Wienerberger se conforme ainsi depuis déjà des années à l'Arrêté Royal du 22 mai 2014 relatif aux affichages environnementaux sur les produits de construction. Celui-ci stipule que, depuis le 1er janvier 2015, un fabricant souhaitant apposer un message environnemental sur son produit doit d'abord faire effectuer une analyse du cycle de vie et faire enregistrer les résultats de celle-ci sous la forme d'une déclaration environnementale de produit ou EPD (Environmental Product Declaration) – équivalant à un label environnemental de type III – dans une base de données accessible au public.

Cradle to Cradle

Ci-après, nous nous pencherons d'abord sur les différents labels environnementaux qu'arborent les blocs pour murs intérieurs Porothersm. Nous aborderons ensuite les efforts et réalisations de Wienerberger Belgique en matière de durabilité:

- Production durable de blocs pour murs intérieurs
- Porothersm: blocs pour murs intérieurs aux propriétés durables
- Construire, habiter et vivre durable.

QUE FAUT-IL RETENIR?

- Le développement durable est une évolution qui répond aux besoins des générations actuelles sans mettre en péril les générations futures.
- La durabilité d'un matériau de construction augmente lorsque sa durée de vie augmente ou lorsque son impact environnemental initial baisse.
- Des bâtiments de qualité présentant une structure fonctionnellement adaptable, érigés à l'aide de matériaux en terre cuite à durée de vie technique élevée et entraînant un impact environnemental initial minimal, constituent le meilleur choix du point de vue de la durabilité.

2.2. LABELS ENVIRONNEMENTAUX

Les labels environnementaux natureplus, C2C, DUBOkeur et EPD confirment que construire avec des blocs pour murs intérieurs Porotherm constitue un très bon choix pour l'environnement.

2.2.1. LES DIFFÉRENTS TYPES DE LABELS ENVIRONNEMENTAUX SELON LA NORME ISO 14020

Afin de sensibiliser les professionnels de la construction et les maîtres d'ouvrage aux aspects environnementaux et de les aider dans leur choix réfléchi de produits respectueux de l'environnement, il existe en Europe, conformément à la norme ISO 14020, trois types de labels environnementaux pour les produits de construction:

- Labels environnementaux de type I
- Labels environnementaux de type II
- Labels environnementaux de type III.

ISO 14020		
Labels environnementaux et déclarations environnementales		
ISO 14024 Type I Labels environnementaux	ISO 14021 Type II Autodéclarations	ISO 14025 Type III EPD

Labels environnementaux de type I

Les déclarations environnementales ou labels environnementaux de type 1 peuvent être accordés sur base volontaire par une instance publique ou une organisation privée non-commerciale. Conformément à la norme ISO 14024, ils se basent sur une série de critères fixes concernant des aspects écologiques et parfois aussi techniques et sanitaires spécifiques, fixés par catégorie de produit par l'instance ou l'organisation qui octroie le label et tenant compte de l'ensemble du cycle de vie (LCA ou autre) du produit considéré.

L'objectif de tels labels consiste à déterminer les produits, qui, comparés à d'autres produits dans la même catégorie, ont un impact plus faible sur l'environnement et éventuellement aussi sur la santé humaine. Par ailleurs, la révision périodique des critères permet une amélioration constante des aspects environnementaux des produits labellisés.

Le principal avantage de ces labels réside dans leur illustration fiable et simple, sans trop de détails, des bonnes performances environnementales du produit. C'est pourquoi Wienerberger s'est engagé à obtenir les labels natureplus et Cradle to Cradle pour les blocs pour murs intérieurs.

3 types de labels

sur base volontaire

quels produits sont meilleurs pour l'environnement

fiable et simple

une autodéclaration
absence de contrôle par des tiers

Labels environnementaux de type II

Les déclarations environnementales de type II, lesdites 'autodéclarations', constituent des déclarations environnementales du producteur ou distributeur des produits proprement dits, ne faisant cependant pas l'objet d'un contrôle de tiers. Ces déclarations environnementales ne bénéficient dès lors que d'une faible crédibilité. C'est pourquoi Wienerberger n'investit pas, à ce jour, dans des déclarations environnementales de type II.

Labels environnementaux de type III

EPD

Les Environmental Product Declarations (EPD) sont des déclarations environnementales de type III qui reprennent des informations détaillées, quantitatives et vérifiées sur les aspects environnementaux et sanitaires des produits. Les informations nécessaires sont délivrées volontairement par le producteur ou le distributeur du produit, se basent intégralement sur une analyse du cycle de vie et contiennent encore d'éventuelles informations supplémentaires en matière d'environnement. La vérification des informations fournies est assurée par un organisme tiers indépendant.

Les règles de base pour ce type de déclarations environnementales sont reprises dans les normes ISO 14025 et 21930 ainsi que dans la norme européenne EN 15942.

Les principaux avantages des déclarations environnementales de type III? Elles délivrent uniquement des informations (et n'émettent donc pas de jugement) et sont à la fois comparables, transparentes, fiables et flexibles. Leur principal inconvénient: le fait que, comme ces informations environnementales et sanitaires s'appuient totalement sur une analyse du cycle de vie, elles représentent par conséquent une lourde tâche pour le producteur ou le distributeur.

2.2.2. NATUREPLUS®

Label environnemental de type I



Natureplus est un label environnemental international de type I pour matériaux et produits de construction. Il existe depuis 2002 et est comparable au label Biogarantie dans le secteur alimentaire ou au certificat FSC pour la gestion responsable des forêts. Les critères du label natureplus sont les plus stricts en Europe. Natureplus effectue des contrôles non seulement sur base de critères environnementaux à partir d'une analyse du cycle de vie (ACV) poussée, mais aussi sur base de critères sanitaires. En Belgique, la procédure d'attribution de ce label est régie par l'asbl VIBE, l'Institut flamand pour une construction et un habitat bioécologiques. Wienerberger a notamment obtenu le label de qualité natureplus pour ses blocs céramiques pour murs intérieurs Porotherm.

2.2.2.1. EXIGENCES DE BASE: ENVIRONNEMENT, SANTÉ, QUALITÉ TECHNIQUE ET RESPONSABILITÉ SOCIALE

Natureplus contrôle le caractère écologique d'un produit de construction en effectuant une analyse du cycle de vie qui tient compte de toutes les phases par lesquelles passe le produit: l'extraction des matières premières, la production, l'utilisation ainsi que le traitement post-utilisation et/ou la réutilisation. A côté de cela, natureplus accorde également de l'attention à l'impact sur la santé: les éléments ou émissions irritants et toxiques sont exclus. Un troisième critère porte sur la qualité technique des produits. Enfin, on accorde également de l'attention aux aspects sociaux lors de la production.

Environnement

Le secteur de la construction a un gros impact sur l'environnement: 40% de toutes les matières premières au monde disparaissent dans les constructions. En outre, le secteur de la construction absorbe 30% de la consommation d'énergie totale. Développer des matériaux de construction entraînant un épuisement minimal des ressources représente un défi considérable pour tout fabricant.

Les matériaux de construction arborant le label natureplus sont constitués à au moins 85% de matières premières cultivables ou minérales, comme l'argile et le limon. Soit, en d'autres termes, des matières premières inépuisables ou garantissant une disponibilité longue durée. Les matériaux de construction dérivés du pétrole ne peuvent donc pas être labellisés natureplus.

l'argile = disponibilité longue durée

A côté de cela, natureplus étudie les mesures prises par le fabricant pour préserver la nature pendant l'exploitation des matières premières. La réaffectation durable des argilières et les distances de transport minimales entre les argilières et les briqueteries seront ainsi récompensées.

Santé

L'Européen de l'Ouest moyen passe environ 80 à 90% de sa vie à l'intérieur (à la maison, au bureau, à l'école, etc.). Construire écoénergétique signifie construire de façon plus étanche à l'air. Il convient dès lors d'accorder une attention particulière à la qualité de l'air intérieur. Celui-ci renferme en effet des particules de moisissure ainsi que des substances chimiques nocives. Dans de nombreux cas, le climat intérieur sera plus pollué que l'air extérieur, même dans les grandes villes. Cette pollution de l'air intérieur provient partiellement des matériaux utilisés pour la construction et l'aménagement intérieur. Des matériaux de construction naturels pourront ainsi – en association avec une bonne ventilation – infléchir cette évolution.

pas d'émissions nocives

Les matériaux de construction arborant le label natureplus font l'objet d'un contrôle approfondi au niveau des émissions nocives. Les substances nocives pour l'environnement et pour la santé ne peuvent pas être utilisées. Natureplus exige une déclaration complète de toutes les substances appliquées dans le produit de construction. Les produits labellisés natureplus sont automatiquement approuvés par l'Institut Sentinel-Haus, un label bien connu pour les bâtiments, qui vise spécifiquement un environnement intérieur sain. C'est pourquoi le label natureplus constitue également une bonne indication pour les personnes allergiques.

Qualité technique

Les produits certifiés natureplus doivent disposer d'un agrément technique officiel. Pour les blocs pour murs intérieurs Porotherm, il s'agit de la DoP ou déclaration des performances, qui démontre que les blocs pour mur intérieurs sont conformes à la norme EN771-1 et, donc, appropriés pour leur application.

qualité technique garantie

De telle sorte que le label natureplus offre une garantie de qualité: il s'agit de produits de construction qui sont à la fois écologiques, sains et appropriés à l'emploi.

Responsabilité sociale

Les fabricants désireux d'obtenir le label natureplus pour un ou plusieurs de leurs produits doivent ratifier les conditions de travail de l'Organisation Internationale du Travail (OIT). Les conditions de travail sont contrôlées au niveau de la production de poussière, du bruit, de la sécurité, etc.

conditions de travail favorables

2.2.2.2. MAXIMUM 20% DES PRODUITS DE CONSTRUCTION D'UNE MÊME CATÉGORIE PEUVENT ÊTRE LABELLISÉS NATUREPLUS

évaluation après 3 ans

Les labels de qualité peuvent seulement revêtir une fonction indicatrice lorsqu'ils aspirent à une place dans le segment supérieur du marché. C'est pourquoi natureplus certifie maximum 20% des produits d'une même catégorie. Ce label est valable seulement 3 ans, après quoi une évaluation est prévue.

2.2.2.3. POURQUOI LE LABEL NATUREPLUS EN PLUS DE L'EPD?

natureplus = respect de l'environnement

Le label natureplus impose plusieurs valeurs limites strictes, et ce contrairement à une EPD qui renferme purement des chiffres sans autre forme d'évaluation. Le fait de disposer ou non d'une EPD ne dit donc rien sur le caractère 'écologique' ou non d'un matériau. C'est par contre bel et bien le cas avec l'obtention du label natureplus.

Natureplus est une initiative privée indépendante. L'environnement et la santé forment, en compagnie du développement durable, les points de départ pour le fonctionnement de natureplus. Le label natureplus conserve l'équilibre entre les différents groupes d'intérêt. Les organisations de protection de l'environnement et les organisations de consommateurs, les fabricants participants, le secteur de la construction au sens large mais aussi des scientifiques soutiennent ce label. Tous ces groupes sont représentés au sein du Conseil d'Administration international et de l'Assemblée Générale de natureplus.

2.2.2.4. LE PARCOURS DE WIENERBERGER

Chez Wienerberger Belgique a été étudié tout un parcours par lequel l'entreprise avance par étapes importantes depuis déjà des années afin d'améliorer la durabilité de ses produits et de sa production.

tant des blocs pour murs intérieurs que des
tuiles en terre cuite

En 2007 déjà, l'entreprise a fait inventorier les aspects écologiques des blocs céramiques pour murs intérieurs afin de compléter le vaste questionnaire natureplus. En août 2008, elle introduisait une demande officielle auprès de natureplus. Environ 6 mois plus tard, Wienerberger obtenait le label natureplus pour ses blocs céramiques pour murs creux, après un audit approfondi notamment de la durabilité, de la santé, de l'impact environnemental et de la durée de vie des produits étudiés.

Entre-temps, Wienerberger a également obtenu le label natureplus pour une large gamme de tuiles en terre cuite Koramic.

L'obtention du label natureplus constitue le résultat d'efforts et réalisations en matière de production durable, en se focalisant sur l'aspiration à un équilibre entre les trois 'P': People/Planet/Profit. Ce qui signifie concrètement: fabriquer un produit en terre cuite en consommant un minimum de matières premières et d'énergie, doté d'une fonctionnalité maximale (notamment une bonne isolation thermique et acoustique) et d'une longue durée de vie, en se basant sur une production locale et une utilisation locale.

2.2.2.5. SATISFACTION AUX CRITÈRES DE NATUREPLUS PAR WIENERBERGER

Brève confrontation des réalisations de Wienerberger aux critères de natureplus.

Au niveau des critères relatifs aux matières premières, il importe que la majeure partie de l'argile soit extraite au plan local, à proximité des sites de production de Wienerberger. Le transport de ces matières premières vers l'usine (ainsi que les émissions nocives générées par celui-ci) reste ainsi limité au minimum. Après leur exploitation, les argilières sont le plus rapidement possible réaffectées en zone naturelle, agricole ou récréative.

En outre, la matière première primaire, c'est-à-dire l'argile, est partiellement remplacée par l'utilisation de fibre de papier et, à l'avenir, également par des débris de construction en terre cuite, ce qui entraînera à son tour une réduction des émissions nocives et de la consommation d'énergie.

Au niveau de la production, Wienerberger est en mesure de produire des réductions drastiques de la consommation énergétique et des émissions nocives, grâce à des mesures intégrées aux processus ainsi qu'à des solutions en fin de processus.

Pour ce qui concerne la réduction des émissions nocives, Wienerberger ne se limite pas purement à des efforts au niveau de la production. Via l'utilisation maximale du transport par voies navigables pour l'acheminement des matières premières et la livraison des produits finis, l'entreprise aspire ici aussi à une nouvelle réduction des émissions de CO₂.

Wienerberger peut aussi s'appuyer sur une absence absolue de déversements d'eaux usées de production sur tous ses sites de production. À côté de cela, la consommation d'eau a été réduite, notamment grâce à la réutilisation de l'eau de pluie pour remplacer l'eau de distribution.

Enfin, la longue durée de vie des briques (plus de 150 ans) a également joué un rôle important dans l'obtention du certificat natureplus. La durée de vie détermine en effet aussi le degré de durabilité des produits. Une plus longue durée de vie étendra l'impact environnemental initial sur une plus longue période.

2.2.3. CRADLE TO CRADLE

Créé en 2005, Cradle to Cradle est un label environnemental de type I, tourné vers l'innovation durable et des cycles de matériaux fermés. Les matériaux ne peuvent être perdus après emploi. Le concept Cradle to Cradle se démarque de la recyclabilité classique où l'intention de recyclage ne fait son apparition qu'après la conception et l'utilisation du produit. Wienerberger a obtenu le label Cradle to Cradle Certified^{CM} niveau Argent pour tous ses blocs céramiques pour murs intérieurs Porotherm.

2.2.3.1. EXIGENCES ÉLEVÉES POSÉES À LA RECYCLABILITÉ

Le label Cradle to Cradle est attribué à des produits obtenant un score exceptionnel au niveau de la durabilité, en mettant l'accent sur la conception du produit et la méthode de production. La certification Cradle to Cradle ne pose pas d'exigences au niveau de la phase d'usage.

extraction locale de l'argile

réaffectation

matières premières alternatives

limiter les émissions nocives

transport par voies navigables

aucun déversement d'eaux usées de production

longue durée de vie



label environnemental de type I

Un producteur n'aura cependant aucun contrôle sur l'usage possiblement infini des produits. Cette certification pose par contre des exigences élevées au niveau de la recyclabilité ou de la compostabilité du produit. Chaque produit sera scindé en cycle biologique ou cycle technologique, et pour chaque produit sera élaboré un plan de collecte et de recyclage.

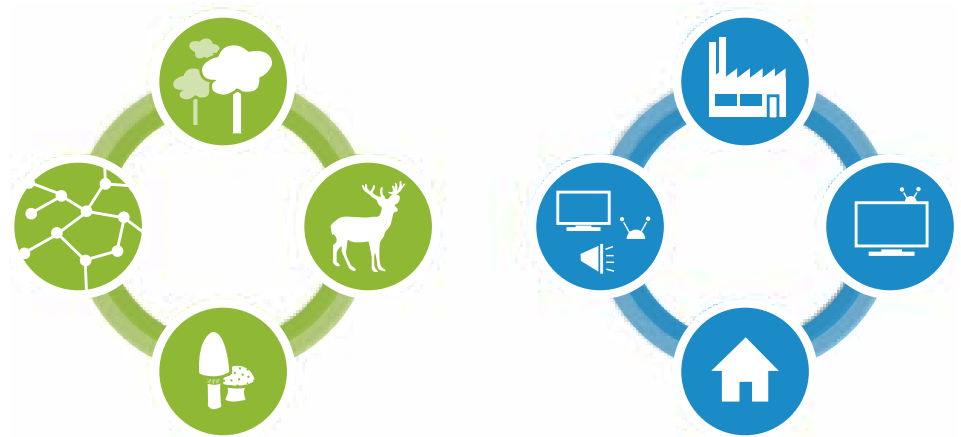
le cycle technologique

Le cycle technologique est un système fermé par lequel des matières premières synthétiques et minérales à part entière circulent dans un cycle infini de production, reprise et réemploi. Après usage, les produits technologiques sont réutilisés en tant que composants ou matières premières d'un nouveau produit technologique.

le cycle biologique

Le cycle biologique est basé sur le métabolisme biologique de la nature, par lequel les déchets se transformeront en compost et serviront d'aliments pour d'autres organismes.

Pour certains produits, il ne sera cependant pas possible, pour des raisons économiques, de procéder effectivement au recyclage.



2.2.3.2. ECO-EFFICACITÉ PLUTÔT QU'ÉCO-EFFICIENCE


L'éco-efficience consiste à utiliser moins d'énergie, d'eau et de matières premières pour produire les mêmes produits. Les nuisances pour l'environnement baissent, le producteur a moins de coûts et réalise donc plus de gains. Le consommateur est lui aussi gagnant à utiliser des produits éco-efficents. Ce récit n'est cependant pas unilatéralement positif. L'éco-efficience ne modifie pas nécessairement le processus ou le produit. Un moteur diesel avec un filtre à carbone reste un moteur à combustion avec des émissions (bien que beaucoup moins élevées). Cela s'avère très utile, mais ce n'est pas suffisant.

maximiser les impacts environnementaux positifs

Le principe Cradle to Cradle utilise une autre notion: l'éco-efficacité. Il remet en question ce que nous faisons, au lieu de que nous faisons pour optimiser. Contrairement à l'éco-efficience, l'accent ne repose pas ici sur la minimalisation des impacts environnementaux négatifs, mais sur l'aspiration à maximiser les impacts environnementaux positifs. On peut ainsi rêver de voitures absorbant le CO₂, précisément comme les arbres. C'est peut-être impossible, mais si de telles voitures circulent un jour, toutes les technologies existantes seront dépassées.

2.2.3.3. TROIS PRINCIPES DE BASE, CINQ MODULES, CINQ NIVEAUX

Le principe Cradle to Cradle en bref

3 principes 1. Les déchets sont des aliments 2. Utilisation d'énergie durable et inépuisable 3. Respect de la diversité	5 modules - Propriétés saines et sûres des matériaux - Réutilisation PRODUIT	
	- Utilisation d'énergies renouvelables - Utilisation d'eau durant le processus de fabrication - Équité sociale et éthique professionnelle PROCESSUS	



Trois principes simples sont à la base du concept Cradle to Cradle:

3 principes

1. Les déchets sont des aliments

Le cœur du principe Cradle to Cradle réside dans le concept 'les déchets sont des aliments'. Tous les matériaux utilisés peuvent, après leur vie au sein d'un produit, être utilisés dans un autre produit. Le cycle est dès lors complet... et les déchets servent d'aliments.

2. Utilisation d'énergie durable et inépuisable

Les processus de production Cradle to Cradle fonctionnent principalement à base d'énergie naturelle et disponible localement, comme l'énergie solaire et l'énergie éolienne.

3. Respect de la diversité

La vitalité d'un écosystème dépend de son taux de diversité. Plus cette diversité sera élevée, plus l'écosystème sera flexible. Là où c'est possible, on utilisera de préférence des matières premières et de l'énergie locales, et l'on tiendra compte des circonstances locales et des usages culturels. Respecter la diversité au niveau de la conception signifie non seulement réfléchir à la manière dont un produit sera fabriqué, mais aussi à la manière dont il devra être utilisé et par qui.

Le Cradle to Cradle Products Innovation Institute (C2CPII) gère le système de certification en tant qu'asbl indépendante. Il élabore les critères pour les cinq modules au sein de la certification C2C. A côté de cela, il prodigue aussi des formations aux bureaux de consultance afin qu'ils puissent assister les entreprises durant le processus de certification.

LES CINQ MODULES AVEC CRITÈRES ÉTABLIS SONT:



1. Les propriétés saines et sûres des matériaux pour l'homme et son environnement

Les produits Cradle to Cradle sont constitués de matières premières pures qui sont saines et sûres pour l'homme et l'environnement. Tous les ingrédients chimiques sont évalués à l'aide de divers critères environnementaux et sanitaires, et présentent un résultat vert (optimal) ou jaune (acceptable). Les ingrédients présentant un résultat rouge (risque élevé) ou gris (non-définissable) devront être (progressivement) remplacés.



2. La réutilisation

Tout produit Cradle to Cradle s'inscrit dans un cycle biologique et/ou technologique. Pour la certification est calculé un score de réutilisation du produit. Ce score se calcule sur base de la part de matières premières d'origine renouvelable ou recyclée et en outre biodégradable ou recyclable.



3. L'utilisation d'énergies renouvelables

L'objectif de cette catégorie consiste à stimuler l'utilisation d'énergie renouvelable et à gérer les émissions de gaz à effet de serre.



4. L'utilisation d'eau durant le processus de fabrication

Les entreprises voulant travailler selon les règles Cradle to Cradle doivent démontrer qu'elles utilisent leur eau de manière responsable et efficace et que l'eau qu'elles déversent dans les eaux de surface est la plus propre possible.



5. L'équité sociale et l'éthique professionnelle

Les entreprises doivent démontrer qu'elles respectent les principes les plus responsables vis-à-vis de leur personnel et qu'elles veillent à ce que les entreprises sous-traitantes n'enfreignent pas ces principes.

Le programme de certification Cradle to Cradle est une approche échelonnée, constituée d'un niveau Basic, Bronze, Silver, Gold et Platinum. Ces niveaux visualisent l'amélioration constante du parcours Cradle to Cradle.

évaluation après 2 ans

Pour la certification doit être élaboré un dossier démontrant que l'entreprise remplit tous les critères. Ce dossier sera examiné par le Cradle to Cradle Products Innovation Institute (C2CPII). C'est sur base de ce dossier que le C2CPII accordera ou non le certificat. Ce certificat est valable 2 ans, après quoi il sera réévalué.

2.2.3.4. Le parcours de Wienerberger

En Belgique, une vingtaine d'entreprises innovantes, parmi lesquelles Wienerberger, ont développé des produits labellisés Cradle to Cradle. Wienerberger a obtenu le label Cradle to Cradle Certified^{CM} niveau 'Argent' pour ses blocs céramiques pour murs intérieurs Porotherm.

En utilisant des débris de construction en terre cuite broyés comme matière première secondaire, Wienerberger souhaite répondre à la vision consignée dans le décret 'minéraux' des autorités flamandes: une utilisation durable des matériaux dans le secteur de la construction et la réduction des émissions.

L'objectif consiste à remplacer minimum 10% et maximum 50% des matières premières traditionnelles par des matériaux recyclés. Vu qu'il s'agit de matériaux déjà cuits, cela entraînera également une baisse de la consommation d'énergie.

Cela s'inscrit dans le principe 'Cradle to Cradle' par lequel, après leur vie dans tel ou tel produit, tous les matériaux utilisés seront réutilisés de manière utile dans un autre produit. Sans perte de qualité.

2.2.4. DUBOKEUR®

En tant qu'institut scientifique indépendant, le NIBE ou Nederlands Instituut voor Bouwbiologie en Ecologie (l'Institut néerlandais pour la biologie et l'écologie de la construction) évalue depuis 1995 l'impact environnemental des matériaux de construction selon la méthode de l'analyse du cycle de vie (ACV). Cette analyse permet de déterminer l'empreinte environnementale du produit 'depuis le berceau jusqu'à la tombe' sur base de 18 aspects environnementaux, parmi lesquels le réchauffement climatique, l'acidification, les nuisances sonores, l'utilisation du sol, etc. Les produits dotés d'une longue durée de vie présentent un avantage technico-environnemental par rapport aux produits dotés d'une durée de vie moins longue. Les matériaux de construction sont ici comparés avec les alternatives les plus courantes au sein d'un même champ d'application.

Seuls les produits qui obtiennent les meilleurs scores technico-environnementaux (classes environnementales NIBE 1 ou 2) peuvent obtenir le certificat DUBOkeur.

La certification DUBOkeur démontre qu'un produit de construction fait partie des produits les plus écologiques de son domaine d'application. Les produits sont re-testés tous les deux ans pour contrôler s'ils font encore et toujours partie du top technico-environnemental.

L'objectif du certificat DUBOkeur: permettre une distinction technico-environnementale à la fois juste et indépendante des produits, et ainsi stimuler le marché à développer des produits toujours plus durables et plus respectueux de l'environnement. Le certificat DUBOkeur permet aux acheteurs et aux consommateurs d'identifier les produits ayant le moins d'impact possible sur l'environnement.

Les impacts environnementaux d'un produit se traduisent en coûts environnementaux, également appelés coûts cachés, permettant ainsi de procéder à une comparaison objective des produits.

Le certificat DUBOkeur a notamment été attribué à tous les blocs pour murs intérieurs Porotherm de Wienerberger. Ceux-ci peuvent dès lors être considérés comme faisant partie des meilleurs choix d'un point de vue environnemental.

DUBOKEUR®

2

longue durée de vie = avantage
technico-environnemental



DUBOkeur = des produits au top au niveau
technico-environnemental

Porotherm = DUBOkeur

2.2.5. EPD

label environnemental objectif de type III

L'objectif d'une EPD au niveau du produit consiste à quantifier de manière objective l'impact environnemental des matériaux de construction pour les différentes catégories d'impact environnemental.

Les catégories d'impact environnemental peuvent être scindées en 3 groupes:

- l'impact sur l'homme
- l'impact sur l'écosystème
- l'épuisement des ressources naturelles.

base pour calculer l'impact
environnemental d'un bâtiment

Les informations tirées de l'EPD peuvent être utilisées pour calculer l'impact environnemental d'un bâtiment, et ce tant en nouvelle construction qu'en rénovation. Le concepteur pourra ainsi choisir les matériaux de construction appropriés et optimiser le profil de durabilité du bâtiment.

Pour ce qui concerne les produits en terre cuite, des EPD sont possibles à 3 niveaux.

- EPD sectorielles
- EPD spécifiques à l'entreprise
- EPB spécifiques au produit.



EPD sectorielle pour blocs pour murs intérieurs

EPD sectorielles

Wienerberger a, en collaboration avec la Fédération Belge de la Brique (FBB) et le VITO, déjà rédigé des EPD sectorielles pour des tuiles, des briques de parements et deux types de blocs pour murs intérieurs. Ces EPD sectorielles sont reprises dans la base de données environnementales fédérale, conformément à l'Arrêté Royal du 22 mai 2014 relatif aux affichages environnementaux sur les produits de construction.

Wienerberger planche sur un plan d'action en matière d'EPD au niveau de l'entreprise et du produit.

QUE FAUT-IL RETENIR?

- Avec natureplus, le label Cradle to Cradle Certified^{CM} niveau 'Argent', la certification DUBOkeur et leurs EPD, les blocs pour murs intérieurs Porotherm de Wienerberger disposent de 4 labels environnementaux.

2.3. PRODUCTION DURABLE DE BLOCS POUR MURS INTÉRIEURS

Le site de Rumst peut être considéré comme un exemple en matière de production durable de blocs céramiques pour murs intérieurs.

Rumst = site exemplaire

Tout le savoir-faire de Wienerberger au niveau du processus de production de terre cuite ainsi que des technologies environnementales y est appliqué. Avec comme résultat le bloc pour murs intérieurs Porotherm doté de propriétés performantes et d'une faible empreinte écologique.

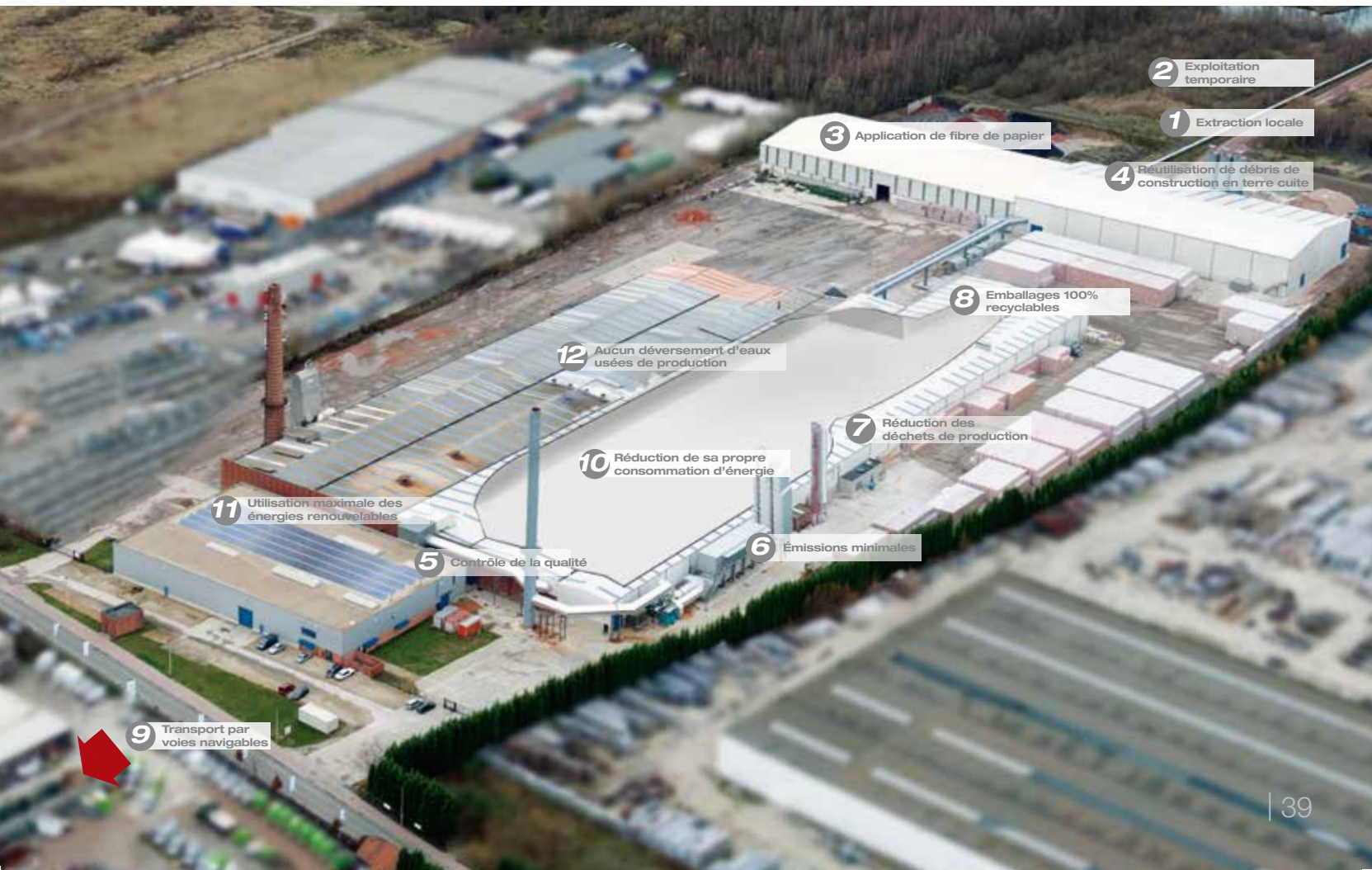
1 Extraction locale et production locale

L'extraction locale, la production locale et l'utilisation locale traduisent parfaitement le principe 'think global, act local'.

Grâce à l'extraction locale et à la production locale, Wienerberger réduit considérablement les coûts du transport et, par conséquent, les émissions de CO₂. Wienerberger extrait principalement l'argile dans ses propres argilières et veille à ce que les distances entre les argilières et les sites de production soient les plus courtes possibles.

2 Exploitation temporaire et réaffectation rapide et sensée

Wienerberger aspire à conférer un caractère temporaire à ses activités d'extraction, pour ainsi passer le plus rapidement possible à la réaffectation souhaitée.





Dans la plupart des cas, Wienerberger procèdera même déjà à une réaffectation partielle pendant que l'exploitation se poursuit dans une autre partie de l'argillère. Permettant ainsi de garder un impact des argillères sur l'environnement tout en garantissant à Wienerberger un soutien suffisamment important pour poursuivre ses activités d'exploitation.

Selon la réglementation actuelle, 60% de la superficie doivent en principe être rendus à l'agriculture et 20% à la nature, tandis que les 20% restants doivent être utilisés comme zone d'utilité publique. Chaque réaffectation constitue cependant un exercice d'équilibre afin de parvenir à la solution la plus pratique et responsable au niveau sociétal.



Une bonne réaffectation passe par une concertation constante avec tous les acteurs: autorités, monde agricole, associations de défense de la nature, riverains, etc., et la recherche d'une situation win-win optimale pour toutes les parties par le biais d'une méthode planifiée et processuelle.

Le réaménagement qualitatif de zones agricoles après exploitation constitue un point d'attention important. Après exploitation, les argillères seront remblayées pour pouvoir procéder à la réaffectation. Les matériaux de remblai proviendront en général d'entrepreneurs disposant d'excédents de terres, généralement issus de travaux d'infrastructure et de construction. Evidemment, on veillera strictement à ce que les terres utilisées ne soient pas polluées. Pour la couche supérieure, on utilisera autant que possible des matériaux propres au sol issus de l'argillère concernée et ne pouvant être utilisés pour la production de blocs céramiques. Les nouvelles terres agricoles pourront ainsi être mises en service directement après les travaux de réaffectation.



Après son exploitation, chaque argillère sera par conséquent réaffectée en zone agricole, naturelle et/ou récréative, selon les principes et normes en matière de souci de l'environnement, de qualité d'aménagement du territoire et de développement durable.

3 Application utile de la fibre de papier

L'argile locale présente de façon naturelle une haute concentration de soufre. Ce qui entraîne des émissions élevées d'oxydes de soufre durant le processus de cuisson.

Wienerberger a étudié pendant des années des solutions pour réduire les émissions de soufre, de préférence au moyen de mesures intégrées aux processus, associées ou non à une technique en fin de processus. Et tout cela sans porter atteinte à la qualité du produit.

Ces recherches ont montré que l'ajout de fibre de papier en tant que matière première offre énormément d'avantages: une réduction sensible des émissions d'oxydes de soufre ainsi que d'autres substances nocives durant le processus de cuisson. De plus, les blocs deviennent plus légers et cela influence aussi leur comportement à sec.

4 Réutilisation des débris de construction en terre cuite

En utilisant des débris de construction en terre cuite broyés comme matière première secondaire, Wienerberger souhaite répondre à la vision consignée dans le décret



'minéraux' des autorités flamandes: une utilisation durable des matériaux dans le secteur de la construction et la réduction des émissions.

L'objectif consiste à remplacer minimum 10% et maximum 50% des matières premières traditionnelles par des matériaux recyclés. Vu qu'il s'agit de matériaux déjà cuits, cela entraînera également une baisse de la consommation d'énergie.

Wienerberger est la première entreprise dans le secteur à avoir réussi à boucler le cycle industriel. Les matières premières sont utilisées, recyclées et réutilisées de façon maximale. Cela s'inscrit dans le principe 'Cradle to Cradle' par lequel, après leur vie dans tel ou tel produit, tous les matériaux utilisés sont réutilisés de manière utile dans un autre produit. Sans perte de qualité.

5 Contrôle de la qualité

Pour garantir la qualité visée, les laboratoires de Wienerberger analysent des échantillons de matières premières et du mélange. Des mécanismes ont également été intégrés dans le processus de production pour garantir la qualité. Résultat? Des blocs pour murs intérieurs présentant une longue durée de vie.

6 Émissions minimales grâce à l'utilisation des meilleures techniques disponibles

Des mesures intégrées aux processus, comme l'ajout de fibre de papier, réduisent en premier lieu les émissions d'air durant le processus de cuisson. Les gaz de fumée sont ensuite encore nettoyés au moyen d'une technologie en fin de processus, à savoir un absorbeur à cascades et un système de postcombustion thermique. Ce qui permet à Wienerberger de satisfaire largement aux valeurs limites d'émission de la réglementation environnementale flamande Vlarem.

L'absorbeur à cascades élimine les composants acides pouvant être présents de façon occasionnelle et limitée dans les gaz de fumée.

Le système de postcombustion thermique, également appelé thermoréacteur, élimine les composés organiques volatils, le monoxyde de carbone ainsi que les composants odorants en chauffant les gaz de fumée jusqu'à minimum 800°C. Grâce à la concentration appropriée en fibre de papier, ce procédé peut fonctionner de façon totalement autonome et nécessite peu voire pas d'énergie supplémentaire.

7 Réduction des déchets de production au minimum

Les blocs sont contrôlés pour déceler les défauts apparents. Les produits déclarés inappropriés à la vente, en raison de fissures, cassures, traits de meulage ou autres causes, sont broyés et réutilisés comme matière première. Les poussières de meulage sont également récupérées. Ce qui permet de réduire les déchets de production au minimum absolu.

8 Emballages 100% recyclables

Une fois refroidis, les blocs sont empilés sur des palettes et emballés au moyen de film rétractable 100% recyclable. Pour éviter que ce film rétractable ne finisse sa course dans l'environnement, Wienerberger Belgique collabore avec Clean Site System. CSS met à disposition de grands sacs pour récolter les emballages en matière plastique, qui sont collectés gratuitement dans les points de collecte prévus à cet effet.

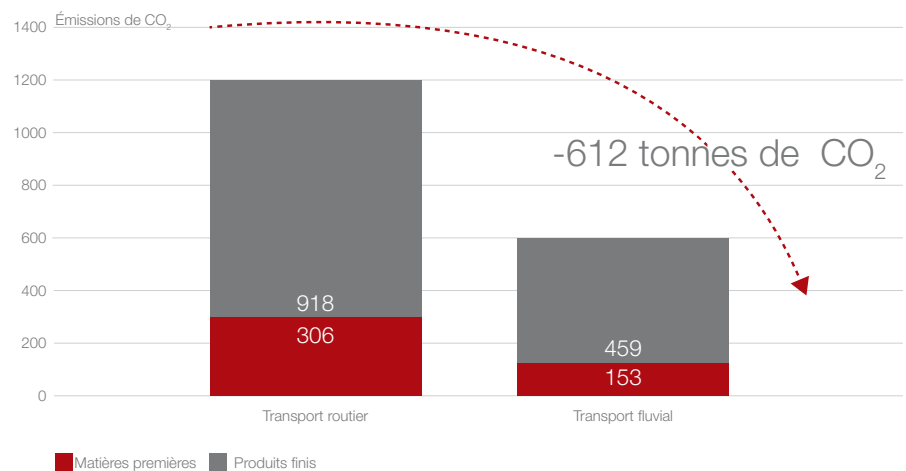




9 Transport par voies navigables

Wienerberger souhaite jouer un rôle de pionnier dans le domaine du transport écologique. A Rumst a été construite une nouvelle infrastructure de quai en bordure du Rupel. Celle-ci doit servir à l'acheminement par voies navigables des matières premières (vrac et poudres), mais aussi à l'expédition des produits finis.

Le transport par voies navigables de produits en terre cuite exige plusieurs innovations au niveau des techniques de transbordement. Wienerberger Belgique a élaboré des solutions logistiques pour optimiser le transport de marchandises palettisées sur l'eau. Le transport par voies navigables réduira considérablement le transport sur routes et soulagera les villages de Rumst et Terhagen. Pour Rumst, Wienerberger aspire à effectuer 30% du transport par voies navigables, soit une réduction de 8.800 mouvements de camion par an sur les routes. Le transport par voies navigables entraînera également une baisse drastique des émissions de CO₂ et NO_x.



10 Réduction de sa propre consommation d'énergie

Outre le transport, la consommation énergétique pour la production de matériaux en terre cuite constitue une source importante d'émissions de CO₂ dans l'atmosphère. La combustion de combustibles fossiles en est ici la grande responsable.

La réduction de la consommation énergétique a également un impact important sur la structure des coûts – et donc sur la compétitivité – des entreprises. Les réserves de combustibles fossiles ne sont pas infinies et sont épuisables, de telle sorte que chaque économie à ce niveau aura un effet positif sur l'environnement. Depuis des années, Wienerberger aspire à réduire sa consommation énergétique en mettant en œuvre tous les moyens possibles. L'usine de Rumst constitue un exemple d'application de tout le savoir-faire de Wienerberger au niveau du processus de production de terre cuite ainsi qu'en matière de technologies environnementales. La production en continu ainsi que les dernières nouvelles technologies des processus se traduisent par une efficacité énergétique extrêmement élevée.

11 Utilisation maximale des énergies renouvelables

Outre l'énergie thermique pour le processus de séchage et la cuisson des produits en terre cuite, Wienerberger a également besoin d'énergie électrique pour faire fonctionner ses processus et machines. Wienerberger s'est fixé un double objectif: réduire la consommation énergétique dans l'entreprise et implémenter des énergies renouvelables. Parmi toutes les recherches et études préparatoires, l'énergie éolienne s'est avérée la solution idéale pour Wienerberger. L'objectif fixé consiste à couvrir à court terme 20% de la consommation électrique de Wienerberger au moyen d'énergies renouvelables.

Etant donné que l'installation d'éoliennes constitue une matière particulièrement complexe et que la production d'électricité est très éloignée des activités principales de Wienerberger, l'entreprise fait appel au savoir-faire et à la longue expérience de partenaires spécialisés.

Outre l'énergie éolienne, l'entreprise mise aussi sur l'énergie solaire. Les bureaux de Rumst, par exemple, ont été équipés de panneaux solaires.

A côté de cela, Wienerberger a octroyé un 'droit de superficie' à différents promoteurs de projets. Sur les différents sites dans notre pays avaient déjà été installés en 2017 pour environ 4 MW en tout. Toute l'électricité verte provenant de ces installations est consommée au niveau local.

12 Aucun déversement d'eaux usées de production

Wienerberger a réussi à atteindre zéro déversement d'eaux usées de production pour tous ses sites. Les eaux usées ne sont plus déversées, mais bien réutilisées dans le propre processus de production. Permettant ainsi également de réduire la consommation d'eau de distribution.

Un bel exemple du principe de durabilité 'boucler la boucle'.

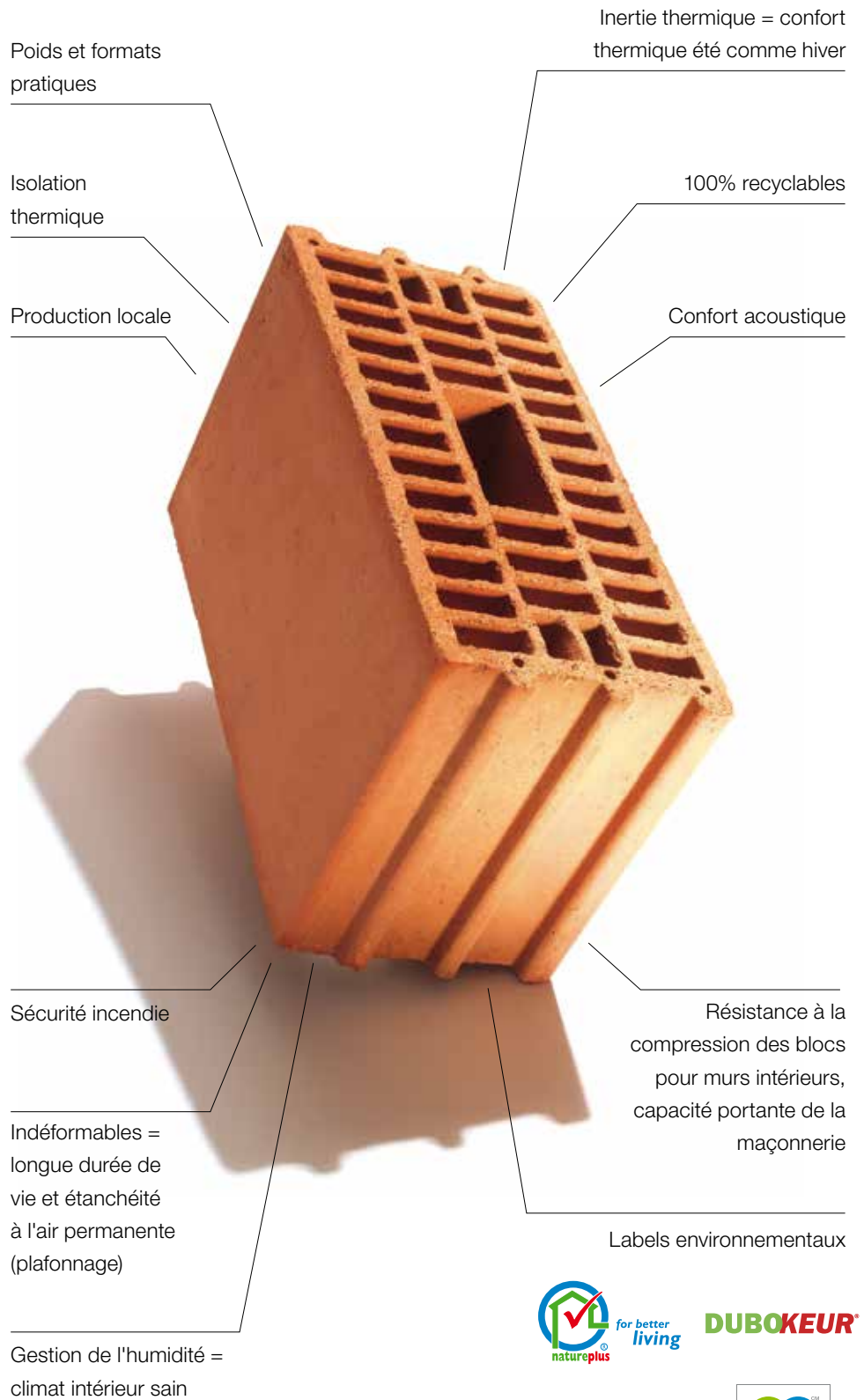
A côté de cela, l'eau de pluie est séparée de l'eau sanitaire. Là où c'est possible, l'eau de pluie est réutilisée pour le processus de production et pour des applications sanitaires. Le reste de l'eau de pluie est stocké au maximum pour ensuite s'infiltrer progressivement dans les propres terrains de l'entreprise via des fossés ou ruisseaux.



QUE FAUT-IL RETENIR?

- Les blocs pour murs intérieurs Porotherm sont produits de façon durable.

2.4. PROPRIÉTÉS DURABLES DES BLOCS POUR MURS



2.4.1. PRODUCTION LOCALE

Moins de transport

Vu que les argilières et les usines sont disséminées à travers tout le pays, il sera préférable, du point de vue de la durabilité, d'opter pour des blocs pour murs intérieurs produits au niveau local. L'impact du transport sur l'empreinte écologique restera ainsi minimal.

Opter pour un produit en terre cuite signé Wienerberger Belgique, c'est éviter des transports en provenance du monde entier.

Impact socio-économique

L'industrie céramique favorise l'emploi local. Le secteur des briques et des tuiles contribue au renforcement de l'économie locale. Il emploie plus de 2.000 personnes en direct et crée une multitude d'emplois indirects.

Grâce à l'extraction, à la production et à l'utilisation des produits en terre cuite au niveau local, Wienerberger satisfait parfaitement au principe de durabilité People/Planet/Profit.

2.4.2. FORMAT ET POIDS

Les blocs céramiques pour murs intérieurs Porotherm figurent parmi les matériaux de construction les plus utiles en raison de leur variété de formats pratiques. Leur format modulaire est depuis longtemps utilisé comme dimensionnement général en construction. Ils garantissent une bonne capacité de mise en œuvre et ergonomie, tant en nouvelle construction qu'en rénovation, et fournissent à l'architecte un degré de liberté dont il ne bénéficierait pas avec d'autres matériaux.

Grâce à la flexibilité, de nombreuses modifications et adaptations sont également possibles sur chantier. Le bloc permet de facilement couper et meuler dans la structure tandis que le petit format permet de travailler dans des espaces réduits ou dans des endroits difficiles d'accès.

2.4.3. ISOLATION THERMIQUE

Pour la mise en œuvre dans une structure de mur creux classique, les blocs céramiques pour murs intérieurs Porotherm peuvent être associés avec pratiquement tous les matériaux isolants. Dans ce cas, l'épaisseur de l'isolation pourra être choisie librement. Avec le mur creux traditionnel, l'utilisateur pourra lui-même déterminer le degré d'isolation.

Les blocs Porotherm PLS *Lambda* forment un des éléments essentiels de 'la solution rouge pour murs creux' de Wienerberger. Nous aborderons cette solution plus tard.



Isolation thermique et capacité portante ne font pas bon ménage. Les matériaux de construction légers et plus isolants sont souvent trop courts au niveau de la robustesse et de la capacité portante. Avec une résistance à la compression caractéristique de 10 à 25 N/mm² associée à un coefficient de transmission thermique de 0,185 à 0,35 W/mK, les blocs céramiques pour murs intérieurs offrent de loin le meilleur rapport isolation/capacité portante.

2.4.4. INERTIE THERMIQUE: CONFORT THERMIQUE ÉTÉ COMME HIVER

La quantité de chaleur pouvant être emmagasinée par la construction jouera un rôle au niveau des régimes de chauffage appliqués en hiver ainsi que pour garantir le confort thermique en été. La capacité de stockage de chaleur est liée à la masse volumique: plus un matériau sera lourd, plus il pourra stocker de la chaleur. La masse d'un mur en briques emmagasinerait de la chaleur en journée, qui sera libérée lentement la nuit. Vous ne serez ainsi jamais confronté à des fluctuations de température extrêmes, indépendamment de la saison ou du moment dans la journée.

Un mur en matériaux plus légers présentera une masse inférieure. De telle sorte qu'il chauffera et refroidira plus rapidement, avec comme conséquence 'l'effet caravane' bien connu. Il conviendra d'en tenir compte convenablement pour le confort de l'occupant.

Afin de garantir un climat intérieur constant et agréable, un mur creux isolé avec des blocs pour murs intérieurs Porotherm côté intérieur du creux constituera la solution idéale: les blocs pour murs intérieurs garantiront une masse suffisante tandis que l'isolation du creux formera l'enveloppe isolante grâce à laquelle seules de minimes déperditions de chaleur pourront se produire vers l'extérieur. La chaleur accumulée profitera donc surtout au climat intérieur.

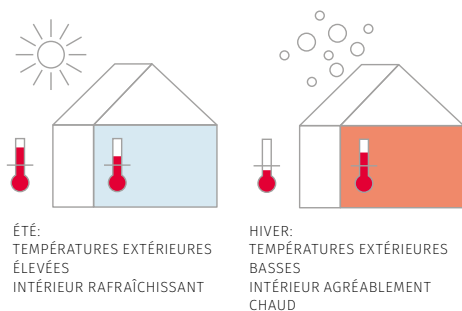
Les bâtiments réalisés avec des murs creux isolés érigés au moyen de blocs pour murs intérieurs Porotherm forment par conséquent une solution robuste et indépendante de l'utilisateur pour construire des maisons écoénergétiques. Ce thème sera abordé de façon détaillée au chapitre 3.5.3 Inertie thermique.

2.4.5. STABILITÉ DIMENSIONNELLE: LONGUE DURÉE DE VIE ET ÉTANCHÉITÉ À L'AIR DURABLE

Les blocs pour murs intérieurs Porotherm présentent une très faible dilatation thermique et hygrométrique. Ils ne sont pas du tout sujets au retrait dû au durcissement. En d'autres termes, les blocs céramiques pour murs intérieurs sont de loin les matériaux de construction les plus stables en cas de fluctuations des températures et de l'humidité relative.

La stabilité dimensionnelle des blocs céramiques pour murs intérieurs importe non seulement pour la durée de vie de l'ouvrage de construction, mais détermine aussi l'étanchéité à l'air de la construction. Cette stabilité dimensionnelle empêchera la formation de fissures dans le plafonnage pouvant mettre en péril l'étanchéité à l'air.

L'amélioration des performances énergétiques d'une maison ne se limite pas à l'isolation. Il faut aussi que la construction soit la plus étanche à l'air possible, en association avec une ventilation contrôlée.



idéal pour un climat intérieur constant

robuste et indépendant de l'utilisateur

stabilité dimensionnelle = étanchéité à l'air durable

Les murs intérieurs en terre cuite sont toujours revêtus d'une couche de plafonnage. En accordant l'attention nécessaire aux raccords avec les menuiseries de façade, on obtiendra une étanchéité à l'air très élevée, et ce sans coûts supplémentaires. Plafonner des murs intérieurs en terre cuite constitue une méthode familière et éprouvée, qui n'exige pas de techniques complexes ni spécialisées.

étanchéité à l'air sans coûts supplémentaires

Grâce à l'étanchéité à l'air élevée que permettent d'atteindre les blocs céramiques pour murs intérieurs, ceux-ci peuvent parfaitement être utilisés pour la construction de maisons nZEB.

2.4.6. RÉSISTANCE À LA COMPRESSION DES BLOCS POUR MURS INTÉRIEURS ET CAPACITÉ PORTANTE DE LA MAÇONNERIE

Les blocs pour murs intérieurs Porotherm peuvent atteindre des résistances à la compression moyennes de 10 à 25 N/mm².

Ces chiffres intéressants profitent également à l'ouvrage de construction. La capacité portante de la maçonnerie réalisée en blocs céramiques pour murs intérieurs est suffisante pour réaliser des bâtiments de 5 à 6 étages.

possibilité d'ériger de 5 à 6 étages

2.4.7. PERMÉABILITÉ À LA VAPEUR ET GESTION DE L'HUMIDITÉ

Gestion optimale de l'humidité

Nous vivons sous un climat très humide. Grâce à sa résistance à l'humidité inégale, la brique constitue le matériau de construction par excellence. Les blocs pour murs intérieurs Porotherm possèdent une capacité de séchage et respiration idéale. Grâce à leur caractère capillaire, ces blocs peuvent absorber l'humidité générée par l'occupation de la maison et rejeter celle-ci lorsque les conditions changent, sans mettre leur stabilité en péril.

l'humidité ne met pas la stabilité en péril

En raison de sa perméabilité à la vapeur et de sa capacité d'absorption de l'humidité, le bloc en terre cuite fait office de régulateur d'humidité. En outre, la stabilité dimensionnelle améliorée des blocs céramiques pour murs intérieurs réduit fortement le risque de fissures. Offrant ainsi une étanchéité à l'air mieux garantie, ce qui entraîne en soi une meilleure gestion de l'humidité.

Aucun risque de pose erronée ou incomplète d'un pare-vapeur

Dans un mur creux traditionnel, chacun des éléments a sa place spécifique et sa tâche spécifique. Etant donné que le mur intérieur portant se situe du côté chaud de l'isolation, il sera très peu influencé par le climat extérieur. En outre, on ne notera jamais ici de formation de condensation interne, vu que la température du mur restera toujours au-dessus du point de rosée.

pas de condensation interne

Une étude, réalisée par le fabricant de pare-vapeur Pro Clima, montre qu'en cas de fissure de 1 millimètre de largeur sur 1 mètre de longueur dans une surface de 1 m² et en cas de différence de température de 30°C et de pression de 20 Pa par jour, il est possible que se forme par condensation 800 g d'eau/m² dans l'isolation. Surtout lorsqu'il fait froid à l'extérieur, cette quantité d'eau s'évaporerait difficilement à temps. Ce qui pourra, en présence de matériaux sensibles à la putréfaction, entraîner des dégâts à la construction.

Avec un mur creux traditionnel, la condensation interne est pratiquement impossible. Si une telle condensation venait tout de même à se produire, la stabilité du bâtiment ne serait jamais mise en péril étant donné que la capacité portante et la stabilité dimensionnelle des blocs céramiques pour murs intérieurs restent inchangées à l'état mouillé.

2.4.8. CONFORT ACOUSTIQUE

L'acoustique constitue encore souvent un facteur de confort sous-estimé dans la maison. Plusieurs normes définissant les exigences minimum en matière de confort acoustique des constructions résidentielles sont en vigueur en Belgique depuis 1977. Suite aux nouvelles normes acoustiques plus sévères entrées en application depuis janvier 2008, Wienerberger a étudié, en collaboration avec le CSTC et l'Université de Louvain (KU Leuven), des solutions totales pour des murs mitoyens en terre cuite.

Les solutions totales de Wienerberger reposent sur les principes suivants:

- L'isolation acoustique s'améliore lorsqu'est appliqué le principe masse-ressort-masse. Concrètement, cela signifie l'application d'un isolant souple entre deux murs maçonnés présentant une masse suffisamment élevée.
- Les transmissions acoustiques latérales sont réduites en utilisant des systèmes de désolidarisation au pied et/ou en tête des murs.

2.4.9. SÉCURITÉ INCENDIE

Deux aspects jouent un rôle important au niveau de la sécurité incendie: la réaction au feu du bloc et la résistance au feu du mur.

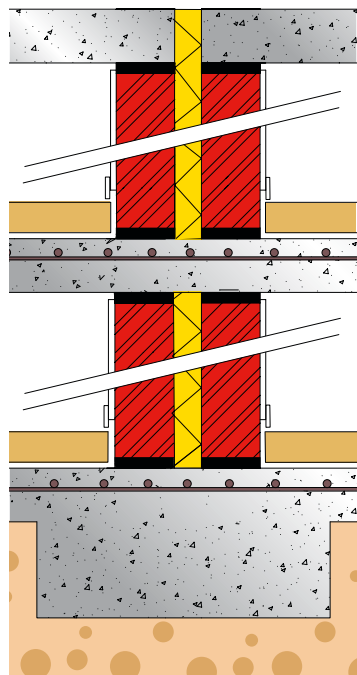
incombustible

Les blocs céramiques pour murs intérieurs sont incombustibles. Ils appartiennent ainsi à la classe de sécurité incendie la plus élevée. L'acier appartient à la même classe, mais se déforme sous l'effet de la chaleur, tandis que les blocs céramiques pour murs intérieurs conservent leurs propriétés structurelles sans le moindre post-traitement néfaste pour l'environnement. Cette bonne réaction au feu est cuite dans les blocs lors de la production, au sens propre comme au figuré.

résistance au feu du mur maçonné

La résistance au feu REI d'un mur s'exprime en heures et indique combien de temps le mur résistera en cas d'incendie. Cela signifie que le mur conservera sa stabilité et son étanchéité aux flammes, et que la température de l'autre côté du mur restera sous un seuil déterminé, pour éviter que des objets dans un espace non-touché par le feu ne s'enflamment sous l'effet de la chaleur rayonnante.

En cas de mur porteur, un mur maçonné de façon traditionnelle et non-plafonné érigé en blocs pour murs intérieurs Porotherm de 14 cm de largeur satisfait déjà aux exigences les plus strictes pour les bâtiments de faible ou moyenne hauteur.



2.4.10. 100% RECYCLABLE

Les blocs pour murs intérieurs Porotherm sont 100% recyclables.

En outre, Wienerberger a développé un procédé pour séparer la fraction en terre cuite rouge des débris de démolition et réutiliser celle-ci comme matière première dans sa propre production. Ce procédé est techniquement au point. Wienerberger rencontre pour l'instant deux problèmes qui l'empêchent d'appliquer cette technique dans la pratique:

- La logistique nécessaire pour ramener les débris de démolition forme pour l'instant un frein.
- En raison des nombreux downcyclings, les fragments de démolition ne sont pas disponibles sur le marché pour le recyclage.

2.4.11. LABELS ENVIRONNEMENTAUX

Avec natureplus, le label Cradle to Cradle Certified^{CM} niveau 'Argent' et la certification DUBOkeur, les blocs pour murs intérieurs Porotherm de Wienerberger disposent de 3 labels environnementaux.

Wienerberger a, en collaboration avec la Fédération Belge de la Brique (et le VITO), déjà rédigé des EPD sectorielles ou déclarations environnementales de type III pour des tuiles, des briques de parements et deux types de blocs pour murs intérieurs.



QUE FAUT-IL RETENIR?

- Grâce à leurs propriétés durables, les blocs pour murs intérieurs Porotherm sont particulièrement appropriés pour réaliser des bâtiments de qualité présentant une structure fonctionnellement adaptable et une longue durée de vie technique.



2.5. CONSTRUIRE, HABITER ET VIVRE DURABLE

2.5.1. LA RÉGLEMENTATION EN MATIÈRE DE PERFORMANCES ÉNERGÉTIQUES

Les bâtiments érigés avec des matériaux de construction en terre cuite bénéficient d'une longue durée de vie. Celui qui construit ou rénove aujourd'hui déterminera la consommation énergétique des générations suivantes. Les bâtiments nouveaux ou rénovés ne peuvent pas gaspiller l'énergie. C'est pourquoi a vu le jour la réglementation sur la performance énergétique des bâtiments ou PEB.

Depuis 2006, les projets de construction ou rénovation nécessitant une demande de permis ou notification doivent satisfaire aux exigences PEB et à la procédure PEB. Ces exigences sont régulièrement relevées et atteindront d'ici 2021 le niveau 'nearly Zero Energy Building' (nZEB). (voir paragraphe 2.5.4)

Les exigences PEB peuvent être subdivisées en trois grands groupes:

- les exigences en matière d'isolation thermique
- les exigences en matière de performance énergétique
- les exigences en matière de climat intérieur.

Vu l'évolution très rapide de ces exigences, nous ne les reprendrons pas dans cet ouvrage, mais vous renvoyons vers les sites Internet des instances concernées.

Dans les paragraphes suivants, nous décrivons la structure du mur creux satisfaisant aux exigences pour l'isolation thermique actuellement d'application (2017) ainsi que pour une variante isolée de façon plus poussée. Nous vous renvoyons également vers un outil en ligne permettant d'appliquer en toute simplicité la réglementation relative aux nœuds constructifs. Nous nous pencherons sur la notion nZEB et la raison pour laquelle les constructions nZEB seront érigées de préférence au moyen de matériaux en terre cuite. Enfin, nous refermerons ce chapitre en abordant un projet pilote réalisé par Wienerberger.

2.5.2. LE MUR CREUX ISOLÉ DE WIENERBERGER

La réglementation PEB impose une valeur maximum pour la valeur U des murs.

La valeur U ou coefficient de transmission thermique d'un mur indique la quantité de chaleur qui passe par seconde et par m² de surface avec une différence de température de 1°C entre les deux côtés de ce mur.

Plus la valeur U d'un mur est faible, plus le mur est isolant.

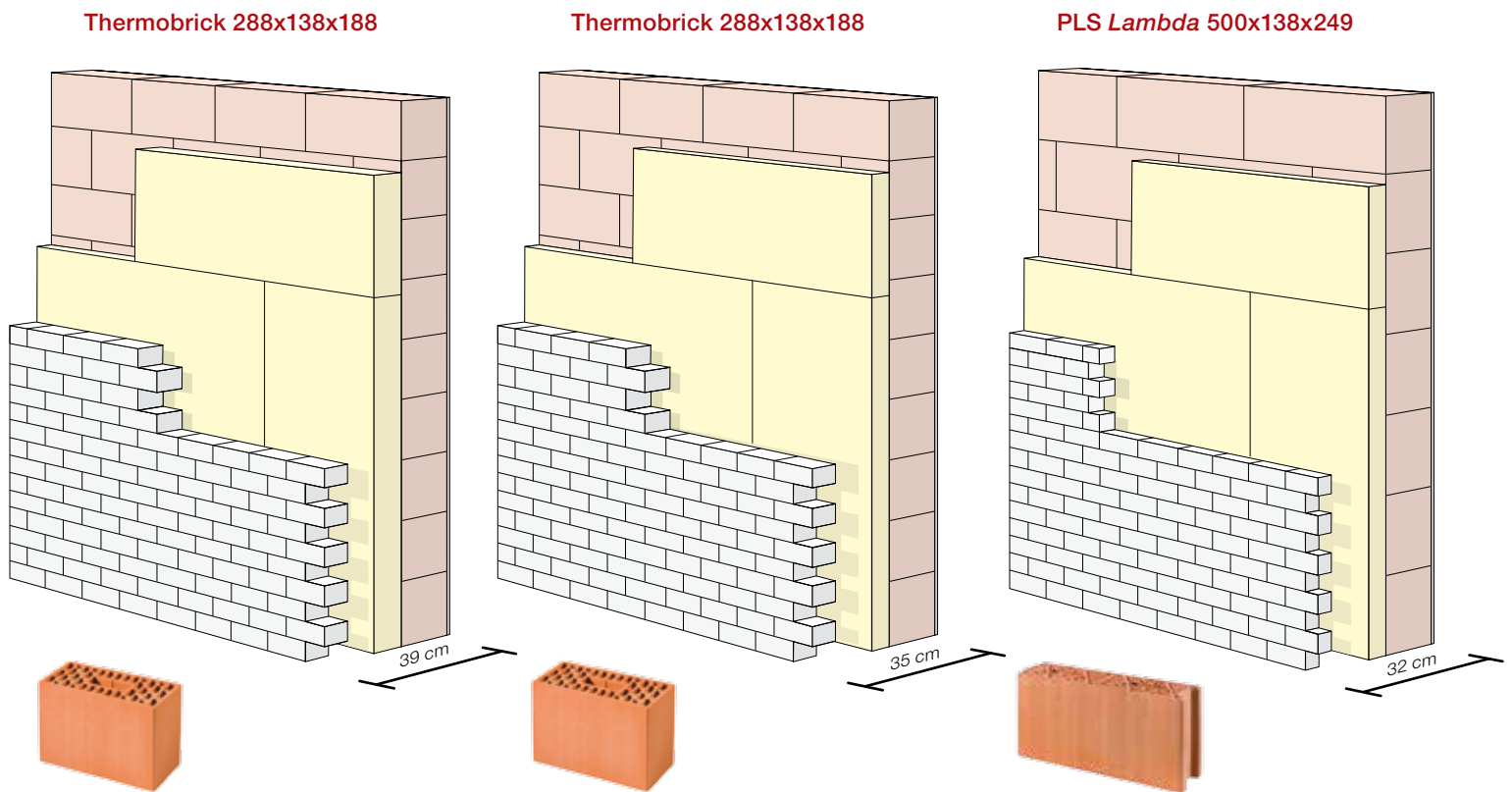
Ci-après sont représentées des structures de mur pour une valeur U = 0,24 W/m²K et une valeur U = 0,12 W/m²K.

De nos jours, en 2017, la valeur maximale fixée par le législateur pour les trois régions est de U_{max} = 0,24 W/m²K. Toutefois, d'autres exigences au sein de la réglementation sur la performance énergétique peuvent entraîner l'obligation de mieux isoler les murs. C'est aujourd'hui surtout le cas en région bruxelloise.

PEB = Performance Énergétique des Bâtiments

3 groupes d'exigences

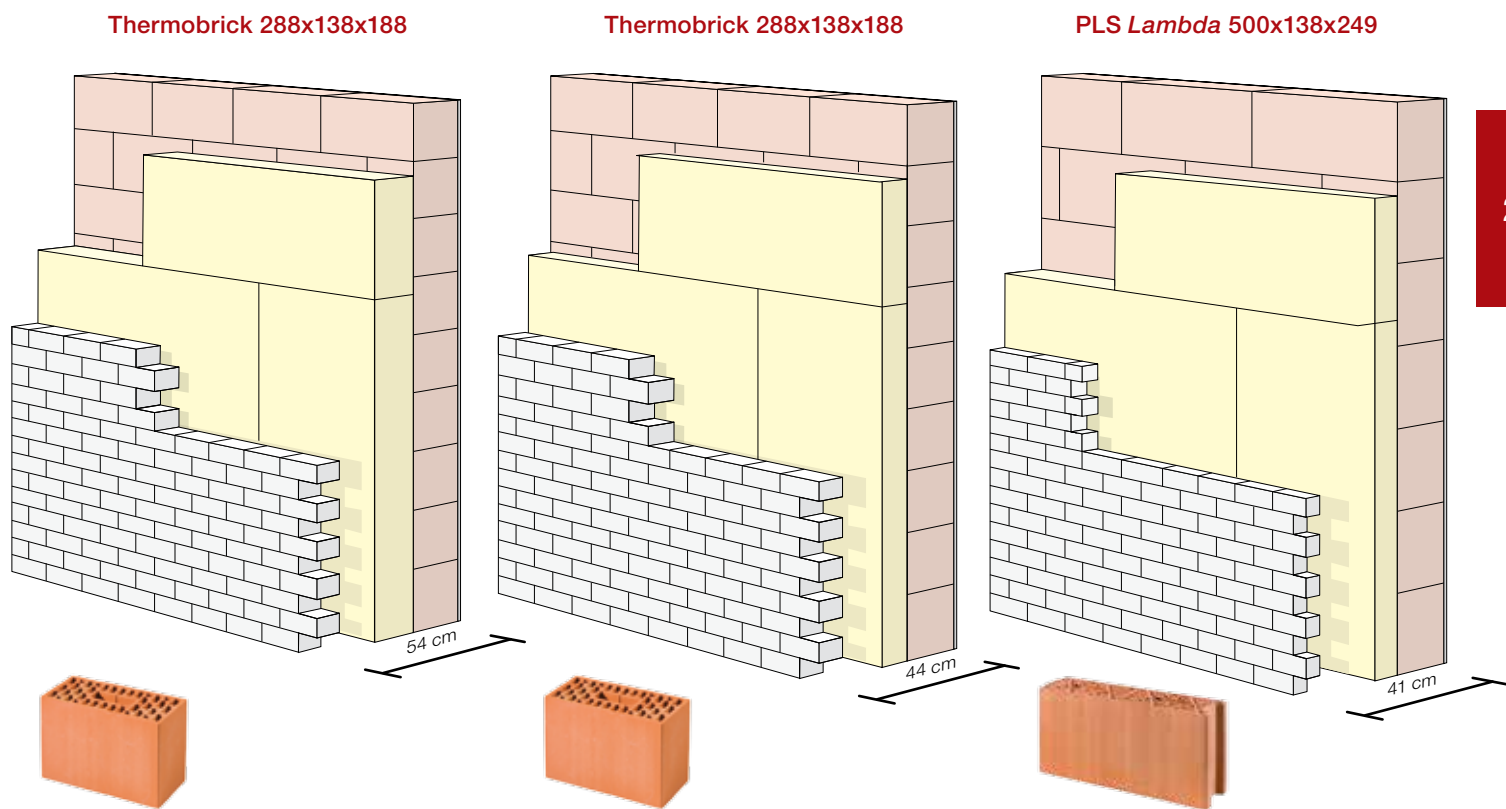
2.5.2. LE MUR CREUX ISOLÉ DE WIENERBERGER



 Solution rouge pour murs creux

	U ≤ 0,24 W/m²K		
Plafonnage (mm)	10	10	10
Mur intérieur (mm)	Thermobrick 288x138x188	Thermobrick 288x138x188	PLS Lambda 500x138x249
Isolation (W/mK)	0,035	0,021	0,021
Creux moyennement ventilé (mm)	30	30	30
Brique de parement (mm)	88	88	65
Épaisseur de l'isolation (mm)	125	80	75
Épaisseur totale (cm)	39*	35*	32

* En cas d'Eco-brick, le mur de cet exemple sera 2,3 cm moins épais..



Solution rouge pour murs creux

$U \leq 0,12 \text{ W/m}^2\text{K}$

	$U \leq 0,12 \text{ W/m}^2\text{K}$		
Plafonnage (mm)	10	10	10
Mur intérieur (mm)	Thermobrick 288x138x188	Thermobrick 288x138x188	PLS Lambda 500x138x249
Isolation (W/mK)	0,035	0,021	0,021
Creux moyennement ventilé (mm)	30	30	30
Brique de parement (mm)	88	88	65
Épaisseur de l'isolation (mm)	275	175	165
Épaisseur totale (cm)	54*	44*	41

* En cas d'Eco-brick, le mur de cet exemple sera 2,3 cm moins épais.

2.5.3. L'ATLAS DES NOEUDS CONSTRUCTIFS WIENERBERGER

La réglementation sur la performance énergétique des bâtiments pose aussi des exigences au niveau des nœuds constructifs. Le terme 'nœuds constructifs' couvre l'ensemble des endroits de l'enveloppe du bâtiment où peuvent survenir des déperditions thermiques supplémentaires. Quelques exemples de nœuds constructifs: appui de fondations, angles sortants et angles rentrants, raccords à hauteur des fenêtres, acrotères de toiture, supports de maçonnerie utilisés localement pour soutenir la maçonnerie, etc.

Wienerberger a développé en collaboration avec l'Université de Gand une application en ligne permettant à l'architecte de facilement appliquer dans son concept la réglementation relative aux nœuds constructifs.

L'Atlas des Nœuds Constructifs renferme, de façon claire et structurée, plus de 150 nœuds constructifs fréquemment appliqués en construction résidentielle. Et ce pour la maçonnerie intérieure tant traditionnelle que collée avec des blocs pour murs intérieurs Porotherm. Cette application montre en un tour de main les nœuds constructifs qui sont PEB-conformes et ceux qui ne le sont pas.

Les règles de base pour rendre les nœuds constructifs PEB-conformes sont clairement indiquées sur un détail schématisé. Pour plusieurs nœuds constructifs PEB-non-conformes, Wienerberger a fait calculer les valeurs ψ_e et χ_e au moyen d'un logiciel numérique validé, les paramètres globaux tels que le type de maçonnerie, le type d'isolation et l'épaisseur de l'isolation variant entre des limites larges et très fréquentes dans la pratique. Pour plusieurs nœuds constructifs présentant un moindre impact seront utilisées des valeurs par défaut.

Avec comme résultat un dossier personnalisé baptisé 'mon projet', en format pdf, approprié pour être transmis au rapporteur PEB. Outre un tableau récapitulatif pratique de tous les nœuds constructifs d'application dans le projet, ce dossier renferme également tous les détails de principe schématisés s'appliquant aux nœuds constructifs du projet.



2.5.4. nZEB: NEARLY ZERO ENERGY BUILDING

L'UE souhaite atteindre à l'horizon 2020 cinq objectifs principaux, l'un d'entre eux portant sur le réchauffement climatique et l'énergie:

- 20% d'émissions en moins de gaz à effet de serre qu'en 1990 (voire même 30%, si les circonstances le permettent)
- 20% de l'énergie provenant de sources d'énergie durables
- 20% d'efficacité énergétique en plus

La refonte de la directive PEB définit la maison à consommation d'énergie quasi nulle ou Nearly Zero Energy Building (nZEB) comme suit:

Définition de nZEB

'Bâtiment à consommation d'énergie quasi nulle: bâtiment qui présente des performances énergétiques très élevées déterminées conformément à l'annexe I. La quantité quasi nulle ou très basse d'énergie requise doit être couverte dans une très large mesure par de l'énergie produite à partir de sources renouvelables, notamment de l'énergie produite à partir de sources renouvelables sur place ou à proximité.'

En Belgique, ce sont les Régions qui déterminent le contenu concret de la définition générale du standard nZEB. Et ce via des exigences PEB de plus en plus sévères conformément à un plan par étapes jusqu'en 2021.

Ce plan par étapes fait régulièrement l'objet d'ajustements. En Wallonie, le standard nZEB a été transposé en Q-ZEN ou 'Quasi Zéro Energie'. Tandis qu'en Flandre, il a été transposé en BEN ou 'Bijna Energie Neutrale woning'.

Q-ZEN et BEN

Le contenu concret du standard nZEB peut en outre évoluer, c'est pourquoi les exigences pour atteindre le standard nZEB n'ont pas été reprises dans cet ouvrage. Nous préférons vous renvoyer à cet effet vers les sites Internet des instances concernées.

2.5.5. CONSTRUIRE NZEB EN BELGIQUE: DE PRÉFÉRENCE AVEC DES MATÉRIAUX EN TERRE CUITE

La réglementation en matière de construction nZEB suit le souci de construire de la façon la plus écoénergétique possible. La construction durable se base cependant sur l'approche People-Planet-Profit et, outre l'énergie, englobe aussi notamment le confort thermique et acoustique, l'utilisation des matériaux, la gestion de l'eau sur le site et dans les bâtiments... Le tout associé à l'abordabilité et au délai d'amortissement des solutions choisies.

Un projet nZEB durable satisfait aux 8 piliers de la durabilité:

1. Implantation réfléchie
2. Mobilité durable
3. Souci de la biodiversité
4. Utilisation responsable de l'eau
5. Matériaux low-impact
6. Confort de vie durable
7. Construction écoénergétique
8. Optimisation des coûts



Implantation réfléchie



Mobilité durable



Souci de la biodiversité



Utilisation responsable de l'eau



Matériaux low-impact



Confort de vie durable



Construction écoénergétique



Optimisation des coûts

Les avantages d'une construction nZEB massive en un clin d'œil.

Un bâtiment nZEB doté d'une structure massive érigée en matériaux de terre cuite forme une bonne base pour répondre aux aspects écologiques, sociaux et économiques de la durabilité, et s'appuie en outre sur les mérites de la tradition belge de la construction. L'analyse du cycle de vie de la brique dans le bâtiment, réalisée en 2009 par l'ASRO (le département Architecture, Urbanisme et Aménagement du territoire de la KUL), a démontré qu'opter pour une construction massive avec des matériaux de construction en terre cuite constitue un choix durable. Leur longue durée de vie permet en effet de répartir l'impact environnemental initial sur une plus longue période.

Résistance à l'humidité

Aucun matériau de construction ne résiste mieux à notre climat que la brique. Les matériaux de construction en terre cuite assurent un climat intérieur sain.



Absence de fissures ou d'éclats

Une multitude de matériaux de construction se dilatent ou se rétractent sous l'effet de la température, de l'humidité de l'air ou du séchage du gros œuvre. Ce qui peut entraîner la formation de fissures ou d'éclats. Un problème que ne connaît pas la brique.



Étanchéité à l'air

Pour les constructions massives, il est simple d'atteindre un haut degré d'étanchéité à l'air.



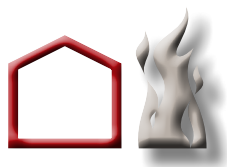
Prix de revient

Les bâtiments massifs sont généralement moins chers que les bâtiments construits en matériaux plus légers. Que ce soit en termes de prix de revient initial ou de frais d'entretien et de rénovation. Ce dernier point s'explique par la longue durée de vie du matériau (150 ans pour la brique par rapport à 30 ans en général).



Résistance au feu

Avec les matériaux en terre cuite, il est facile de réaliser des constructions antifeu.



Durabilité par le recyclage

Lors de la démolition d'un bâtiment, les débris de terre cuite sont broyés finement pour être réutilisés dans la fabrication de nouveaux matériaux de construction.



Confort acoustique

Les murs séparateurs constitués de deux couches de brique séparées par un isolant souple font qu'aucun bruit ou presque ne filtre chez les voisins.



Matière première de chez nous

L'argile est une matière première naturelle présente en abondance dans notre sous-sol. Grâce à une extraction et à un transport local, les rejets de CO₂ dans l'atmosphère sont réduits.



Confort thermique

Les murs en brique emmagasinent la chaleur en journée avant de la diffuser progressivement la nuit. En hiver comme en été, vous profiterez ainsi d'un climat agréable.



Énergie renouvelable

En choisissant la pente et l'orientation au sud, les toitures en pente revêtues de tuiles en terre cuite forment le support idéal pour des panneaux photovoltaïques.



Jusqu'à 6 étages

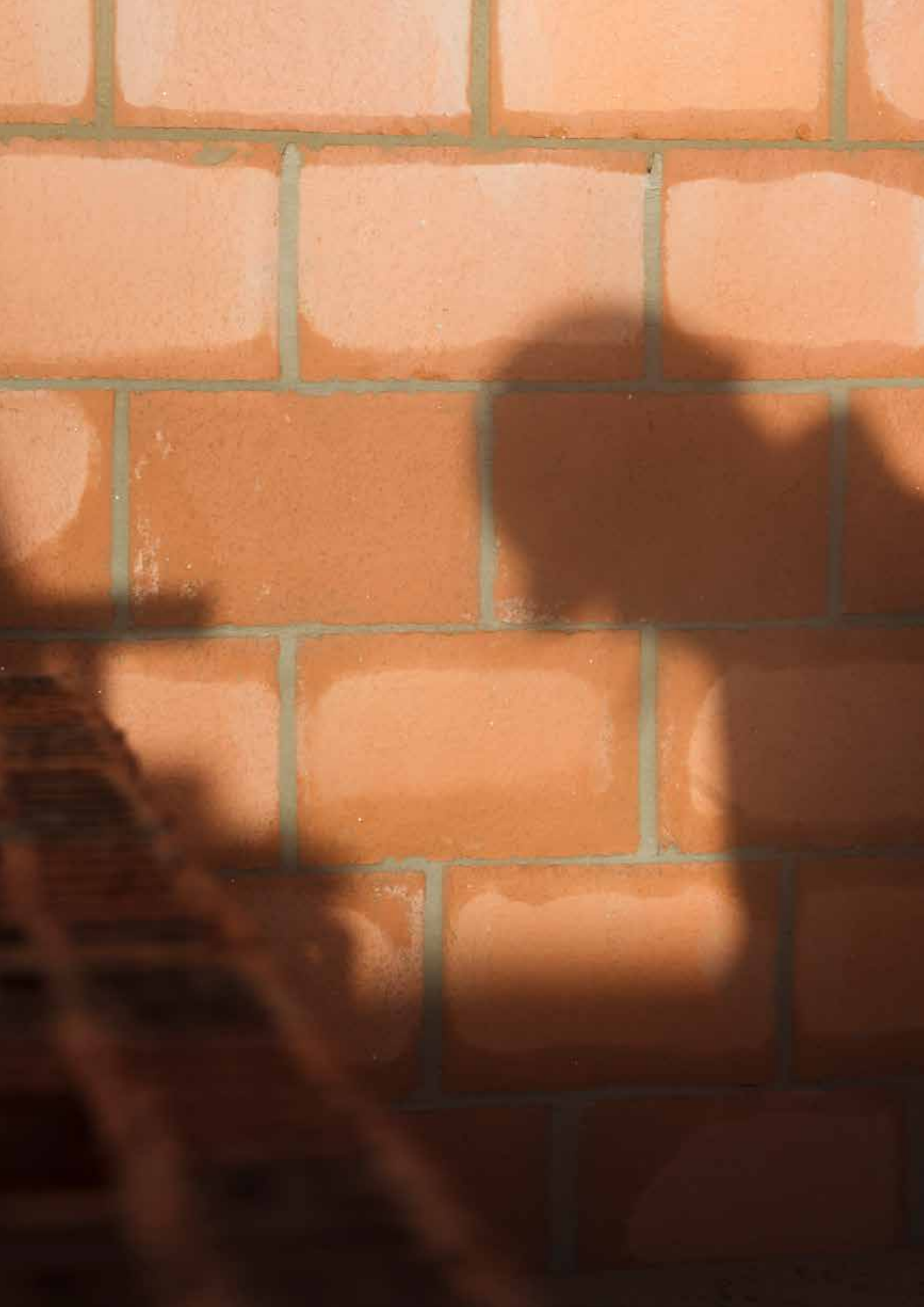
Les matériaux en terre cuite sont extrêmement stables et résistants à la compression. Ils permettent même de construire des immeubles à appartements atteignant 6 étages.



Fidèle à la tradition belge de la construction

Les architectes et entrepreneurs belges maîtrisent à merveille la conception et la construction de structures en terre cuite isolées.





Les avantages des matériaux en terre cuite pour un bâtiment nZEB durable

Outre le choix du mode de construction, construction massive au lieu d'une construction légère, le choix des matériaux déterminera également le caractère durable du projet. Les matériaux doivent présenter une longue durée de vie. Cela limitera l'entretien et les coûts de remplacement au cours de cette durée de vie.

Il faut stimuler l'utilisation de matériaux renfermant moins de matières premières brutes.

A côté de cela, arrêter le choix des matériaux en cherchant des fournisseurs et des produits établis ou disponibles à proximité du chantier ou qui transportent leurs produits par voies navigables constitue une attitude importante. Moins il y aura de transport, mieux ce sera pour l'environnement et la société.

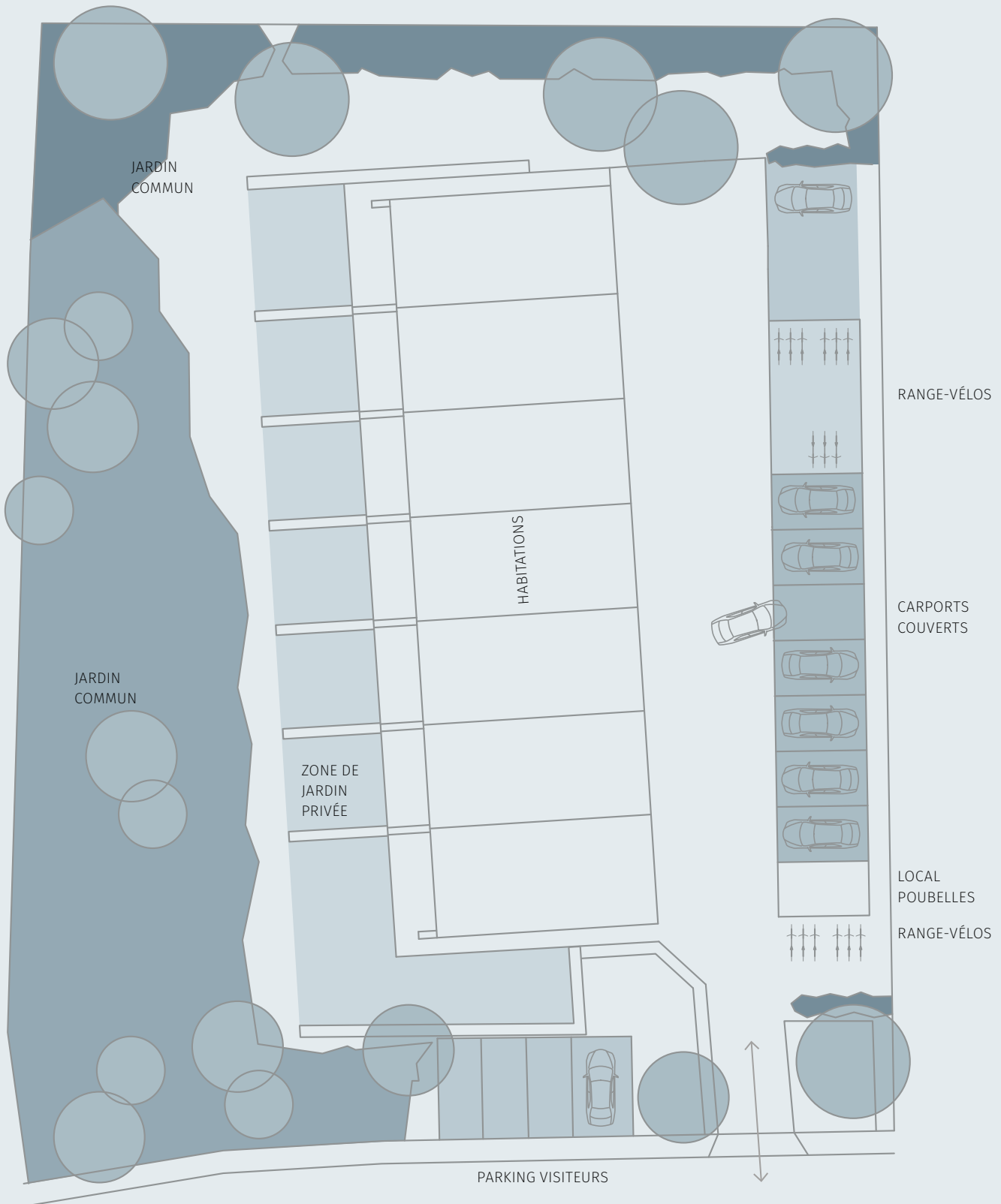
Les produits en terre cuite signés Wienerberger s'inscrivent parfaitement dans la conception de bâtiments nZEB durables.

2.5.6. LE PROJET PILOTE DE WIENERBERGER: LE QUARTIER DURABLE

Avec 'Le Quartier Durable', Wienerberger a lancé un projet pilote remarquable: un quartier totalement conçu d'un point de vue durable, et ce au niveau tant écologique qu'économique et social. Soutenu par une vision tournée vers l'avenir, mais respectueuse de la tradition belge de la construction. Pour l'aménagement de ce quartier, les architectes aspiraient à un habitat écologique et écoénergétique, et ce via l'utilisation d'un maximum de matériaux et solutions durables. A côté de cela, ils aspiraient également à un voisinage responsable. Ce projet unique et innovant crée dès lors la norme pour l'habitat durable de demain.

Le Quartier Durable a été érigé à Waregem, au sein d'une zone résidentielle existante. Sur la parcelle d'une ancienne villa entourée d'un grand jardin ont été construits sept logements mitoyens, tous dotés de leur propre jardin privé et reliés à un grand jardin collectif.

Nous vous montrons ci-après comment les huit piliers de la durabilité ont été concrétisés au sein de ce projet.

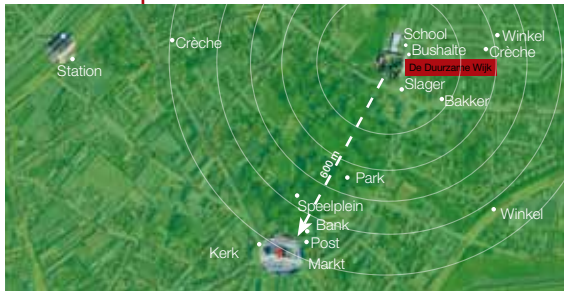


La zone boisée existante et le sous-bois intéressant ont été presque intégralement conservés.

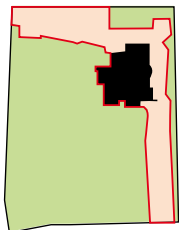


Implantation réfléchie

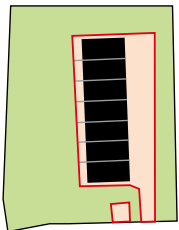
- Projet de densification
- A proximité des infrastructures utiles



- Surface revêtue limitée:
 - Superficie totale du terrain: 2940 m²
 - Superficie revêtue initiale 29% contre 33% maintenant



Avant: 29% de superficie revêtue



Après: 33% de superficie revêtue

- Jardins orientés au sud



Mobilité durable

- A proximité des transports publics



- Infrastructures pour télétravail
- Vaste range-vélos



Souci de la biodiversité

- Situation existante: 84 espèces
- Nouvelle situation: 142 espèces
- 67% d'espace vert sur le site



Avant: 84 espèces



Après: 142 espèces

- Conservation de la zone verte



Confort de vie durable

- Confort intérieur moderne et esthétique
- Confort thermique: massif, donc thermiquement inerte
- Architecture: la rythmique des pans de façade et des auvents limite le risque de surchauffe
- Confort acoustique abordable et accru entre les habitations
- Air intérieur sain grâce à l'enveloppe respirante
- Accessible à tous
- Habitat pour la vie



Construction écoénergétique

- Conception intelligente
 - Compacte
 - Étanche à l'air: n50 max 1,5 vol/h
 - Enveloppe extérieure Basse Energie+
 - Faible niveau K
 - Faible niveau E
 - Mur creux massif avec isolation poussée
- Utilisation à 100% d'énergie renouvelable pour le chauffage de l'espace, l'eau chaude sanitaire et l'énergie d'appoint

- Panneaux photovoltaïques KoraSun
- 3,8 kWp (21 panneaux/habitation)
- Production annuelle estimée pour une habitation d'angle: 3306 kWh/j
- Techniques:
 - Chaudière gaz à condensation 12kW
 - Ventilation de type D avec récupération de la chaleur - $\eta = 85\%$
 - Chauffage par le sol dans le living et la cuisine
 - Sèche-serviette avec thermostat dans la salle de bains



Utilisation responsable de l'eau

- Neutre en eau de pluie
 - Toiture en pente permettant de récolter jusqu'à 95% de l'eau
 - Citerne à eau de pluie de 5000 l par habitation avec trop-plein vers un nouveau fossé d'infiltration



- Pavés en terre cuite perméables à l'eau



- Limitation de la consommation d'eau potable
 - Appareils économiseurs d'eau: -38%
 - Récupération supplémentaire de l'eau de pluie: -73%
 - Économies estimées pour un ménage de 4 personnes: 400 € par an



Matériaux low-impact

- Structure massive à longue durée de vie
- Matériaux nécessitant un entretien limité
- Transport minimal
- Matériaux écolabellisés



Bloc pour murs intérieurs Porotherm PLS 500



Brique de parement Terca Eco-brick Linnaeus



Tuile en terre cuite Koramic Bellus ardoise céramique



Pavé en terre cuite Wienerberger



Optimisation des coûts

- Construire durable, c'est construire avec des surcoûts limités par rapport à une maison E60:
 - Basse Énergie+
 - Grande compacité avec toiture en pente
 - Maisons couplées

- Coûts opérationnels moins élevés:
 - Construction massive avec matériaux céramiques à longue durée de vie
 - Enveloppe bien isolée
 - Entretien minimal de l'espace extérieur commun
 - Limitation de la consommation d'eau potable

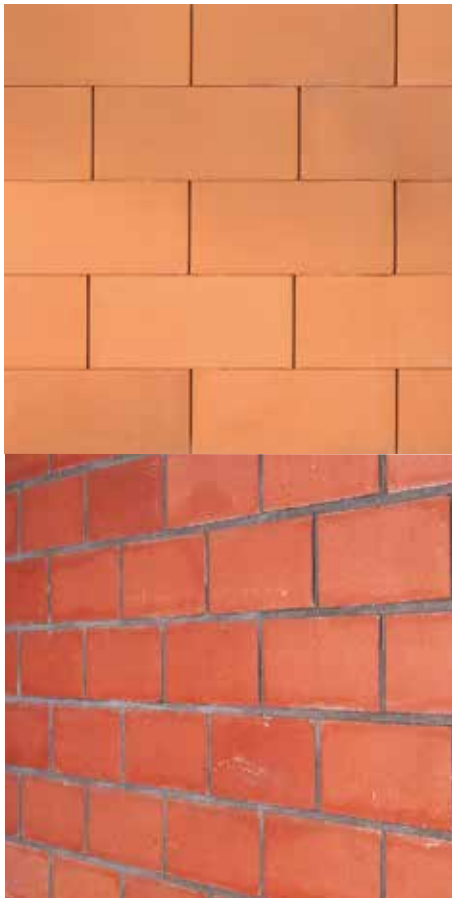
- Utilisation optimale en termes de coûts des énergies renouvelables
- Limitation de la part de terrain par habitation
- Coûts de construction hors TVA:
 - Habitation d'angle: 1209 euros/m²
 - Habitation mitoyenne: 1090 euros/m²

Pour tout complément d'information, consultez la brochure consacrée au Quartier Durable ou surfez sur www.lequartier-durable.be/fr



Technique de construction

3



PROPRIÉTÉS PHYSIQUES ET MÉCANIQUES DES BLOCS ET MAÇONNERIES POUR MURS INTÉRIEURS

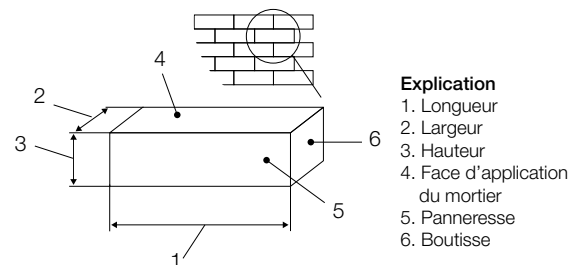
Les briques et maçonneries doivent se conformer à toute une série de propriétés. Plusieurs d'entre elles valent pour tous les matériaux de construction, d'autres s'appliquent plus spécifiquement aux blocs pour murs intérieurs. Dans ce chapitre, nous parcourons chacune de ces propriétés et approfondirons les définitions, grandeurs et formules les plus importantes.

3.1. FORMATS ET TOLÉRANCES

DIMENSIONS ET SURFACES DES BRIQUES

Selon la norme produit NBN EN 771-1 "Spécifications pour éléments de maçonnerie - Partie 1: Briques de terre cuite", une brique est caractérisée par trois surfaces: les faces de pose, la panneresse et la boutisse. La face de pose supérieure est également

appelée face d'application du mortier. Ces définitions sont toujours utilisées quand on veut désigner une face d'une brique. Sur ses fiches techniques, Wienerberger indique les formats de ses blocs pour murs intérieurs en mm et mentionne toujours les dimensions dans l'ordre suivant: Longueur x largeur x Hauteur. On fait ici une distinction entre les dimensions nominales ou commerciales et les dimensions de fabrication.



Explication
 1. Longueur
 2. Largeur
 3. Hauteur
 4. Face d'application du mortier
 5. Panneresse
 6. Boutisse

Remarque: Ces données portent sur l'application d'usage d'éléments de maçonnerie dans le mur.

DIMENSIONS NOMINALES OU COMMERCIALES

Il s'agit des dimensions utilisées dans le commerce pour désigner un format de brique.

Exemple: Porothersm Thermobrick: 290 x 140 x 190

Pour éviter des malentendus, Wienerberger préfère cependant utiliser les dimensions de fabrication.

LES DIMENSIONS DE FABRICATION: UNE CONSÉQUENCE DU SYSTÈME MODULAIRE

Les dimensions normalisées des briques reposent sur un système modulaire basé sur 10 cm. Cela signifie que chaque dimension de la brique majorée de deux demi-épaisseurs de joints est égale à 100 ± 50 mm ou à un multiple de cette valeur. On utilise ici les appellations dimension modulaire, dimension technique de coordination ou dimension normalisée. La détermination des dimensions nominales relatives au système modulaire était jadis fondée sur un joint vertical de 10 mm. La pratique a toutefois démontré que cette épaisseur posait des problèmes et qu'un joint de 12 mm était plus facile à réaliser. Les dimensions de fabrication pour la production ont dès lors été adaptées à cette épaisseur de joint usuelle et présentent une valeur légèrement inférieure aux dimensions nominales.

Exemple: Porothersm Thermobrick: 288 x 138 x 188

Avec Porotherm Rendement Plus et les blocs à coller Porotherm, la largeur des joints verticaux est réduite au minimum absolu, ce qui explique pourquoi les dimensions de fabrication diffèrent de celles des blocs pour murs intérieurs pour maçonnerie traditionnelle. Les blocs à coller sont encore parfaitement rectifiés après la cuisson, de telle sorte que leur hauteur diffère de celle des blocs Porotherm destinés à la maçonnerie traditionnelle.

Exemple: Porotherm PLS *Lambda*: dimensions de fabrication 500 x 138 x 184

la largeur des joints verticaux détermine les dimensions de fabrication

Selon la norme EN 771-1, ce sont les dimensions de fabrication qui sont déclarées par le fabricant.

NORME

La norme EN 772-16 "Méthodes d'essai des éléments de maçonnerie - Partie 16: Détermination des dimensions" définit la méthode pour mesurer les dimensions des briques.

VALEURS LIMITES DES DIMENSIONS DE FABRICATION

Sur les dimensions de fabrication est autorisée une certaine tolérance. Les valeurs limites sont déterminées par le matériau et le processus de production. Les catégories prédéfinies sont décrites dans la norme produit EN 771-1.

On distingue deux notions autonomes: la tolérance dimensionnelle et la dispersion dimensionnelle. La tolérance dimensionnelle concerne l'écart maximal d'une dimension moyenne par rapport à la dimension de fabrication déclarée. La dispersion dimensionnelle concerne l'écart maximal entre la plus grande et la plus petite valeur mesurée au sein d'un lot de briques.

tolérance dimensionnelle et dispersion dimensionnelle

TOLÉRANCE DIMENSIONNELLE

Tant la longueur et la largeur que la hauteur déterminent la différence entre la valeur déclarée et la valeur moyenne, obtenue par mesurages sur des échantillons, et permettent de définir à quelle classe de tolérance déclarée appartient le bloc pour murs intérieurs.

On distingue cinq classes de tolérance. T1 et T2 sont définies dans la norme. Chaque fabricant peut cependant aussi déclarer lui-même des écarts (classe Tm), qui se situent en-dehors des classes T1 et T2. Les classes T1+ et T2+ sont spécifiquement définies pour les blocs pour murs intérieurs, destinés à une utilisation en maçonnerie et érigés au moyen de mortier-colle avec une épaisseur de joint comprise entre 0,5 et 3,0 mm. Les tolérances concernant la hauteur seront dans ce cas plus limitées.

5 classes de tolérance

T1 = $\max(\pm 0,40 \sqrt{\text{dimension de fabrication mm}}; 3 \text{ mm})$

T1+ = $\max(\pm 0,40 \sqrt{\text{dimension de fabrication mm}}; 3 \text{ mm})$ pour la longueur et la largeur
 $\max(\pm 0,05 \sqrt{\text{dimension de fabrication mm}}; 1 \text{ mm})$ pour la hauteur

T2 = $\max(\pm 0,25 \sqrt{\text{dimension de fabrication mm}}; 2 \text{ mm})$

T2+ = $\max(\pm 0,25 \sqrt{\text{dimension de fabrication mm}}; 2 \text{ mm})$ pour la longueur et la largeur
 $\max(\pm 0,05 \sqrt{\text{dimension de fabrication mm}}; 1 \text{ mm})$ pour la hauteur

Exemple: Porotherm Thermobrick en format 288 x 138 x 188

pour maçonnerie intérieure traditionnelle: T1 = $\pm 7 \times 5 \times 5$ (en mm)

Porotherm PLS *Lambda* en format 500 x 138 x 184

pour maçonnerie intérieure collée: T1+ = $\pm 9 \times 5 \times 1$ (en mm)



DISPERSION DIMENSIONNELLE

Tous les blocs d'un lot défini doivent, dans des conditions optimales, avoir le même format. Les éventuels petits écarts (entre la plus grande et la plus petite brique d'un lot) ne peuvent dépasser certaines valeurs.

On distingue cinq classes. R1 et R2 sont définies dans la norme. Chaque fabricant peut cependant aussi déclarer lui-même des écarts (classe Rm), qui se situent en-dehors des classes R1 et R2. Les classes R1+ et R2+ sont spécifiquement définies pour les blocs pour murs intérieurs, destinés à une utilisation en maçonnerie et érigés au moyen de mortier-colle avec une épaisseur de joint comprise entre 0,5 et 3,0 mm. La dispersion dimensionnelle pour la hauteur sera dans ce cas plus limitée.

$$R1 = 0,6 \sqrt{\text{dimension de fabrication mm}}$$

$$R1+ = 0,6 \sqrt{\text{dimension de fabrication mm}} \text{ pour la longueur et la largeur} \\ 1 \text{ mm pour la hauteur}$$

$$R2 = 0,3 \sqrt{\text{dimension de fabrication mm}}$$

$$R2+ = 0,3 \sqrt{\text{dimension de fabrication mm}} \text{ pour la longueur et la largeur} \\ 1 \text{ mm pour la hauteur}$$

Exemple: Porothem Thermobrick en format 288 x 138 x 188

pour maçonnerie intérieure traditionnelle: T1 = ± 7 x 5 x 5 (en mm)

Porothem PLS *Lambda* en format 500 x 138 x 184

pour maçonnerie intérieure collée: T1+ = ± 9 x 5 x 1 (en mm)

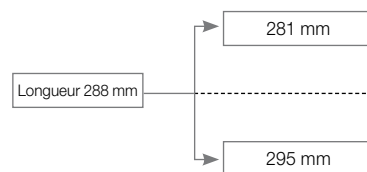
cahier des charges

Dans son cahier des charges, le concepteur mentionnera les classes de tolérance et de dispersion dimensionnelle. Tous les blocs pour murs intérieurs Porothem (PLS) appartiennent aux classes T1+ et R1+. Tous les autres blocs pour murs intérieurs Porothem appartiennent aux classes T1 et R1.

En raison de la certification Benor et du contrôle interne permanent sur la gamme Porothem, Wienerberger garantit la stabilité dimensionnelle de tous les blocs livrés sur vos chantiers.

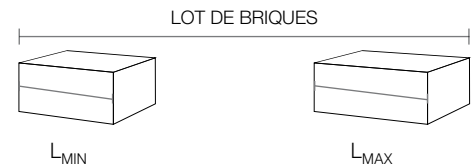
Exemple de tolérance et dispersion dimensionnelle pour la longueur d'un bloc Porothem Thermobrick aux dimensions de fabrication (288 x 138 x 188), de classe T1 et R1.

Tolérance dimensionnelle pour la longueur



$$T1 = \pm 7$$

Dispersion dimensionnelle pour la longueur



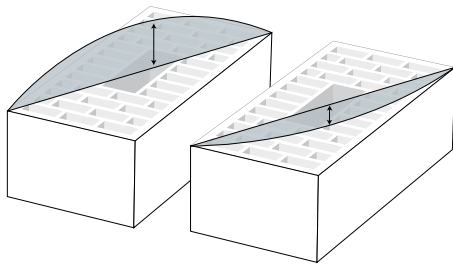
$$L_{MAX} - L_{MIN} \leq R1$$

Thermobrick:
Exemple: $L_{MIN} = 283 \text{ mm}$
 $L_{MAX} = 289 \text{ mm}$ } $L_{MAX} - L_{MIN} = 6 \text{ mm} \leq 10 \text{ mm}$

Résultat= OK

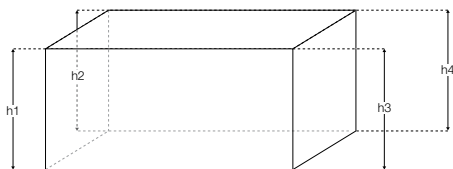
PLANÉITÉ ET PARALLÉLISME DES FACES DE POSE

Les blocs à coller Porotherm (PLS) sont appliqués en maçonnerie avec des joints collés d'environ 1 mm. C'est pourquoi les faces de pose de ces blocs à coller Porotherm sont rectifiées. L'écart maximum au niveau de la planéité des blocs à coller Porotherm est de 1 mm.



Max 1% de la longueur de la diagonale de la face de pose
- avec un maximum de 2 mm pour la maçonnerie à joints collés entre 0,5 et 3 mm
- avec un maximum de 1 mm pour les briques de précision avec faces de pose rectifiées

L'écart maximal au niveau du parallélisme des faces de pose des blocs à coller est également de maximum 1 mm.



$H_{\max} = \max(h1, h2, h3, h4)$
 $H_{\min} = \min(h1, h2, h3, h4)$ et
 $H_{\max} - H_{\min} \leq 1 \text{ mm}$



QUE FAUT-IL RETENIR?

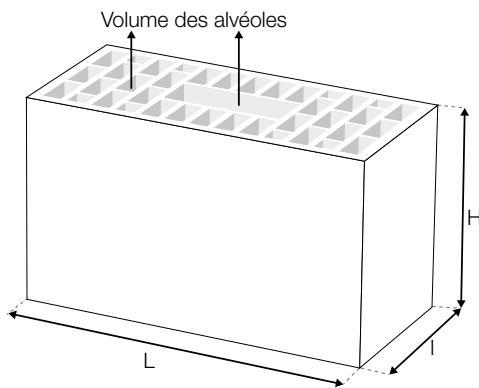
- Les blocs pour murs intérieurs Porotherm présentent les formats idéaux, également pour les travaux de rénovation.
- Formats Porotherm: L x l x H, en mm.
- Distinction des dimensions nominales ou commerciales par rapport aux dimensions de fabrication. Les dimensions de fabrication sont déclarées et seront de préférence utilisées.
- Pour Porotherm Rendement Plus et les blocs à coller Porotherm, les dimensions de fabrication diffèrent de celles des blocs pour maçonnerie traditionnelle, en raison de l'absence de joints verticaux à maçonner.
- Tous les blocs à coller Porotherm appartiennent aux classes T1+ et R1+. Wienerberger garantit que tous les autres blocs pour murs intérieurs Porotherm appartiennent aux classes T1 et R1.



3.2. MASSE VOLUMIQUE

La masse volumique du bloc pour murs intérieurs joue un rôle dans les calculs de stabilité, les calculs acoustiques, la résistance au feu et l'isolation thermique de la maçonnerie.

La norme EN 772-13 définit les notions de 'masse volumique brute sèche' et 'masse volumique nette sèche'.



Masse volumique brute sèche = masse sèche / volume brut [kg/m³]

Volume brut = L x l x H [m³]

Masse volumique nette sèche = masse sèche / volume net [kg/m³]

Volume net = volume brut – volume des perforations, non-destinées à être remplies de mortier.

La masse volumique nette sèche joue un rôle dans la détermination de la conductivité thermique du bloc pour murs intérieurs.

Vu que Wienerberger déclare la valeur lambda des blocs pour murs intérieurs Porotherm, la masse volumique nette sèche ne doit pas être mentionnée. Néanmoins, Wienerberger déclare cette valeur sur la DoP.

La masse volumique brute sèche, par contre, doit être déclarée étant donné qu'en Belgique la norme NBN S01-400 pose des exigences acoustiques.

Pour découvrir les solutions que propose Wienerberger en matière d'isolation acoustique, nous vous renvoyons au chapitre 3.6. La masse surfacique du mur joue ici un rôle. Cette masse surfacique est simplement dérivée de la masse volumique brute sèche en multipliant celle-ci par l'épaisseur du mur. Wienerberger mentionne la masse volumique brute sèche sur la fiche technique, la DoP et l'étiquette.

classe de tolérance

Pour les blocs pour murs intérieurs Porotherm, la classe de tolérance D1 est d'application sur la masse volumique sèche. Cela signifie que la moyenne obtenue pour la masse volumique sèche d'un échantillon composé de plusieurs blocs, sélectionnés dans un lot suivant l'annexe A de la norme EN 771-1, ne peut pas s'écarter de plus de 10% de la valeur déclarée.

QUE FAUT-IL RETENIR?

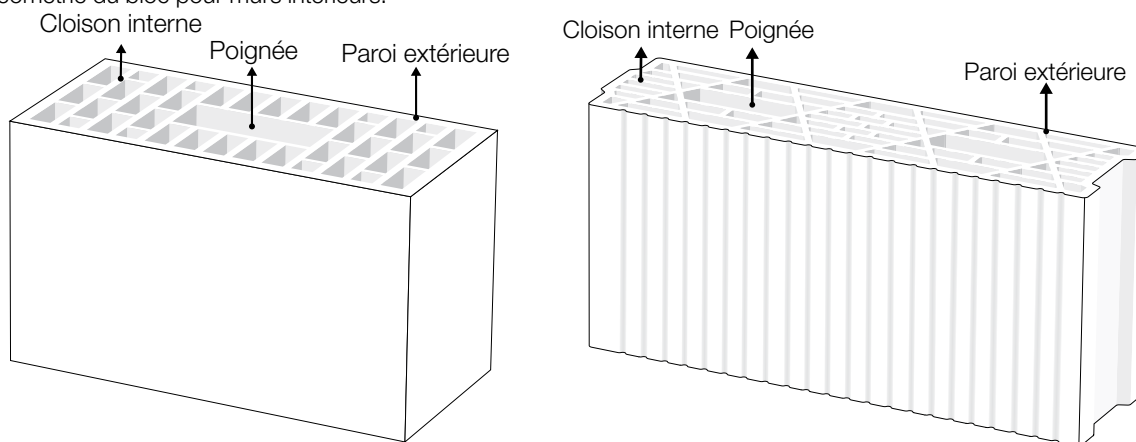
- Pour les blocs pour murs intérieurs, la masse volumique joue un rôle important pour les calculs de stabilité, l'acoustique, la résistance au feu et l'isolation thermique.

3.3. GÉOMÉTRIE ET CARACTÉRISTIQUES VISUELLES

CARACTÉRISTIQUES GÉOMÉTRIQUES GÉNÉRALES

La géométrie des blocs pour murs intérieurs revêt de l'importance pour calculer la résistance à la compression caractéristique de la maçonnerie suivant les règles de l'EC6 ainsi que pour déterminer les performances du système, comme la perméabilité à l'air et la résistance thermique.

Notamment le type de perforations, la présence ou non de tenons et mortaises, l'épaisseur de l'enveloppe, les cloisons internes et les dimensions des poignées déterminent la géométrie du bloc pour murs intérieurs.



Sur base de ces données, les blocs pour murs intérieurs sont répartis en quatre groupes suivant la norme NBN EN 1996-1-1 (Eurocode 6).

4 groupes

Classement en groupes suivant la norme NBN EN 1996-1-1 (Eurocode 6)

	Groupe 1	Groupe 2	Groupe 3	Groupe 4
Volume total des alvéoles	≤ 25%	> 25% ≤ 55%	> 25% ≤ 70%	> 25% ≤ 70%
Volume de chaque alvéole	≤ 12,5%	Chaque alvéole ≤ 2% Poignées jusqu'à un total de maximum 12,5%	Chaque alvéole ≤ 2% Poignées jusqu'à un total de maximum 12,5%	Chaque alvéole ≤ 30%
Épaisseur des cloisons et parois	Pas d'exigence	Cloisons internes ≥ 5 mm Parois extérieures ≥ 8 mm	Cloisons internes ≥ 3 mm Parois extérieures ≥ 6 mm	Cloisons internes ≥ 5 mm Parois extérieures ≥ 6 mm
Épaisseur combinée		≥ 16	≥ 12	≥ 12

Avec pour le groupe 2:

- la moyenne des cloisons internes d'un bloc doit être ≥ 5 mm et chaque résultat de mesure individuel ≥ 4 mm
- la moyenne des parois extérieures d'un bloc doit être ≥ 8 mm et chaque résultat de mesure individuel ≥ 7 mm

et pour le groupe 3:

- la moyenne des cloisons internes d'un bloc doit être ≥ 3 mm et chaque résultat de mesure individuel ≥ 2 mm
- la moyenne des parois extérieures d'un bloc doit être ≥ 6 mm et chaque résultat de mesure individuel ≥ 5 mm

et pour le groupe 4:

- la moyenne des cloisons internes d'un bloc doit être ≥ 5 mm et chaque résultat de mesure individuel ≥ 4 mm
- la moyenne des parois extérieures d'un bloc doit être ≥ 6 mm et chaque résultat de mesure individuel ≥ 5 mm

le groupe détermine f_{mean}



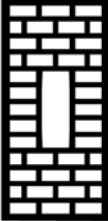

Deux blocs céramiques perforés pour murs intérieurs présentant la même résistance à la compression moyenne déclarée f_{mean} , entraîneront une résistance à la compression caractéristique différente de la maçonnerie lorsque les deux blocs appartiennent à un groupe différent, même si l'on utilise un mortier identique.

Les blocs appartenant au groupe 2 se traduiront dans ce cas par une résistance à la compression caractéristique plus élevée de la maçonnerie que les blocs appartenant au groupe 3.

Porotherm = groupe 2

Tous les blocs pour murs intérieurs Porotherm appartiennent au groupe 2.

Vous retrouverez l'indication du groupe sur les étiquettes, sur la DoP et sur la fiche technique.

Wienerberger NV Kapel ter Bede 121 8500 Kortrijk			
POROTHERM THERMOBRICK 29/14/19			
Ref. No.: 12592070		DoP No.: CE - 703011801W1262 - CE	
 13 EN 771-1:2011+A1:2015 NB No.: 0749			 ce.wienerberger.com
CL P I 10 850(D1) 288x138x188 A L0.230 N1750(D1) W18 I1.5-4			
intended use: in walls, columns and partitions for protected masonry			
Toepassing: P		Categorie: I	
Lengte (mm): 288		Druksterkte (N/mm ²): 10 NPD	
Breedte (mm): 138		Hechtsterkte (N/mm ²): NPD	
Hoogte (mm): 188		Thermische geleiding $\lambda_{10, dry, unit}$ (W/m K): 0.23	
Tolerantie: T1		Dampdoorlatendheid μ : 5/10	
Maatspreiding: R1		Vorst/dooi-weerstand: F0	
Planparalleliteit (mm): NPD		Wateropneming (%): 18	
Vlakheid (mm): NPD		Gehalte actieve oplosbare zouten: S0	
EC6 - Metselbaksteengroep: 2		Vochtexpansie (mm/m): NPD	
Bruto droge vol. massa (kg/m ³): 850		Brandreactie: A1	
Tolerantie: D1		Gevaarlijke stoffen: NPD	
Aantal - Nombre 168		Verpakkdatum / Date d'emballage 30/03/2017	
Batch: Zie steen - Voir brique			
Brutogewicht - Poids brut ± 1.12 t		Fabricage maten - Dimensions de fabricage 288 x 138 x 188 mm	
Bruto droge volumieke massa Masse volumique 850 kg/m³		Gedeclareerd gemiddelde druksterkte Résistance à la compression moyenne déclarée ≥ 10 N/mm²	
(BENOR)			
Baksteen voor niet decoratief metselwerk - Brique pour maçonnerie non décorative			
Vorstbestandheid (klasse) Résistance au gel (classe)		NBN B 27 - 009	
PTV 23-003 BB/202/0676/042-00-P/34		niet gecertificeerd non certifiée	
IW klasse - classe		IW3	

CARACTÉRISTIQUES VISUELLES

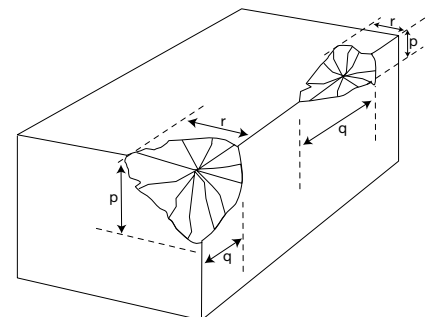
Les caractéristiques visuelles mentionnées dans les spécifications techniques STS 22 et les prescriptions techniques PTV 23-003 concernent uniquement les imperfections admises lors de la livraison de blocs pour murs intérieurs et pas leurs propriétés esthétiques telles que couleur, nuances, texture superficielle... ainsi que les écarts admissibles par rapport à celles-ci. On fait ici une distinction entre dégâts et défauts.

imperfections admises

Est considéré comme dégât pour les maçonneries non-apparentes:

- Tout bloc cassé
- Tout bloc dont le coin ou bord endommagé représente un volume supérieur à 20 cm³.
Le volume de chaque coin ou bord endommagé sera calculé par le produit $p \times q \times r$.

Les PTV affirment que, lors d'un échantillonnage en usine de 100 blocs, au moins 90 d'entre eux présentent une panneresse et une boutisse sans dégâts. Les nouvelles STS affirment comme règle générale qu'au moins 95% des blocs présentent une panneresse et une boutisse sans dégâts.



Est considéré comme défaut pour les maçonneries non-apparentes:

- La présence d'inclusions dont l'expansion peut provoquer un écaillage de la face visible du bloc.
- Selon les STS: la présence sur les deux boutisses ou une panneresse d'une ou plusieurs fissures d'une longueur supérieure au tiers de la hauteur du bloc et d'une largeur supérieure à 0,2 mm.
- Selon les PTV: la présence sur la boutisse ou panneresse d'une ou plusieurs fissures d'une longueur supérieure au tiers de la hauteur du bloc et d'une largeur supérieure à 0,2 mm.

Selon les STS, le nombre de blocs présentant des défauts ne peut pas dépasser 10%. Selon les PTV, lors d'un échantillonnage de 100 blocs, au moins 90 d'entre eux ne présenteront pas de défauts sur une panneresse et une boutisse.

Les écailllements, dont le diamètre ou la plus grande dimension ne dépasse pas 20 mm, ne seront pas considérés comme des défauts.

QUE FAUT-IL RETENIR?

- Les caractéristiques géométriques globales déterminent le groupe auquel appartient le bloc pour murs intérieurs.
- Attention lorsque vous comparez différents blocs céramiques pour murs intérieurs: non seulement la résistance à la compression moyenne déclarée f_{mean} revêt de l'importance pour déterminer la résistance à la compression caractéristique de la maçonnerie, mais aussi le groupe de blocs de maçonnerie.
- Tous les blocs pour murs intérieurs PoroTherm appartiennent au groupe 2.
- Les caractéristiques visuelles portent purement sur les dégâts et défauts admis lors de la livraison d'un lot de blocs pour murs intérieurs.



3.4. RÉSISTANCE À LA COMPRESSION ET CAPACITÉ PORTANTE

3.4.1. RÉSISTANCE À LA COMPRESSION

La résistance à la compression, parfois également appelée résistance à la rupture, désigne la force requise par millimètre carré pour briser le matériau.

La résistance à la compression se mesure sur la surface (brute) réelle ($= L \times l$), indépendamment du pourcentage d'alvéoles, et s'exprime en Newton par millimètre carré: N/mm^2 .

définition de la résistance à la compression

unité N/mm^2

LES NORMES ET VALEURS CORRECTES POUR CALCULER LA RÉSISTANCE À LA COMPRESSION 3 NOTIONS – 2 VALEURS – 1 BLOC

Pour calculer et exprimer la résistance à la compression des blocs pour murs intérieurs, trois notions se chevauchent, entraînant ainsi une certaine confusion. La résistance à la compression caractéristique dans la norme belge et la résistance à la compression moyenne déclarée f_{mean} dans la norme de calcul européenne Eurocode 6 (EC6) donnent dans la pratique des valeurs presque similaires. La résistance à la compression moyenne belge SEMBLE plus élevée, mais c'est totalement dû à une approche statistique différente des mêmes résultats de mesure. De telles informations prêtent non seulement à confusion, mais s'avèrent aussi particulièrement dangereuses!

Norme de calcul belge	Résistance à la compression moyenne f_{bm}	12,5 N/mm^2
Norme de calcul européenne	Résistance à la compression caractéristique f_{ck}	10 N/mm^2
Norme de calcul européenne (EC6)	Résistance à la compression moyenne déclarée f_{mean}	10 N/mm^2

Seule la résistance à la compression caractéristique belge ou la résistance à la compression moyenne déclarée européenne peut être utilisée dans les calculs de stabilité des ouvrages de maçonnerie!

L'ancienne résistance moyenne à la compression belge NE PEUT PAS ÊTRE UTILISÉE DANS LES CALCULS DE STABILITÉ DES OUVRAGES DE MAÇONNERIE. Tenez cependant compte du fait que la norme de calcul belge NBN B24-301 était dépassée et qu'elle a été retirée. En cas de litiges ou dégâts éventuels, l'on se rabattra sur ou comparera toujours avec les calculs selon l'Eurocode 6.

En donnant encore les valeurs belges, il peut arriver que le concepteur inattentif reprenne celles-ci dans ses calculs ou ses textes pour cahiers des charges. L'utilisation de ces paramètres erronés peut entraîner de graves problèmes de stabilité a posteriori! A côté de cela, vous avez tout intérêt à appliquer nos blocs certifiés BENOR en association avec un mortier performant avec certification produit. **Car c'est précisément grâce à cette certification BENOR que vous pourrez utiliser des coefficients de sécurité plus favorables dans vos calculs!**

pourquoi choisir des matériaux certifiés BENOR?

Ne prenez donc pas le moindre risque en matière de stabilité et ne tenez désormais plus compte de la résistance à la compression moyenne trompeuse issue de la norme belge.

- Effectuez de préférence vos calculs selon l'Eurocode 6, vu que la norme de calcul belge NBN B24-301 était dépassée et a été retirée.
- La **résistance à la compression moyenne f_{bm}** selon NBN B24-301 **NE PEUT PAS** être utilisée pour les calculs de stabilité des ouvrages de maçonnerie.
- Nos blocs certifiés **Benor** garantissent des résultats considérablement plus performants pour le calcul de l'effort normal admissible des ouvrages de maçonnerie en utilisant des coefficients de sécurité plus favorables.



NBN B24-301

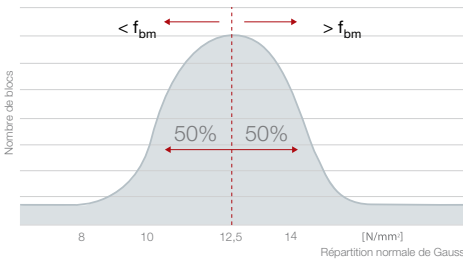
RÉSISTANCE À LA COMPRESSION MOYENNE

La résistance à la compression moyenne f_{bm} selon NBN B24-301 NE PEUT PAS ÊTRE UTILISÉE DANS LES CALCULS. Cependant, certains fabricants de matériaux de construction publient encore et toujours cette résistance à la compression moyenne belge, de telle sorte que leur produit SEMBLERA meilleur aux yeux des lecteurs inattentifs.

Exemple:

12,5 N/mm²

Porotherm Thermobrick



LA RÉSISTANCE À LA COMPRESSION MOYENNE f_{bm} SELON NBN B24-301:

La résistance à la compression (charge de rupture) est la force nécessaire par millimètre carré pour casser un matériau (comme une brique). La résistance à la compression moyenne f_{bm} équivaut à la moyenne arithmétique des résistances à la compression individuelles.

CETTE VALEUR f_{bm} NE PEUT PAS ÊTRE UTILISÉE DANS LES CALCULS DE STABILITÉ, PARCE QUE PLUSIEURS BLOCS PEUVENT PRÉSENTER UNE RÉSISTANCE À LA COMPRESSION INDIVIDUELLE INFÉRIEURE OU SUPÉRIEURE À f_{bm} . En d'autres termes, on n'aurait aucune idée de la dispersion des valeurs individuelles de la résistance à la compression si on utilisait la valeur f_{bm} dans les calculs. Les grandes différences individuelles par rapport à la résistance à la compression moyenne ne sont pas tolérées parce qu'elles entraînent un ouvrage de maçonnerie pouvant comporter des points faibles.



NBN B24-301

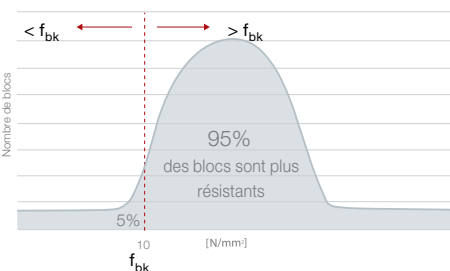
RÉSISTANCE À LA COMPRESSION CARACTÉRISTIQUE

La résistance à la compression caractéristique f_{bk} selon NBN B24-301 a été totalement remplacée par la résistance à la compression moyenne déclarée selon EN 771-1. Néanmoins, un mur de maçonnerie peut encore et toujours être calculé sur base de la norme de calcul belge dépassée et retirée bien que les briquetiers ne soient plus obligés de déclarer la valeur f_{bk} . En cas de litiges ou dégâts éventuels, l'on se rabattra sur ou comparera toujours avec les calculs selon l'Eurocode 6.

Exemple:

10 N/mm²

Porotherm Thermobrick



LA RÉSISTANCE À LA COMPRESSION CARACTÉRISTIQUE f_{bk} SELON NBN B24-301:

Dans la norme belge, la dispersion des valeurs individuelles est maîtrisée en se basant dans les calculs sur la résistance à la compression caractéristique f_{bk} . Il s'agit de la résistance à la compression atteinte, lors des tests, dans au moins 95% des cas par un lot de blocs.

Pour un même lot de blocs, la valeur de la résistance à la compression caractéristique f_{bk} sera donc toujours inférieure à la valeur de la résistance à la compression moyenne f_{bm} , en raison de l'approche statistique différente des mêmes résultats de mesure.

EN 771-1

RÉSISTANCE À LA COMPRESSION MOYENNE DÉCLARÉE EUROPÉENNE

La résistance à la compression caractéristique f_{bk} selon NBN B24-301 s'avère pour les blocs pour murs intérieurs Wienerberger pratiquement identique à la résistance à la compression moyenne déclarée européenne f_{mean} selon EN 771-1.

Exemple:

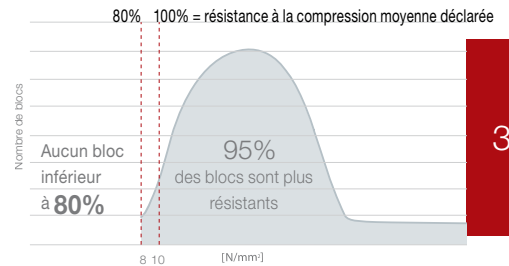
10 N/mm²

Porotherm Thermobrick



LA RÉSISTANCE À LA COMPRESSION MOYENNE DÉCLARÉE f_{mean} SELON EN 771-1:

La norme produit européenne EN 771-1 fait une distinction entre les blocs de maçonnerie de catégorie I et de catégorie II. Wienerberger a opté pour la catégorie I qui garantit la meilleure qualité. Pour les blocs de catégorie I, le lot de blocs lors de la livraison (mesures effectuées sur un échantillon de six briques) doit atteindre la valeur moyenne de la résistance à la compression avec une certitude de 95%. De plus, aucun bloc de l'échantillon testé ne peut présenter une résistance à la compression individuelle qui soit inférieure à 80% de cette valeur et le coefficient de variation ne peut dépasser 25. Les limitations dans la norme européenne visent à maîtriser la dispersion des valeurs individuelles. Les petites différences individuelles par rapport à la valeur moyenne indiquent une qualité régulière (donc excellente) du bloc qui, à son tour, garantira des ouvrages de maçonnerie homogènes.



LES VALEURS DE WIENERBERGER:

Norme de calcul	Résistance à la compression	Thermobrick Rendement Plus (500)				Applicable pour les calculs en maçonnerie
		N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	
Norme de calcul belge (retirée)	Résistance à la compression moyenne f_{bm}	12,5	17,5	25	30	✗
Norme de calcul belge (retirée)	Résistance à la compression caractéristique f_{bk}	10	15	20	25	✓
Norme de calcul européenne EC6	Résistance à la compression moyenne déclarée f_{mean}	10	15	20	25	✓



3.4.2. CAPACITÉ PORTANTE

Quelle influence la résistance à la compression du bloc exerce-t-elle sur la capacité portante des ouvrages de maçonnerie? Y a-t-il une différence suivant que vous travaillez avec des blocs certifiés ou non-certifiés Benor?

Pour répondre à ces questions, passons d'abord brièvement en revue les facteurs qui influencent le calcul de la capacité portante des ouvrages de maçonnerie selon l'Eurocode 6 (NBN EN 1996-1-1) et son annexe belge.

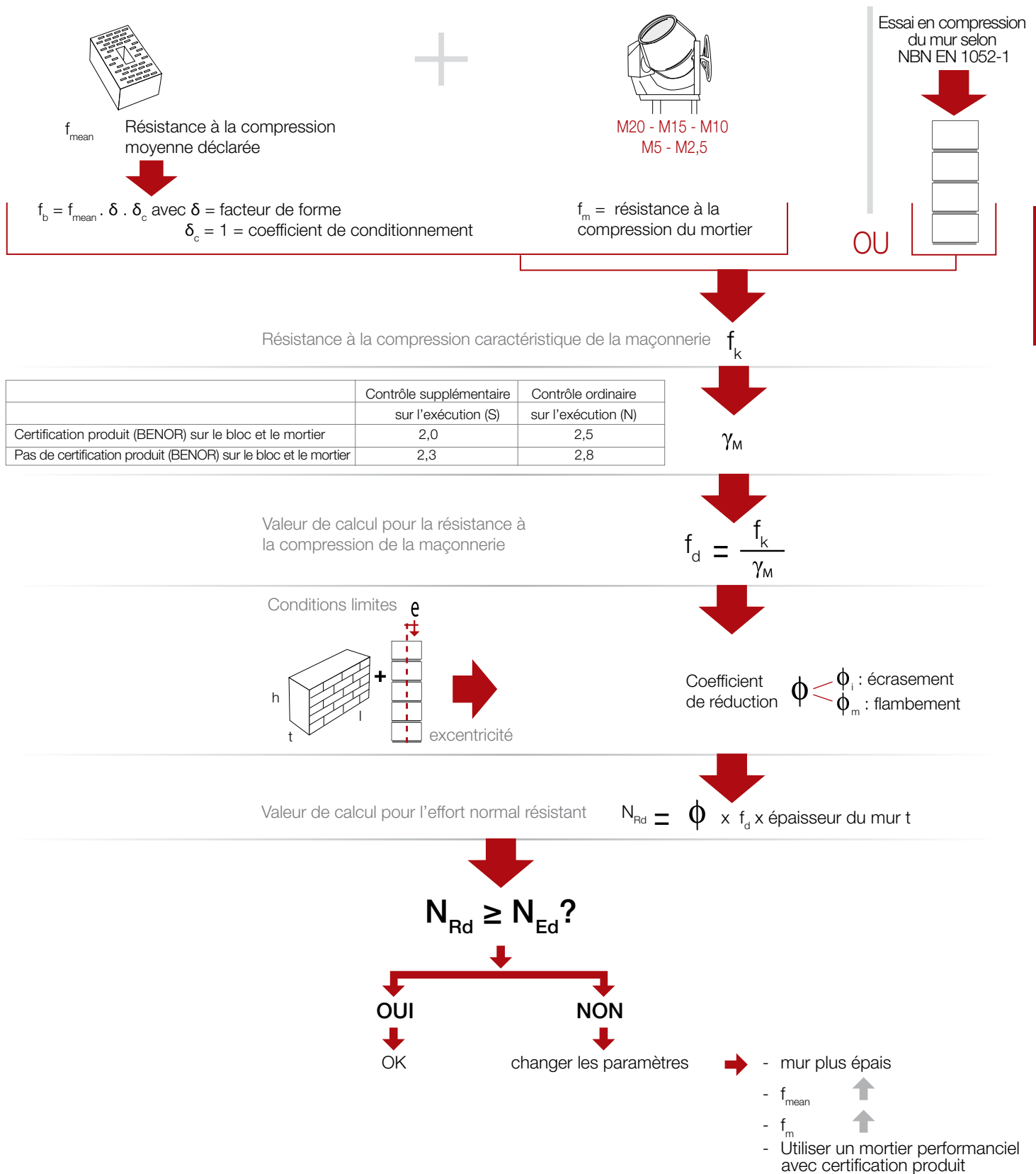
L'Eurocode 6 s'applique uniquement aux ouvrages de maçonnerie utilisant des éléments de maçonnerie ressortant de la norme européenne EN 771-1 et mis en œuvre avec du mortier (-colle) conforme à la norme européenne EN 998-2. L'Eurocode 6 est d'application pour le calcul de la capacité portante des maçonneries traditionnelles en blocs pour murs intérieurs Porotherm et des maçonneries érigées avec Porotherm Système-Collage. La résistance à la compression des maçonneries érigées avec Porotherm *Dryfix* est renseignée dans l'ATG.

En cas de contraintes importantes, les calculs seront effectués par l'ingénieur responsable de la stabilité. Wienerberger met à disposition un outil en ligne à cet effet. Nous aborderons celui-ci de façon plus approfondie dans ce chapitre.

CALCUL D'UN OUVRAGE DE MAÇONNERIE SOUS CHARGE ÉRIGÉ AVEC DES BLOCS POUR MURS INTÉRIEURS POROTHERM

Une fois les contraintes importantes soumises à l'ouvrage de construction déterminées (exemples: le poids propre, les contraintes d'utilisation, etc.), la résistance de la maçonnerie sera calculée à son état-limite ultime selon l'EC6. L'objectif du calcul consiste à vérifier si la maçonnerie pourra résister suffisamment aux contraintes importantes, en tenant compte des conditions limites et d'un degré de sécurité suffisant.

CALCUL D'UN OUVRAGE DE MAÇONNERIE SOUS CHARGE ÉRIGÉ AVEC DES BLOCS POUR MURS INTÉRIEURS POROTHERM



ÉTAPE 1: VALEUR DE CALCUL DE LA RÉSISTANCE À LA COMPRESSION DE LA MAÇONNERIE f_d

Que dit l'Eurocode?

Comme première étape, il convient de déterminer la résistance à la compression caractéristique f_k de la maçonnerie (cf. illustration). La résistance à la compression différera de la résistance à la compression du bloc de maçonnerie, abordée au paragraphe précédent, parce qu'il faut tenir compte des dimensions réelles des blocs et parce que le mortier dans les joints peut exercer une grande influence sur la capacité portante du mur maçonné.

La résistance à la compression caractéristique f_k de la maçonnerie peut être déterminée en procédant à des essais sur des murs en briques complets selon NBN EN 1052-1, soit par des calculs sur base de la résistance à la compression moyenne normalisée f_b de la brique et de la résistance à la compression f_m du mortier utilisé. On abordera d'abord le calcul de la résistance à la compression caractéristique du mur f_k selon l'EC6. Ensuite sera expliquée la résistance à la compression du mur f_k , déterminée par le biais d'essais. Pour les différents types de mortier, nous vous renvoyons au chapitre 5.

Norme européenne

Classe	M 1	M 2,5	M 5	M 10	M 15	M 20
Résistance à la compression f_m [N/mm ²]	1	2,5	5	10	15	20

Pour la résistance à la compression moyenne déclarée f_{mean} des blocs pour murs intérieurs Porotherm, nous vous renvoyons aux fiches techniques sur notre site web. La résistance à la compression moyenne normalisée f_b sera dérivée de f_{mean} en multipliant cette dernière par un facteur de forme δ et un coefficient de conditionnement δ_c :

$$f_b = f_{mean} \cdot \delta \cdot \delta_c$$

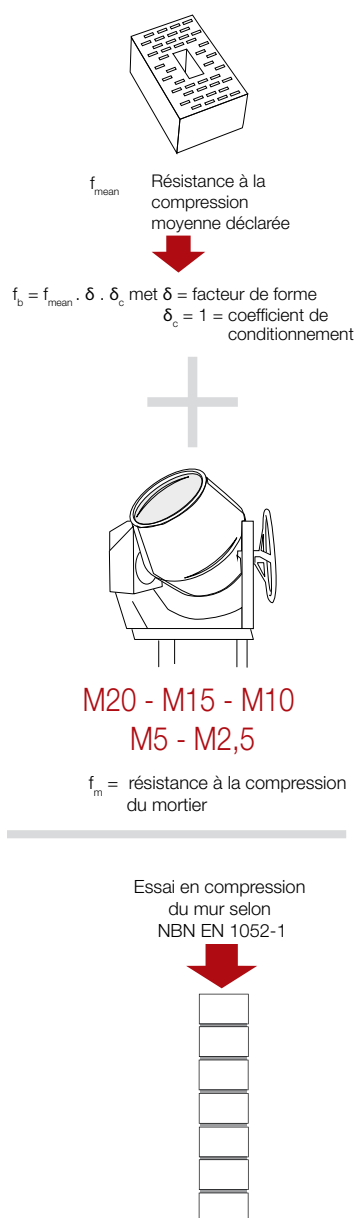
Le tableau ci-dessous indique le facteur de forme δ ; des valeurs intermédiaires pourront être obtenues par interpolation linéaire:

Hauteur [mm]	Plus petite dimension horizontale [mm]				
	50	100	150	200	≥ 250
40	0,80	0,70	-	-	-
50	0,85	0,75	0,70	-	-
65	0,95	0,85	0,75	0,70	0,65
100	1,15	1,00	0,90	0,80	0,75
150	1,30	1,20	1,10	1,00	0,95
200	1,45	1,35	1,25	1,15	1,10
≥ 250	1,55	1,45	1,35	1,25	1,15

Pour les blocs pour murs intérieurs Porotherm, le coefficient de conditionnement δ_c est toujours égal à 1.

Voici la formule globale pour calculer la résistance à la compression caractéristique de la maçonnerie:

$$f_k = K \cdot f_b^\alpha \cdot f_m^\beta \text{ [N/mm}^2\text{]}$$



OU

K est une constante qui dépend du type d'élément de maçonnerie et de son appartenance à un groupe ainsi que du type de mortier. Pour le mortier, on opère une distinction entre 'mortier d'usage courant' et 'mortier-colle'. Tous les blocs pour murs intérieurs Porotherm appartiennent au groupe 2. Dans le tableau ci-dessous, vous trouverez les valeurs de K connues en Belgique en fonction du type de mortier.

Mortier d'usage courant	$K = 0,50 \cdot (\delta)^{-0,65}$
Mortier-colle	$K = 0,50 \cdot (\delta)^{-0,80}$

Les exposants α et β dépendent uniquement du type de mortier. En Belgique sont d'application les valeurs suivantes:

Mortier d'usage courant	$\alpha = 0,65$	$\beta = 0,25$
Mortier-colle	$\alpha = 0,80$	$\beta = 0$

Pour le mortier-colle β vaut toujours 0. Cela signifie que la résistance du mortier-colle n'influence pas la résistance de la maçonnerie.

Lorsqu'on complète les valeurs de K, α et β dans la formule globale pour la résistance à la compression caractéristique, on obtient le résultat suivant:

Mortier d'usage courant	$f_k = 0,50 \cdot f_{\text{mean}}^{0,65} \cdot f_m^{0,25}$
Mortier-colle	$f_k = 0,50 \cdot f_{\text{mean}}^{0,80}$

Ces dernières formules permettent de constater que le facteur de forme en Belgique ne joue aucun rôle pour calculer la résistance à la compression caractéristique de la maçonnerie. Attention: cette formule pourra être complétée d'une manière différente dans d'autres pays d'Europe.

Les formules ci-dessous pourront être appliquées uniquement si les conditions suivantes sont remplies:

Épaisseur du joint

Mortier d'usage courant	Entre 6 et 15 mm
Mortier-colle	Entre 0,5 et 3 mm

Valeur de f_b

Mortier d'usage courant	$f_b \leq 75\text{N/mm}^2$
Mortier-colle	$f_b \leq 50\text{N/mm}^2$

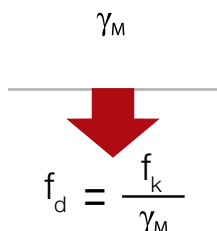
Adéquation de la résistance à la compression du bloc de maçonnerie et du mortier

Mortier d'usage courant	$f_m \leq 20\text{N/mm}^2$ et $f_m \leq 2 \cdot f_b$
Mortier allégé	$f_m \leq 10\text{N/mm}^2$

L'épaisseur de la maçonnerie est égale à la largeur ou à la longueur des éléments de maçonnerie, de telle sorte qu'aucun joint parallèle au mur n'est présent sur tout le mur ou une partie de la longueur du mur. Si tel est par contre le cas, une règle d'or veut que les résultats des formules pour calculer f_k soient multipliés par un facteur 0,8.

Il va de soi que la capacité portante de la maçonnerie augmentera suivant que la résistance à la compression moyenne déclarée f_{mean} du bloc et/ou la résistance à la compression du mortier f_m augmente.

Sur base de la résistance à la compression caractéristique f_k de la maçonnerie, on obtient la valeur de calcul f_d en divisant f_k par un coefficient de sécurité γ_M : $f_d = f_k / \gamma_M$



$$f_d = \frac{f_k}{\gamma_M}$$

La valeur de ce coefficient de sécurité à l'état-limite ultime dépend du degré de contrôle sur la production des briques et du mortier appliqué. Pour les blocs Porotherm certifiés Benor associés à un mortier performanciel avec certification produit, $\gamma_M = 2,5$. Pour les blocs pour murs intérieurs d'autres briquetiers sans certification (comme BENOR), $\gamma_M = 2,8$. Vous avez donc tout intérêt à travailler avec des blocs certifiés Benor comme les blocs pour murs intérieurs Porotherm, étant donné que la valeur de calcul pour la résistance à la compression de la maçonnerie sera 12% plus élevée qu'en utilisant des blocs sans certification produit.

Un contrôle supplémentaire sur chantier, effectué par du personnel qualifié et expérimenté indépendant de l'entreprise exécutante permettra d'encore réduire le coefficient de sécurité γ_M jusqu'à 2,0. Dans ce cas, la valeur de calcul pour la résistance à la compression de la maçonnerie sera 15% plus élevée que pour les blocs non-certifiés.

	Contrôle supplémentaire sur l'exécution (S)	Contrôle ordinaire sur l'exécution (N)
Bloc Benor et mortier performanciel certifié	2,0	2,5
Bloc non-Benor ou mortier performanciel non-certifié	2,3	2,8

Valeurs pour γ_M en fonction de la certification du produit et du contrôle supplémentaire sur l'exécution

Exemple: la résistance à la compression caractéristique du mur f_k d'un bloc Thermobrick 15 en format 288 x 188 x 188 mm, mis en œuvre avec un mortier M15, s'élève à 5,72 N/mm²

La valeur de calcul f_d peut être calculée après avoir pris connaissance du contrôle sur chantier ainsi que du type de mortier. Si l'on opte par exemple pour la classe d'exécution particulière S et un mortier présentant un niveau d'attestation supérieur, la valeur de calcul f_d équivaldra à 2,86 N/mm².

Si l'on opte pour tout mortier, la valeur de calcul chutera à 2,49 N/mm², soit une baisse de 13%.

En cas de contrôle normal sur chantier, la valeur de calcul équivaldra respectivement à 2,29 N/mm² en présence de mortier certifié et à 2,04 N/mm² en présence de tout mortier.

En associant le bloc pour murs intérieurs Porotherm certifié Benor avec un mortier certifié et un contrôle spécial sur chantier, la valeur de calcul pour la résistance à la compression de la maçonnerie sera dans ce cas 40% plus élevée qu'en utilisant tout mortier avec un contrôle normal sur chantier.

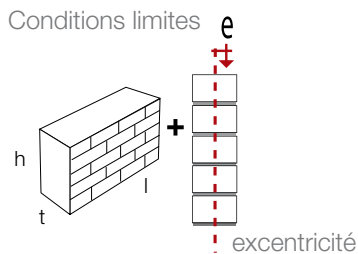


ÉTAPE 2: VALEUR DE CALCUL POUR L'EFFORT NORMAL RÉSISTANT N_{Rd}

Que dit l'Eurocode?

La valeur de calcul pour l'effort normal résistant N_{Rd} sera cependant moins élevée que la valeur de calcul de la résistance à la compression f_d multipliée par l'épaisseur t , en raison des conditions limites. La hauteur et l'épaisseur t du mur, l'excentricité avec laquelle la sollicitation exerce son emprise sur le mur, le nombre de bords libres et l'élançement du mur joueront ici aussi un rôle.

A l'état-limite ultime, on considère deux mécanismes d'effondrement: l'écrasement et l'instabilité ou le flambement du mur de maçonnerie. Aucun écrasement local de la maçonnerie ne peut se produire. Le mur ne peut également pas présenter de flambement.



Dans le calcul de la valeur de calcul pour l'effort normal résistant de la maçonnerie, on appliquera dès lors un coefficient de réduction ϕ tant en cas d'écrasement que de flambement.

La valeur de calcul pour l'effort normal résistant de la maçonnerie par mètre courant se calcule comme suit:

$$N_{Rd} = \phi \cdot t \cdot f_d$$

Avec t = l'épaisseur du mur de maçonnerie

ϕ = un coefficient de réduction ϕ_i (en tête ou au pied du mur) ou ϕ_m (au centre du mur)

Effondrement par écrasement du mur de maçonnerie

Voici la formule générale pour vérifier l'effondrement par écrasement à l'état-limite ultime:

$$N_{Ed} \leq N_{Rd}$$

Avec N_{Ed} = la valeur de calcul pour l'effort normal agissant, calculée au moyen de la norme NBN EN 1990 et de la série de normes NBN EN 1991

Étant donné que $N_{Rd} = \phi \cdot t \cdot f_d$ en $f_d = f_k / \gamma_M$ l'inégalité ci-dessus devient

$$N_{Ed} \leq \phi \cdot t \cdot f_k / \gamma_M$$

en tête ou au pied du mur.

Le coefficient de réduction ϕ_i dépend de l'excentricité en tête ou au pied du mur. L'excentricité est déterminée par l'excentricité de l'effort normal agissant, l'excentricité en tête ou au pied du mur consécutive à une éventuelle action du vent et à un gradient thermique ainsi qu'à une excentricité fortuite tenant compte des imperfections géométriques inévitables lors de l'exécution.

Comme ordre de grandeur pour le coefficient de réduction ϕ_i on obtient souvent 0,70 à 0,75. Le maximum absolu pour ce coefficient est 0,90.

En cas de conformité à l'inégalité ci-dessus, cela signifie qu'aucun écrasement local de la maçonnerie ne se produira en tête ou au pied du mur.

Effondrement par flambement du mur de maçonnerie

Un mur de maçonnerie pourra s'effondrer par flambement sous l'influence d'un effort normal agissant de façon excentrique. Les constructions écrasées ou correctement stabilisées s'effondreront par écrasement. Plus la construction sera élancée, plus elle aura tendance à s'effondrer par l'apparition d'une instabilité. Si un effort normal intervient de façon excentrique, il entraînera des moments fléchissants qui provoqueront une courbure du mur. Le mur fléchira ainsi hors-plan, de telle sorte que l'effort normal interviendra avec une plus grande excentricité. Celle-ci créera à son tour des moments plus grands, et donc de plus grandes déformations, etc. Si un équilibre stable n'est plus possible entre l'effort normal, le moment et la courbure, le mur présentera un flambement.

Voici la formule globale pour vérifier l'effondrement par flambement à l'état-limite ultime:

$$N_{Ed} \leq N_{Rd}$$

Avec N_{Ed} = la valeur de calcul de l'effort normal agissant, calculé au moyen de la norme NBN EN 1990 et de la série de normes NBN EN 1991

Vu que $N_{Rd} = \phi_m \cdot t \cdot f_d$ et $f_d = f_k / \gamma_M$ l'inégalité ci-dessus devient

$$N_{Ed} \leq \phi_m \cdot t \cdot f_k / \gamma_M$$

au centre du mur.

Le coefficient de réduction ϕ_m dépend des propriétés géométriques, de l'excentricité au centre du mur consécutive aux charges, au fluage, à une éventuelle action du vent, à un gradient thermique ainsi qu'à une excentricité fortuite tenant compte des imperfections géométriques inévitables lors de l'exécution.

Par exemple, plus un mur d'une épaisseur donnée sera haut, plus il sera élancé, et donc plus il sera sensible au flambement et moins il sera porteur.

L'élancement géométrique des murs porteurs dépend du rapport entre la hauteur effective h_{ef} et l'épaisseur effective t_{ef} du mur.

La hauteur effective h_{ef} dépend du nombre de bords le long desquels le mur sera soutenu. Si h représente la hauteur libre entre deux dalles de plancher, la hauteur effective en fonction des conditions limites est donnée dans le tableau ci-dessous.

Murs soutenus de 2 côtés (pied et tête)	$h_{ef} = \rho_2 \cdot h = 0,75 \cdot h$ si <ul style="list-style-type: none"> le mur est maintenu au pied et en tête par: <ul style="list-style-type: none"> des planchers en béton armé ou des toits qui s'arrêtent au même niveau sur le mur des deux côtés un plancher en béton armé qui arrive sur un côté du mur et qui présente une longueur d'appui d'au moins 2/3 de l'épaisseur du mur l'excentricité de la charge en tête du mur $\leq 0,25$ fois l'épaisseur du mur 	$h_{ef} = \rho_2 \cdot h = 1 \cdot h$ dans tous les autres cas
Murs soutenus de 3 côtés (pied, tête et mur de stabilisation)	$h_{ef} = \rho_3 \cdot h$ ρ_3 : à lire sur base du schéma ci-dessous: l = l'écart entre le bord libre et l'axe du mur de stabilisation $\rho_2 = 0,75$ ou 1 (voir murs soutenus de 2 côtés)	
Murs soutenus de 4 côtés (pied, tête et 2 murs de stabilisation)	$h_{ef} = \rho_4 \cdot h$ ρ_4 : à lire sur base du schéma ci-dessous: l = l'écart entre les axes des murs de stabilisation $\rho_2 = 0,75$ ou 1 (voir murs soutenus de 2 côtés)	

Source: Eurocode 6 (EN 1996-1-1 annexe D)

L'épaisseur effective t_{ef} sera généralement égale à l'épaisseur réelle du mur. Pour les murs creux également, l'épaisseur de la paroi intérieure formera une approche sûre pour obtenir l'épaisseur effective.

La condition absolue suivante pour l'élancement est ici d'application: $h_{ef}/t_{ef} \leq 27$

Le coefficient de réduction ϕ_m sera généralement déterminant pour les constructions élancées dotées de peu de murs de stabilisation. Le mur de maçonnerie s'effondrera plutôt par flambement que par écrasement.

L'application de calcul en ligne de Wienerberger

Wienerberger a développé une application de calcul en ligne pour tester les murs de maçonnerie non-armés soumis à des charges verticales selon l'Eurocode 6 (NBN EN 1996-1-1). Vous pourrez vous connecter à cet outil professionnel via calculmaçonnerie.be.

The screenshot displays the 'ETAPES 1' configuration screen for 'Mur A' and 'Mur B'. The interface includes a navigation menu on the left with icons for HOME, PROJETS, and CALCULATICE. The top navigation bar shows the progress through five steps: ÉTAPE 1 (Quarès du projet), ÉTAPE 2 (Murs), ÉTAPE 3 (Calcul), ÉTAPE 4 (Résultats), and ÉTAPE 5 (Résultats). The active step is 'Mur A', with a 'Mur B' section also visible.

Données Mur A - un dossier de mur A à droite

① Titre	Calcul param. en béton (param. n°1)	
② Apivis	Mur A	
Classe de résistance de béton	C20/25	
③ Longueur perpendiculaire L	2.8 m	
④ Longueur parallèle L _u	6 m	
⑤ Longueur d'épaisseur B	6 m	
⑥ Épaisseur de la dalle	0.20 m	

Données Mur B - un dossier de mur B à droite

① Titre	Calcul param. en béton (param. n°1)	
② Apivis	Mur B	
Classe de résistance de béton	C20/25	
③ Longueur perpendiculaire L	2.8 m	
④ Longueur parallèle L _u	6 m	
⑤ Longueur d'épaisseur B	6 m	
⑥ Épaisseur de la dalle	0.20 m	

The interface also includes three diagrams on the right: 'Mur A', 'Mur B', and 'Mur C', each showing a cross-section of a wall with height and length indicators.

The screenshot displays the 'Résultats' section, featuring a table of calculated values for 'Mur A' and 'Mur B'. Below the table is a 'Résumé des résultats de mur B' section with another table of key results.

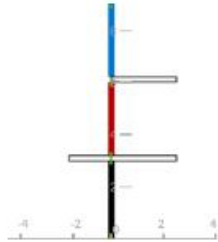
	M	E	U	V
Résultat (M)	16	16	16	16
Résultat (E)	16	16	16	16
Résultat (U)	16	16	16	16
Résultat (V)	16	16	16	16
Résultat (M)	16	16	16	16
Résultat (E)	16	16	16	16
Résultat (U)	16	16	16	16
Résultat (V)	16	16	16	16
Résultat (M)	16	16	16	16
Résultat (E)	16	16	16	16
Résultat (U)	16	16	16	16
Résultat (V)	16	16	16	16
Résultat (M)	16	16	16	16
Résultat (E)	16	16	16	16
Résultat (U)	16	16	16	16
Résultat (V)	16	16	16	16

Résumé des résultats de mur B

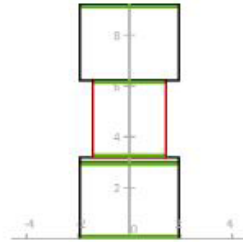
	M	E	U	V
Résultat (M)	16	16	16	16
Résultat (E)	16	16	16	16
Résultat (U)	16	16	16	16
Résultat (V)	16	16	16	16
Résultat (M)	16	16	16	16
Résultat (E)	16	16	16	16
Résultat (U)	16	16	16	16
Résultat (V)	16	16	16	16

Schéma

SECTION



VUE LATÉRALE - GAUCHE



VUE LATÉRALE - DROITE

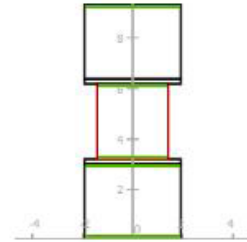
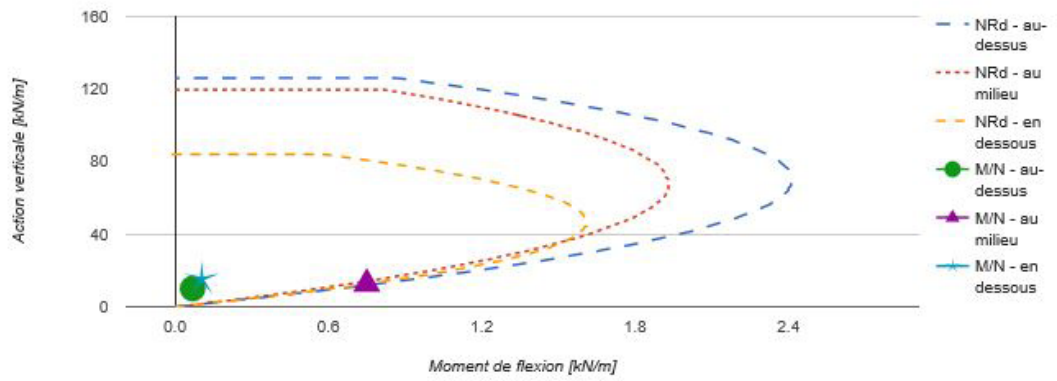
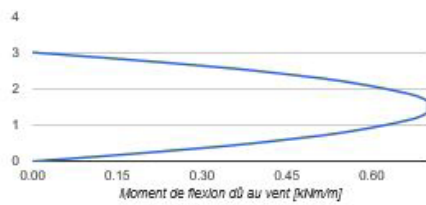


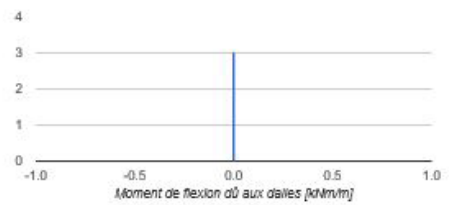
DIAGRAMME D'INTERACTION



MOMENT DE FLEXION DÛ AU VENT



MOMENT DE FLEXION DÛ AUX DALLES



Avantages de la maçonnerie portante

La maçonnerie de terre cuite portante trouve ses principales applications en construction de maisons et d'appartements, pour la maçonnerie non-calculée comme pour la maçonnerie calculée.

La méthode de construction avec maçonnerie de terre cuite portante sera généralement bien meilleur marché car elle ne requiert pas d'ossature en béton. Wienerberger peut fournir des blocs céramiques arborant des résistances à la compression très différentes.

meilleur marché

Outre le faible prix de revient ainsi que la mise en œuvre simple et rapide, la maçonnerie portante en blocs Porotherm offre encore d'autres avantages:

- Bonne isolation acoustique (optimale en utilisant SonicStrip)
- Aucun risque de formation de fissures (construction homogène)
- Absence de concentration de contraintes (bonne répartition des charges), ce qui revêt aussi de l'importance pour les transformations ultérieures
- Isolation thermique améliorée (optimale en utilisant un bloc léger, comme par exemple Thermobrick et PLS *Lambda*).

3.4.3. RÉSISTANCE DE LA MAÇONNERIE AU CISAILLEMENT ET À LA FLEXION

Pour la construction résidentielle en Belgique, il suffit généralement de calculer l'effort normal admissible comme indiqué ci-avant.

Pour les bâtiments soumis à des charges horizontales élevées, telles qu'actions du vent, ou à des forces de cisaillement consécutives à des forces sismiques, etc., les calculs précédents devront être complétés par des calculs de vérification de la résistance au cisaillement et de la résistance à la flexion de la maçonnerie. Les calculs proprement dit sortent du cadre de l'ouvrage 'Rouge. La Force.'

Pour ces calculs sont d'application les valeurs tabellisées pour l'adhérence et la résistance à la flexion caractéristique mentionnées dans l'annexe nationale ANB de l'Eurocode 6.

Résistance à la flexion	f_{xk1} (N/mm ²)	f_{xk2} (N/mm ²)
mortier d'usage courant ($f_m \geq 10$ N/mm ²)	0,20	0,50
mortier d'usage courant ($f_m \geq 10$ N/mm ²), joints verticaux non-remplis	0,20	0,30
mortier-colle	0,20	0,50
mortier-colle, joints verticaux non-remplis	0,20	0,30

Adhérence		f_{vk0} (N/mm ²)
mortier d'usage courant (préparé selon NBN EN 1996-2, sans additifs ou adjuvants)	M10 - M20	0,30
	M2,5 - M9	0,20
	M1 - M2	0,10
mortier-colle		0,30
mortier allégé		0,15

Le tableau issu de la norme NBN EN 998-2 indique les valeurs suivantes pour la résistance caractéristique initiale au cisaillement f_{vk0} associée au type de mortier:

Blocs de maçonnerie en terre cuite	Mortier d'usage courant	0,15 M/mm ²
	Mortier-colle	0,30 M/mm ²

La résistance au cisaillement et la résistance à la flexion de la maçonnerie peuvent également être testées selon les normes respectives NBN EN 1052-3 + A1 et NBN EN 1052-2.

Vous retrouverez les valeurs pour Porotherm *Dryfix* dans l'ATG.

QUE FAUT-IL RETENIR?

- La valeur de calcul de la résistance à la compression de la maçonnerie avec un mortier performantiel avec certification produit sera 12% plus élevée si vous optez pour un bloc Porotherm certifié Benor par rapport à un bloc sans certification produit.
- Grâce à la certification Benor sur les blocs Porotherm, Wienerberger vous propose une gamme de blocs pour murs intérieurs très performants avec lesquels vous pourrez réaliser des maçonneries dotées d'une capacité portante maximale avec un minimum de perte d'espace.
- Vous trouverez différentes feuilles de calcul pratiques sur www.porotherm.be.





$\lambda_{\text{cui}} = 0,185 \text{ W/mK}$

3.5. COMPORTEMENT THERMIQUE

Le climat intérieur constitue un des principaux facteurs permettant d'accroître le confort dans les habitations contemporaines. La capacité thermique des matériaux de construction non seulement garantit une température agréable dans la maison, mais aide aussi à réduire les émissions de gaz à effet de serre. La terre cuite est réputée depuis la nuit des temps pour ses performances thermiques. Dans ce chapitre, nous étudierons les éléments qui jouent un rôle pour l'isolation thermique et nous répondrons à la question "pourquoi les blocs pour murs intérieurs Porothersm et PLS *Lambda* en particulier obtiennent-ils de si bonnes performances à ce niveau?"

3.5.1. NOTIONS

Ci-après, nous vous présentons brièvement plusieurs notions.

Le volume protégé: $V \text{ (m}^3\text{)}$

La définition du volume protégé selon le document de référence pour les pertes par transmission est d'application sur les nouvelles constructions et sur les bâtiments existants.

définition du volume protégé

Le volume protégé est le volume de tous les espaces d'un bâtiment qui est protégé, du point de vue thermique, de l'environnement extérieur (air ou eau), du sol et de tous les espaces adjacents qui ne font pas partie d'un volume protégé.

sur base des dimensions extérieures

Le volume protégé est calculé sur base des dimensions extérieures, y compris le volume des murs intérieurs. La limite entre deux volumes protégés adjacents est formée par l'axe médian de la construction de séparation intermédiaire.

La présence de couches d'isolation thermique dans les parties de la construction indique quels espaces font partie du volume protégé et lesquels n'en font pas partie.

Le volume protégé comprend au moins tous les espaces climatisés. Tout espace dans lequel les gens habitent, travaillent, séjournent, font du sport, font des achats, passent leur temps libre, etc. est toujours considéré comme climatisé (p.ex. chambre à coucher ou bureau qui n'est pas climatisé, appartient toujours au volume protégé). Une succession d'espaces communicants entre eux est considérée comme un seul espace. Cela signifie qu'un espace non climatisé communicant avec un espace climatisé est considéré comme un seul espace climatisé.

La surface de déperdition thermique: $A_T \text{ (m}^2\text{)}$

définition de la surface de déperdition thermique

La surface de déperdition thermique ou l'enveloppe du bâtiment est la somme de toutes les surfaces des parois formant le volume protégé, en d'autres termes la somme de toutes les surfaces qui séparent le volume protégé de l'extérieur et des espaces voisins non-isolés. Ces surfaces comprennent les façades, toitures, planchers, menuiseries extérieures, mais pas les murs de séparation entre deux habitations. Une maison mitoyenne présentera donc une surface de déperdition thermique moins élevée que celle d'une maison isolée arborant la même forme, les mêmes volumes et les mêmes dimensions. Pour évaluer les performances de l'enveloppe du bâtiment, on tiendra toutefois également compte d'une déperdition thermique réduite au niveau des murs de séparation.

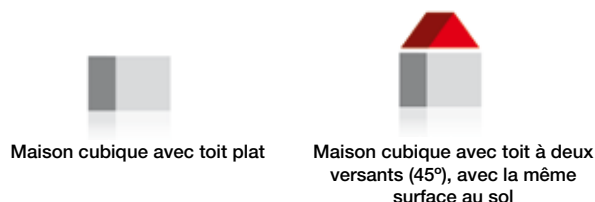
les maison mitoyennes présentent une A_T réduite

La compacité volumique: C (m)

La compacité volumique correspond au rapport entre le volume protégé et la surface de déperdition thermique:

$$\text{compacité volumique } C = V / A_T$$

Plus la surface de déperdition thermique pour un même volume protégé sera petite, plus le bâtiment sera compact. La forme géométrique présentant le moins de déperditions thermiques est la sphère, étant donné le rapport minimal entre la surface et le contenu. À volumes identiques par exemple, un cube est moins compact qu'une sphère, mais plus compact qu'un parallélépipède rectangle. Un cube surmonté d'un toit à deux versants sera à son tour plus compact qu'un cube.



Volume protégé (V)	1000 m ³	1250 m ³	25% d'espace habitable en plus
Surface de déperdition (A _T)	600 m ²	691,42 m ²	
Compacité (C = V/ A _T)	1,667	1,808	8,5% plus compacte

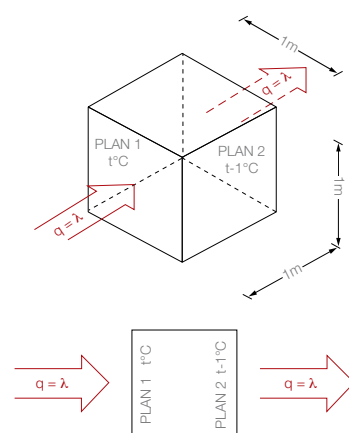
Le coefficient de conductivité thermique λ d'un matériau: λ (W/mK)

La valeur lambda d'un matériau exprime la quantité de chaleur qui, à l'état stationnaire, traverse en 1 seconde un matériau d'1 mètre d'épaisseur et d'1 m² de surface pour une différence de température d'1°C ou 1°K.

Plus simplement, la valeur λ correspond à la quantité de chaleur transportée à travers une épaisseur d'un mètre du matériau concerné par seconde, et ce avec une différence de température de 1°C entre les deux surfaces du matériau.

Par "état stationnaire", on suppose que la température extérieure et intérieure est invariable dans le temps.

Une valeur λ moins élevée signifie donc une meilleure capacité isolante.



définition de la compacité

un cube surmonté d'un toit à deux versants est plus compact qu'un cube

Valeurs lambda: 4 notions – 4 valeurs – 1 bloc

Soyez attentif lors de l'évaluation des blocs pour murs intérieurs d'origine étrangère, surtout pour le calcul des propriétés thermiques de la maçonnerie.

La valeur lambda dépend en effet de la température d'essai, du taux d'humidité du matériau et de l'environnement ainsi que des conditions limites statistiques.

La manière dont sont déterminées les valeurs lambda ci-dessous est basée sur la norme NBN EN1745. Il existe trois méthodes (S1, S2 et S3) pour les éléments de maçonnerie pleins et 5 méthodes (P1 à P5) pour les éléments de maçonnerie creux ou perforés. Pour déterminer la valeur lambda de ses éléments de maçonnerie, Wienerberger utilise les méthodes P2 et P4.

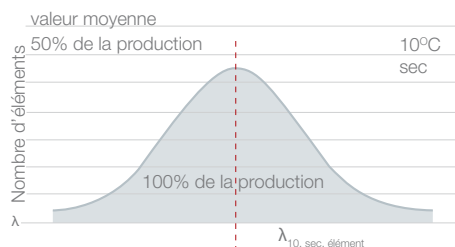
La méthode P2 pour éléments de maçonnerie perforés est basée sur une évaluation statistique de la masse volumique nette sèche, d'où sera dérivée la valeur lambda pour le matériau en terre cuite. La valeur lambda de l'élément de maçonnerie perforé sera ensuite déterminée sur base du type de perforations.

La méthode P4 pour éléments de maçonnerie perforés est basée sur une évaluation statistique de la masse volumique nette sèche, d'où sera dérivée la valeur lambda pour le matériau en terre cuite. La valeur lambda de l'élément de maçonnerie perforé sera ensuite déterminée sur base d'une méthode de calcul admise.

Wienerberger applique la méthode P4 uniquement aux blocs pour murs intérieurs Porotherm présentant un type de perforations différent des types de perforations repris dans la norme EN1745.



$\lambda_{10, \text{sec, élément}}$ (EN 771-1)



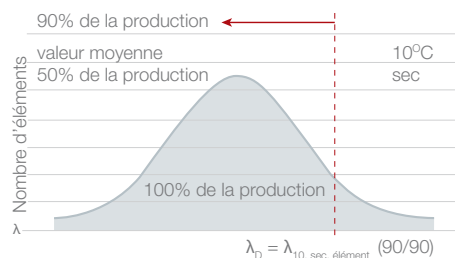
$\lambda_{10, \text{sec, élément}}$ (EN 771-1)

$\lambda_{10, \text{sec, élément}}$ est une moyenne à 10°C testée à l'état sec.

Cette valeur est mentionnée sur la Déclaration des Performances (DoP).



$\lambda_D = \lambda_{10, \text{sec, élément}} (90/90)$
(PTV 23-003 en NBN B62-002)



$\lambda_D = \lambda_{10, \text{sec, élément}} (90/90)$ (PTV 23-003 en NBN B62-002)

$\lambda_{10, \text{sec, élément}} (90/90)$ équivaut à la valeur à 10°C, testée à l'état sec, pour laquelle on peut affirmer avec 90% de certitude pour un lot aléatoire de 100 blocs que minimum 90 d'entre eux présentent une valeur lambda inférieure ou égale à $\lambda_{10, \text{sec, élément}} (90/90)$.

En Belgique, chaque briquetier est obligé de mentionner la valeur $\lambda_D = \lambda_{10, \text{sec, élément}} (90/90)$ te vermelden.

Wienerberger mentionne la valeur $\lambda_{10, \text{sec, élément}}$ sur la Déclaration des Performances (DoP) consultable en ligne. Sur la partie nationale que l'on retrouve sous la DoP, Wienerberger déclare les valeurs $\lambda_{10, \text{sec, élément}} (90/90)$ et λ_{ui} .

λ_{ui} (PTV 23-003 EN NBN B62-002)

λ_{ui} est la valeur de calcul de la conductivité thermique correspondant à des conditions intérieures. C'est-à-dire à une température de **23°C** et à un **taux d'humidité relative de 50%**. Il s'agit de la valeur pour laquelle on peut affirmer avec 90% de certitude pour un lot aléatoire de 100 blocs que minimum 90 d'entre eux présentent une valeur lambda inférieure ou égale à λ_{ui}

La valeur λ_{ui} des blocs céramiques pour murs intérieurs se calcule au moyen de la formule suivante:

$$\lambda_{ui} = \lambda_D \cdot e^{0,07}$$

C'est cette valeur qui doit être utilisée dans les calculs de la valeur U des éléments de mur lorsque les blocs pour murs intérieurs sont appliqués dans des conditions intérieures. Et ce en association avec la valeur correspondante du mortier de maçonnerie, en utilisant une méthode de référence conformément à la norme NBN B62-002.

En Belgique, la valeur λ_{ui} ne doit pas obligatoirement être déclarée par le briquetier, vu que celle-ci pourra être facilement dérivée de la valeur λ_D au moyen de la formule ci-dessus. Pour votre facilité, Wienerberger mentionne la valeur λ_{ui} tant sur les fiches techniques que sur la DoP.

λ_{ue} (PTV 23-003 EN NBN B62-002)

λ_{ue} est la valeur de calcul de la conductivité thermique correspondant à des conditions extérieures. C'est-à-dire un taux critique de saturation de 75% et une température de 20°C. Il s'agit de la valeur pour laquelle on peut affirmer avec 90% de certitude pour un lot aléatoire de 100 blocs que minimum 90 d'entre eux présentent une valeur lambda inférieure ou égale à λ_{ue}

La valeur λ_{ue} des blocs céramiques pour murs intérieurs se calcule au moyen de la formule suivante:

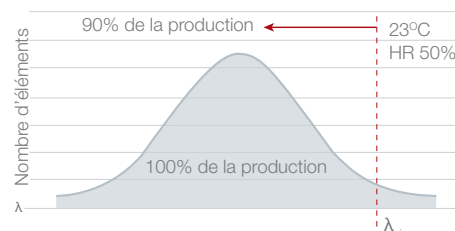
$$\lambda_{ue} = \lambda_D \cdot e^{0,75}$$

C'est cette valeur qui doit être utilisée dans les calculs de la valeur U des éléments de mur lorsque les blocs pour murs intérieurs sont appliqués dans des conditions extérieures. Et ce en association avec la valeur correspondante du mortier de maçonnerie, en utilisant une méthode de référence conformément à la norme NBN B62-002.

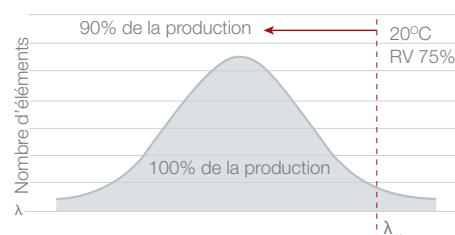
En Belgique, la valeur λ_{ue} ne doit pas obligatoirement être déclarée par le briquetier, vu que celle-ci pourra être facilement dérivée de la valeur λ_D au moyen de la formule ci-dessus. Vu que Wienerberger part du principe que les blocs pour murs intérieurs Porotherm seront appliqués, là où des calculs sont nécessaires, selon des conditions intérieures, les valeurs λ_{ue} ne seront pas mentionnées.



λ_{ui} (PTV 23-003 en NBN B62-002)



λ_{ue} (PTV 23-003 en NBN B62-002)



LES VALEURS LAMBDA DES BLOCS POUR MURS INTÉRIEURS POROTHERM

Dans le cadre de la réglementation PEB, les calculs doivent s'effectuer sur base du Document de référence pour les pertes par transmission.

calculez avec les valeurs λ_{ui} et λ_{ue}

Veillez donc à vérifier quelle valeur λ vous utilisez dans vos calculs. Les valeurs λ à déclarer obligatoirement sont inférieures aux valeurs belges λ_{ui} et λ_{ue} . Dans notre pays, vous pourrez cependant effectuer vos calculs thermiques uniquement avec les valeurs belges λ_{ui} et λ_{ue} !

Si vous voulez effectuer vos calculs avec une valeur λ donnée par un autre fabricant, vous devrez vérifier s'il s'agit bel et bien de valeurs λ_{ui} et λ_{ue} .

Lorsque les blocs ne peuvent être humides, comme pour la paroi intérieure du mur creux, on utilisera la valeur λ_{ui} , tandis qu'on utilisera la valeur λ_{ue} lorsque les blocs peuvent être humides.

Important à noter: en général, plus l'élément sera léger, plus la valeur λ_{ui} sera faible. Et donc, plus cet élément sera thermiquement isolant. Le type de perforations déterminera également la valeur d'isolation.

Le tableau ci-dessous mentionne les différentes valeurs lambda pour l'ensemble de la gamme de blocs pour murs intérieurs Porotherm d'une épaisseur de 14 et 19 cm.

PLS Lambda $\lambda_{ui} = 0,185$ W/mK

Avec Porotherm PLS Lambda, Wienerberger dispose d'un bloc pour murs intérieurs présentant une valeur λ_{ui} de 0,185 W/mK. PLS Lambda remplit ainsi les conditions pour faire partie de la couche d'isolation de la surface de déperdition thermique. En association avec l'isolation dans le creux, le bloc pour murs intérieurs collé PLS Lambda forme une couche de construction composée.

	PLS Lambda W/mK	PLS 500 Thermobrick Rendement Plus W/mK	Powerbrick Powerbrick Rendement Plus W/mK	Applicable pour calculs thermiques
$\lambda_{10, \text{sec, élément}}$	0,175	0,23	0,32	✗
$\lambda_D = \lambda_{10, \text{sec, élément}} (90/90)$	0,180	0,24	0,33	✗
λ_{ui}	0,185	0,26	0,35	✓
λ_{ue}		/	/	✓

Résistance thermique d'une paroi constituée d'un matériau homogène: R (m².K/W)

définition de la résistance thermique

Pour un matériau homogène, la résistance thermique $R = d / \lambda$, d étant l'épaisseur de la partie de la paroi exprimée en m, et λ le coefficient de conductivité thermique du matériau, exprimé en W/mK. La résistance thermique s'exprime par conséquent en m².K/W.

plus la résistance thermique est élevée,
plus la paroi est isolante

Plus la résistance thermique d'une paroi sera élevée, plus la paroi sera isolante. La résistance thermique totale d'une paroi constituée de différents matériaux sera abordée au point 3.5.2. Le module de calcul de Wienerberger.

Formule de calcul de la résistance thermique totale R_T d'un mur creux

La résistance thermique totale R_T d'un mur équivaut à la somme des résistances thermiques de chaque partie de mur homogène, majorée de la résistance thermique de la lame d'air et d'un coefficient de transmission des surfaces extérieure et intérieure. Ces derniers expriment la résistance thermique de la couche d'air retenue contre respectivement la surface intérieure et la surface extérieure de la paroi.

définition de la R_T

$$R_T = R_e + R_a + \sum (d / \lambda) + R_i$$

R_e = la résistance thermique de la couche d'air immobile à la surface extérieure de la paroi. Pour les parois verticales $R_e=0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$

R_a = la résistance thermique du creux. Cette valeur dépend du degré de ventilation du creux.

R_i = la résistance thermique de la couche d'air immobile à la surface intérieure de la paroi. Pour les parois verticales, $R_i= 0,13 \text{ m}^2\text{K/W}$

Les valeurs R_i et R_e sont basées sur la norme NBN B62-002.

R_a dépendra de la ventilation ou non du creux. On fait ici une distinction entre creux non-ventilé, creux peu ou moyennement ventilé et creux très ventilé.

Superficie (A_v) des ouvertures par mètre courant (mm^2/m) (selon le document de référence pour les pertes par transmission)

Creux non-ventilé	$A_v \leq 500$
Creux peu ventilé	$500 < A_v \leq 1500$
Creux très ventilé	$A_v > 1500$

La valeur R_a ($\text{m}^2\text{K/W}$) devient:

• Creux non-ventilé:

Épaisseur d de la couche d'air (mm)	Sens du flux thermique à l'horizontale ⁽¹⁾
$0 < d < 5$	0,00
$5 \leq d < 7$	0,11
$7 \leq d < 10$	0,13
$10 \leq d < 15$	0,15
$15 \leq d < 25$	0,17
$25 \leq d < 50$	0,18
$50 \leq d < 100$	0,18
$100 \leq d < 300$	0,18
$300 \leq d$	0,18

⁽¹⁾ Pour un flux thermique qui ne s'écarte pas de plus de +/- 30° du plan horizontal.

• **Creux peu ventilé:**

Pour faire simple, la résistance thermique du creux peu ventilé R_a sera considérée comme égale à la moitié des valeurs du creux non-ventilé selon le tableau mentionné ci-avant.

• **Creux très ventilé:**

Pour un creux très ventilé, la résistance thermique totale du mur sera calculée de manière à ce que la résistance thermique de la couche d'air et de la paroi extérieure soient négligeables, mais de manière à ce que la valeur transitoire R_e puisse être remplacée par R_i .

Le coefficient de transmission thermique U d'une paroi: U (W/m²K)

définition du coefficient de transmission thermique

Le coefficient de transmission thermique U d'une paroi est la quantité de chaleur qui traverse une paroi chaque seconde par mètre carré et avec un écart thermique de 1°C entre les environnements situés de part et d'autre du mur.

plus la valeur U d'une paroi est faible, plus celle-ci est isolante

Plus la valeur U d'une paroi sera faible, plus la paroi sera isolante.

On entend ici par "paroi" tout élément de construction qui enferme le volume protégé, par exemple: le mur creux isolé, la toiture, le plancher, la fenêtre, etc.

Le coefficient de transmission thermique U se calcule à l'aide de la formule suivante:

$$U = 1 / R_T$$

Pour les murs creux, une correction sera appliquée pour tenir compte des crochets d'ancrage.

Les crochets d'ancrage forment de petits ponts thermiques ponctuels qui, en raison de leurs dimensions limitées, signifient seulement une faible déperdition de chaleur. Il faudra en tenir compte selon le document de référence pour les pertes par transmission en majorant le coefficient de transmission thermique U du mur de ΔU_f .

correction pour les crochets d'ancrage

Pour les murs creux seront utilisées les valeurs par défaut admises suivantes:

- Nombre de crochets d'ancrage: 5 par m² ($n_f = 5 / m^2$)
- La section d'un crochet d'ancrage correspond à un diamètre de 4 mm ($A_f = (4^2 \text{ mm}^2/4) * \pi = 1,3 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2$)
- La conductivité thermique du matériau constituant le crochet d'ancrage est de 50 W/mK, ce qui correspond à celle de l'acier ($\lambda_f = 50 \text{ W/mK}$)
- La longueur du crochet d'ancrage sera considérée comme égale à l'épaisseur de la couche d'isolation.

Le terme correctif ΔU_f sera obtenu par la formule suivante:

$$\Delta U_f = 0,8 \frac{n_f \cdot A_f \cdot \lambda_f \cdot d_{\text{isolation}}}{(\lambda_{\text{isolation}})^2 \cdot (R_{T,h})^2} = \frac{0,0026 \cdot d_{\text{isolation}}}{(\lambda_{\text{isolation}})^2 \cdot (R_{T,h})^2}$$

Avec $d_{\text{isolation}}$: épaisseur de l'isolation du creux [m]
 $\lambda_{\text{isolation}}$: coefficient de conductivité thermique de l'isolation du creux [W/mK]
 $R_{T,h}$: la résistance thermique totale du mur creux sans tenir compte des crochets d'ancrage

Une seconde correction, dont il est question dans le document de référence pour les pertes par transmission, sera appliquée pour les éventuelles fentes dans la couche d'isolation. Celles-ci peuvent entraîner une déperdition de la résistance thermique. Les panneaux isolants doivent être posés de façon parfaitement jointive pour éviter que de l'air froid ne s'infilte côté intérieur des panneaux. On tiendra compte de ces fentes au moyen du terme correctif sur le coefficient de transmission thermique ΔU_g .

Selon le document de référence pour les pertes par transmission, on peut affirmer que $\Delta U_g = 0$ dans le cadre de la réglementation sur les performances énergétiques.

La valeur U corrigée (U_c) sera:

$$U_c = U + \Delta U_f + \Delta U_g$$

C'est cette valeur qui doit répondre aux exigences imposées par la réglementation PEB.

correction pour d'éventuelles fentes
dans la couche d'isolation

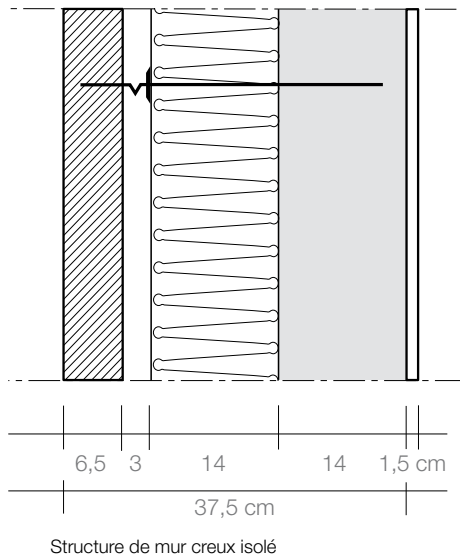
3.5.2. LE MODULE DE CALCUL DE WIENERBERGER

Pour calculer la valeur U d'un mur creux isolé, Wienerberger propose un instrument pratique sur www.porotherm.be

Exemple 1: Mur creux érigé en maçonnerie traditionnelle

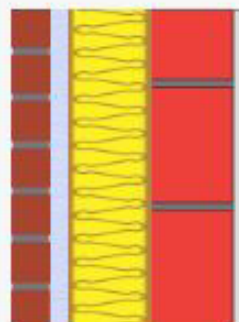
- Brique de parement: Eco-brick
- Creux moyennement ventilé d'une épaisseur de 3 cm
- Isolation du creux en PUR d'une épaisseur de 14 cm et $\lambda_D = 0,021$ W/mK
- Porotherm Thermobrick 288 x 138 x 188 mm maçonné de façon traditionnelle
- Plafonnage intérieur d'une épaisseur de 15 mm

Résultat: un mur creux performant d'une épaisseur de 37,5 cm, plafonnage non-compris, et arborant une valeur U de 0,15 W/m²K.



Type de bloc treillis	Thermobrick 10 N
Format du bloc treillis	288 x 138 x 188 mm (Rumst-Zon)
Largeur brique de parement (mm)	65
Largeur vide d'air (mm)	30
Ventilation du vide	Fortement ventilé
Type d'isolation	Valeur Lambda (λ) en W/mK: 0.021
	Épaisseur totale en mm: 140
Épaisseur plâtrage (mm)	15

Construction du mur



Résultat

Valeur U: 0.13 W/m²K

Valeur U corr.*: 0.15 W/m²K

Épaisseur totale du mur: 388 mm

Sauver résultat

Résultat sauvé

Valeurs de calcul du résultat sauvé

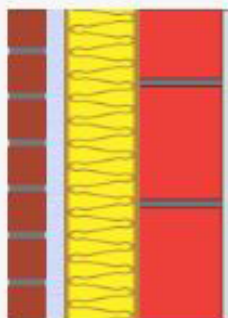
Exemple 2: la solution rouge pour murs creux de Wienerberger

- Brique de parement: Eco-brick
- Creux moyennement ventilé d'une épaisseur de 3 cm
- Isolation du creux en PUR d'une épaisseur de 13 cm et $\lambda_D = 0,021$ W/mK
- PLS *Lambda* 500 x 138 x 249 mm
- Plafonnage intérieur d'une épaisseur de 15 mm

Résultat: un mur creux performant d'une épaisseur de 36,5 cm, plafonnage non-compris, et arborant une valeur U de 0,15 W/m²K.

Type de bloc treillis	PLS Lambda 10 N	
Format du bloc treillis	500 x 138 x 249 mm	
Largeur brique de parement (mm)	65	
Largeur vide d'air (mm)	30	
Ventilation du vide	Moyennement ventilé	
Type d'isolation	Valeur Lambda (λ) en W/mK	0.021
	Épaisseur totale en mm	130
Épaisseur plâtrage (mm)	15	

Construction du mur



Résultat

Valeur U **0.14 W/m²K**

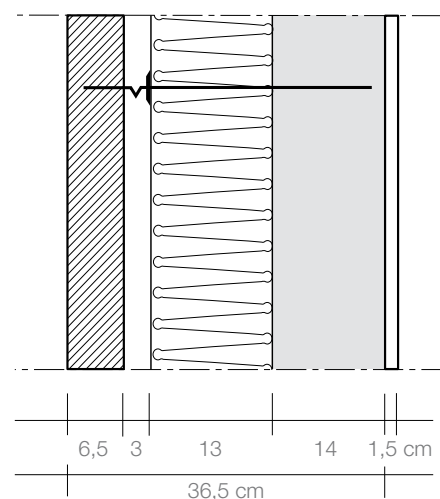
Valeur U corr.* **0.15 W/m²K**

Épaisseur totale du mur **378 mm**

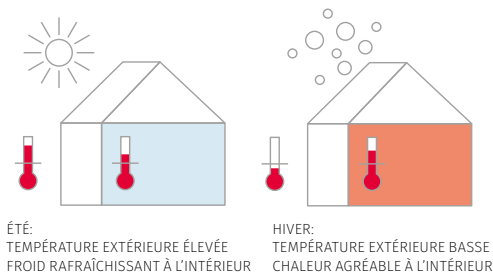
Sauver résultat

Résultat sauvé

Valeurs de calcul du résultat sauvé



Structure de mur creux isolé



3.5.3. INERTIE THERMIQUE

Comme nous l'avons déjà dit, dans le calcul, imposé par la loi, des résistances thermiques, il a été supposé que les températures et flux de chaleur sont invariables dans le temps.

pas de régime stationnaire

Cette supposition est cependant erronée! En réalité, la température extérieure fluctue sous notre climat, par exemple selon le régime jour-nuit, été et hiver, ...

Le climat intérieur peut également être réglé de différentes manières, suivant la fonction du bâtiment. On distingue ici les régimes constants et intermittents.

régime constant

La maison constitue un exemple de fonction avec un régime constant. Même si on chauffe moins la nuit, on souhaite que la maison ne refroidisse pas trop, afin de pouvoir à nouveau atteindre en très peu de temps la température de confort le matin suivant.

régime intermittent

A côté de cela, on trouve des bâtiments avec un régime intermittent, tels que salles de concerts, salles de cinéma, etc., ce qui signifie que la température est maintenue à une valeur de base peu élevée sur pratiquement toute la journée. Ce n'est que juste avant l'arrivée du public, par exemple dans une salle de concert, que l'on chauffera brièvement et rapidement jusqu'à obtention de la température de confort.

Les résultats d'un calcul en régime stationnaire ne sont par conséquent pas les seuls paramètres qui déterminent la consommation énergétique et le confort thermique.

Il faut également tenir compte de la capacité thermique et du délai de refroidissement de la paroi.

Capacité thermique

définition de la capacité thermique

Lorsque la température ambiante augmente, chaque matériau absorbera une certaine quantité de chaleur. La capacité thermique correspond à la quantité de chaleur absorbée par un volume de matériau par degré d'augmentation de la température.

$$\text{Capacité} = \rho \cdot c \cdot V$$

Avec ρ = la masse volumique en kg/m^3
 c = la capacité thermique spécifique en J/kgK
 V = le volume du matériau en m^3

La quantité de chaleur qui peut être accumulée dans la construction joue un rôle pour les régimes de chauffage appliqués en hiver et pour garantir le confort thermique en été. La capacité thermique est proportionnelle à la masse volumique. Donc, plus le matériau sera lourd, plus il pourra accumuler de la chaleur. Cette chaleur pourra à nouveau être libérée dans l'air intérieur plus tard, lorsque la température intérieure sera inférieure à celle de la paroi. La paroi exerce ainsi une influence stabilisatrice sur le climat intérieur.

la paroi exerce une influence stabilisatrice
sur le climat intérieur

Pour obtenir un bon confort thermique, une capacité thermique élevée est nécessaire, mais pas suffisante. Comparons par exemple un château non-isolé en pierre naturelle et une caravane aux parois légères et isolées.

Supposons que les deux constructions ont des parois de même résistance thermique. Bien que la résistance thermique soit égale, en été, il fera plus frais dans le château. Les parois massives emmagasineront la chaleur pour la libérer le soir, quand elle est la bienvenue. D'autre part, le château sera trop froid en hiver, parce que l'isolation est faible ou, en d'autres termes, parce que la conductivité thermique est trop élevée. Les parois du château présentent bien une masse suffisante, mais l'enveloppe isolante fait défaut.

Pour obtenir un climat intérieur agréable et constant, un mur creux isolé réalisé avec des blocs Porotherm pour la paroi intérieure constituera la solution idéale: les blocs pour murs intérieurs génèrent une masse suffisante, l'isolation du creux forme l'enveloppe isolante de telle sorte qu'on notera seulement des déperditions thermiques minimales vers l'extérieur. De telle sorte que la chaleur accumulée profitera surtout au climat intérieur.

Délai de refroidissement

Le délai de refroidissement dépend du rapport entre la capacité thermique de la paroi, qui doit être suffisamment élevée, et la valeur λ des matériaux utilisés dans l'enveloppe isolante, qui doit être faible. Plus le délai de refroidissement sera important, plus la paroi aura besoin de temps pour refroidir, plus il faudra de temps pour ressentir à l'intérieur les variations de température à l'extérieur. Avec les blocs pour murs intérieurs Porotherm, vous ne ressentirez pas ou à peine à l'intérieur les petites variations de température à l'extérieur.

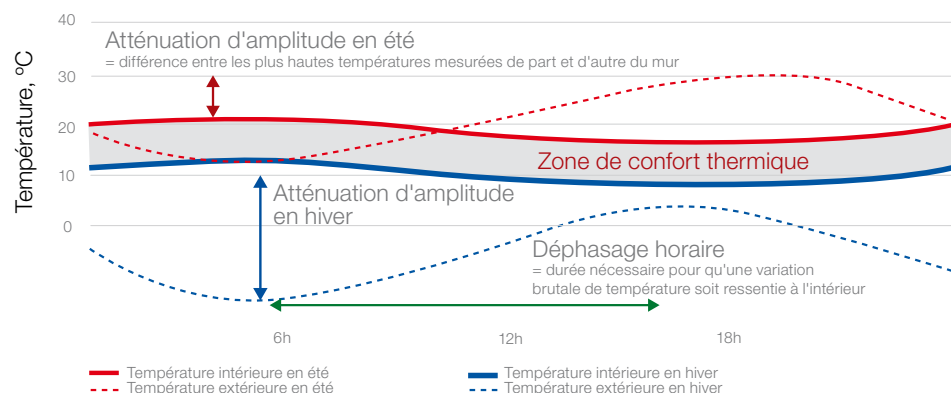
avec Porotherm, les petites fluctuations de température sont à peine perceptibles

Conséquences: atténuation de l'amplitude thermique et déphasage dans le temps

Une bonne isolation thermique du mur creux et une masse suffisante des blocs pour murs intérieurs limitent l'influence des fortes variations de température à l'extérieur sur la température à l'intérieur.

Les différences de température à l'extérieur sont d'une part atténuées. L'atténuation est le rapport entre l'amplitude maximale de la température extérieure et l'amplitude maximale de la température intérieure.

atténuation



Pour un mur creux isolé réalisé avec des blocs pour murs intérieurs Wienerberger, l'atténuation de l'amplitude thermique sera d'au moins 15. Cela signifie qu'une variation de température extérieure de 45°C (par exemple 50°C sur une façade foncée à midi et un refroidissement jusque 5°C la nuit) est atténuée jusqu'à une différence de 3°C (= 45°C / 15) à l'intérieur.

déphasage

D'autre part, le mur creux isolé possède, de par sa masse, une inertie thermique qui fait qu'une augmentation de la température extérieure à l'heure du midi se répercute à l'intérieur avec un déphasage de 10 à 12 heures. Donc, lorsqu'elle n'est plus dérangeante. C'est ce qu'on appelle le déphasage: il y a un déphasage en temps, exprimé en heures, entre la température extérieure maximale et la température intérieure maximale.

CONCLUSION:

atouts du mur creux isolé

Un mur creux isolé réalisé avec des blocs Porotherm pour la paroi intérieure offre les atouts suivants au niveau de l'inertie thermique:

- Une excellente capacité thermique. La paroi accumulera ainsi de la chaleur qu'elle libérera plus tard dans l'environnement intérieur lorsque la température à l'extérieur baissera. La solution idéale lorsqu'on souhaite un climat intérieur constant (maisons, écoles, bureaux, etc.).
- Une résistance thermique suffisamment élevée en cas de variations des températures extérieures, grâce à l'isolation du creux, afin que les variations de température brèves et limitées à l'extérieur ne soient pas ressenties dans le bâtiment.
- Une atténuation importante de l'amplitude thermique (> 15)
- Un déphasage sensible (10 à 12 heures).

LE TYPE DE CONSTRUCTION FORME UN PARAMÈTRE IMPORTANT POUR ÉVITER LA SURCHAUFFE

éviter la surchauffe par une construction massive

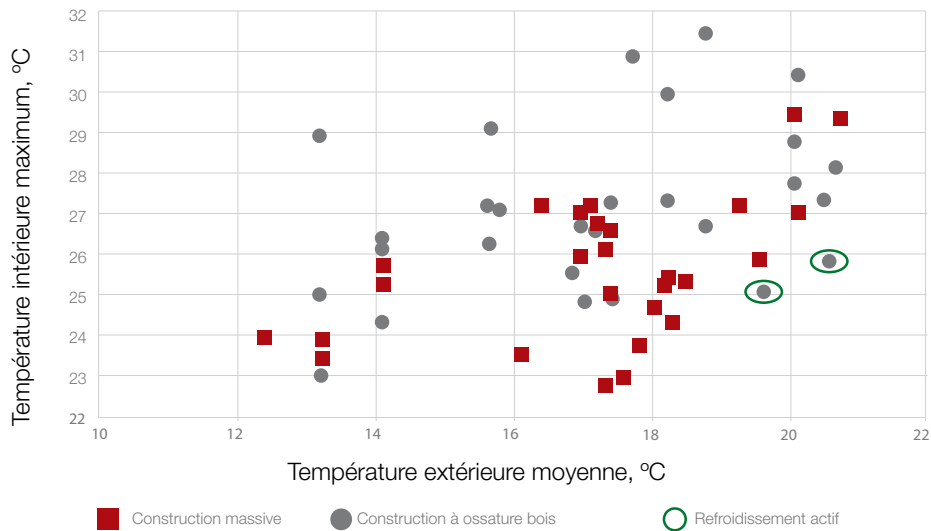
Tant le projet Tetra BEP2020 de la Haute Ecole provinciale de Limbourg en collaboration avec l'Université Catholique de Louvain (KUL) que le propre monitoring de Wienerberger d'une maison massive passive dans les environs de Gand, également en collaboration avec la KUL, démontrent qu'une construction massive constitue un paramètre important pour éviter la surchauffe en été.

Le projet Tetra BEP2020

En septembre 2013 ont été présentés les résultats du projet Tetra BEP2020 intitulé 'Performances énergétiques fiables des logements - Pour une performance renforcée et indépendante des utilisateurs'.

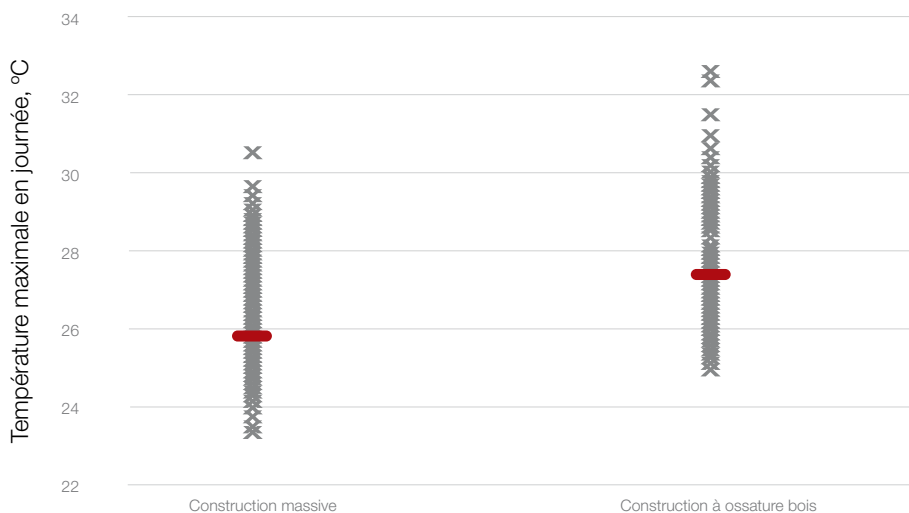
Ce projet avait pour objectif de préconiser des choix de conception pour parvenir à un bâtiment énergétiquement performant au prix de revient le plus bas. Les solutions proposées sont à la fois robustes et indépendantes de l'utilisateur. L'étude a été réalisée par le monitoring d'un grand nombre de nouvelles constructions résidentielles récentes et en construction ainsi que par des simulations pour plusieurs types d'habitation représentatives du parc de nouvelles constructions résidentielles en Flandre.

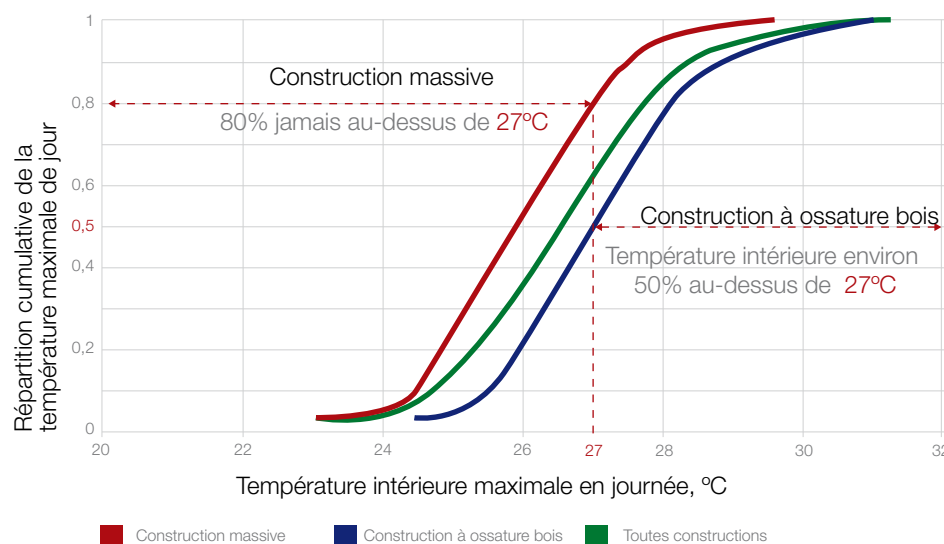
Première constatation importante découlant du monitoring: la température intérieure maximale dans le living des habitations à structure massive est en général inférieure à celles des habitations à ossature bois.



Dans le cadre du projet Tetra BEP2020 ont en outre été étudiées des solutions robustes et efficaces en termes de coûts sur base de simulations dynamiques probabilistes pour 5 habitations de référence.

Pour une même habitation, de nombreux paramètres ont subi des variations dans un modèle théorique: la méthode de construction (massive ou ossature bois), le type de ventilation, le vitrage, l'étanchéité à l'air, etc. Chacune des croix sur le schéma suivant correspond à un ensemble de paramètres. En isolant les paramètres relatifs à la méthode de construction, il s'avère que la médiane du pic de température en été est moins élevée pour une construction massive que pour une construction à ossature bois.





La médiane peut aussi être lue sur les courbes de distribution cumulative comme la température, située à 0,5 sur l'axe Y. Ces courbes montrent aussi que plus de 80% de toutes les simulations effectuées en construction massive n'atteignent jamais une température de pic supérieure à 27°C, tandis qu'environ la moitié des habitations construites avec une ossature bois dépassent par contre cette température de pic.

niveau E minimal: la construction massive constitue la solution la moins coûteuse

Pour ceux pour qui le prix de revient constitue un facteur déterminant, le projet Tetra BEP2020 montre en outre que si vous souhaitez minimiser le niveau E d'une habitation déterminée, une construction massive s'avérera la solution la moins coûteuse.

Les résultats indiquent que, pour les cinq habitations de référence étudiées, les valeurs de conception suivantes entraînent une solution robuste pour les besoins nets en énergie pour le chauffage et un coût totalement actualisé avec un climat intérieur confortable:

- Taux de renouvellement de l'air: 0,6 ou 1 vol/h
- Système de ventilation D+ avec récupération de la chaleur
- **Construction massive**
- Valeurs U du toit et de la façade 0,15 ou 0,18 W/m²K
- Valeur U du sol 0,3 W/m²K
- Vitrage isolant (U 1,29 W/m²K, g 0,631) ou fenêtre passive (U 0,7 W/m²K, g 0,407)
- Protection solaire

Les bâtiments constitués de murs creux isolés érigés avec des blocs pour murs intérieurs Porothersm forment par conséquent une solution robuste et indépendante de l'utilisateur pour construire des maisons écoénergétiques.

Maison massive passive dans les environs de Gand

Une maison massive passive, telle que développée par Wienerberger, est une maison passive érigée au maximum avec des matériaux de construction en terre cuite.

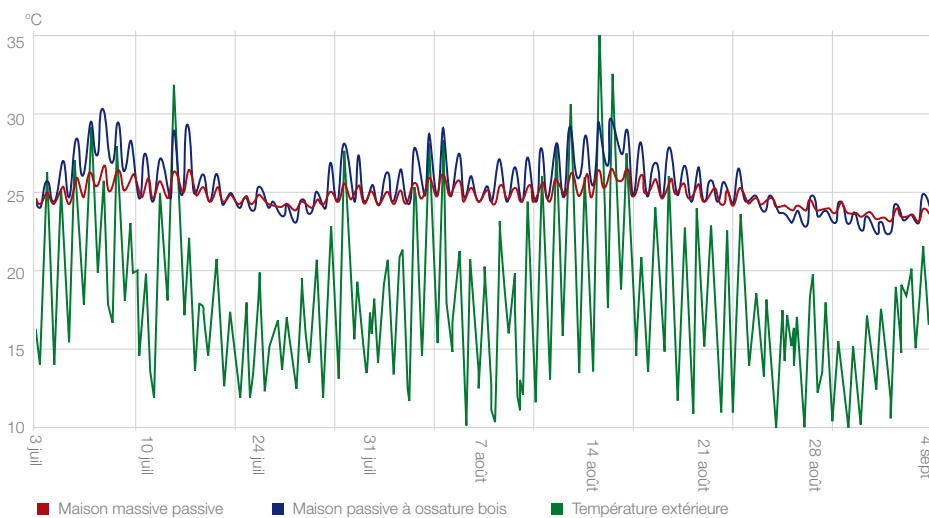
Les murs extérieurs sont des murs creux isolés, dont la paroi intérieure est érigée avec des blocs pour murs intérieurs Porothersm, le plafonnage intérieur assurant l'étanchéité à l'air du mur. Ces murs sont parachevés côté extérieur avec une brique de parement en terre cuite.

Les avantages d'une maison nZEB, s'inscrivant dans le modèle de durabilité People/Planet/Profit, ont été abordés au chapitre 2.

Nous vous présentons ici les résultats de la simulation énergétique dynamique et du monitoring. La simulation a été effectuée par le bureau d'études énergétiques Technum-Tractebel Engineering. Le monitoring a été effectué en collaboration avec l'Université Catholique de Louvain (KUL).

Simulations énergétiques dynamiques

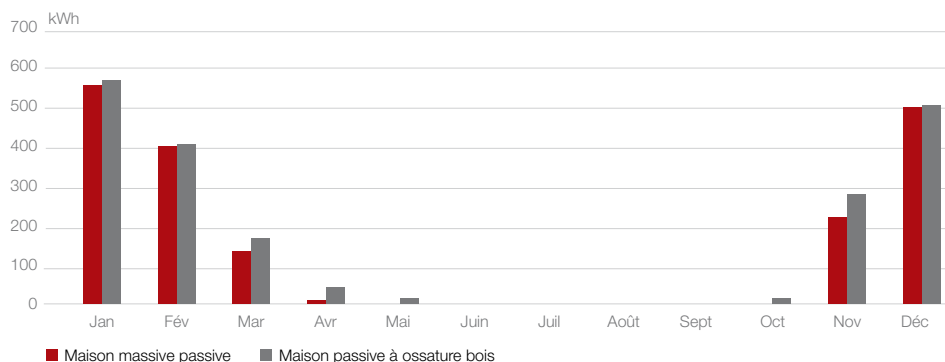
Simulation de mesures de température opérative en période estivale (ventilation de nuit 22-7h)



Le graphique montre que les fluctuations de la température intérieure en été sont beaucoup moins importantes dans une maison massive passive que dans une maison passive à ossature bois. Il en ressort que l'inertie thermique d'une maison massive passive influence favorablement le confort de vie en été.

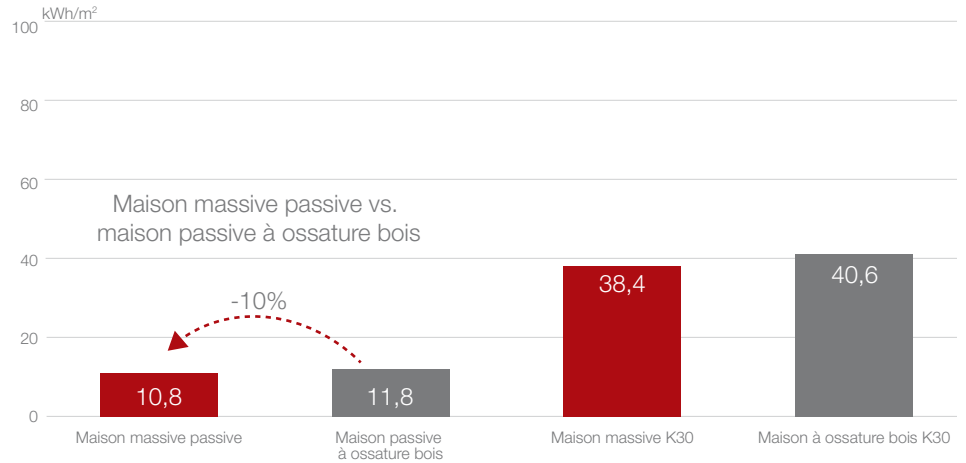
maison massive passive: fluctuations moins importantes de la température

Besoins énergétiques mensuels pour le chauffage d'une maison passive (abaissement de nuit 22-7h)



La simulation ci-dessus montre clairement que les besoins énergétiques dans une maison massive passive baissent plus rapidement aux intersaisons.

Besoins énergétiques annuels pour le chauffage (pas d'abaissement de nuit)
Surface au sol nette conditionnée 172,7 m²



10% de besoins énergétiques en moins

Les besoins énergétiques annuels pour le chauffage dans une maison massive passive sont environ 10% moins élevés que pour une maison passive à ossature bois similaire.

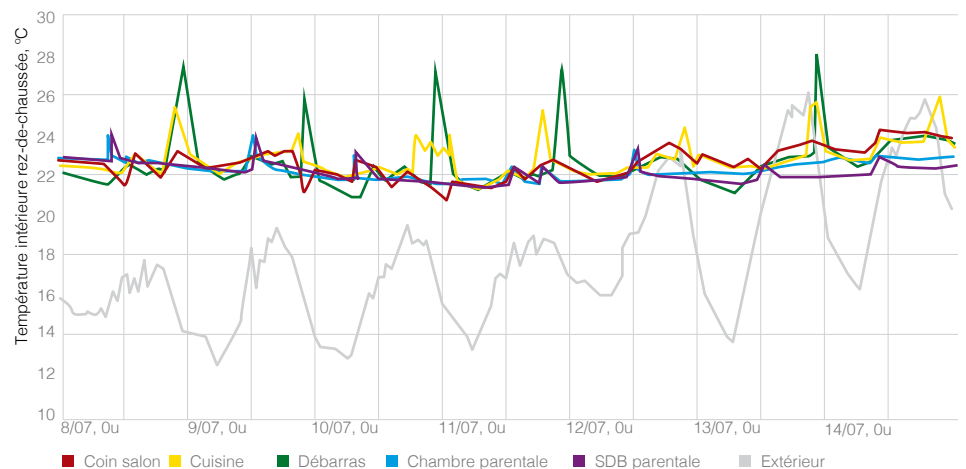
Dans l'intervalle, ces simulations ont été confirmées par des mesures sur place.

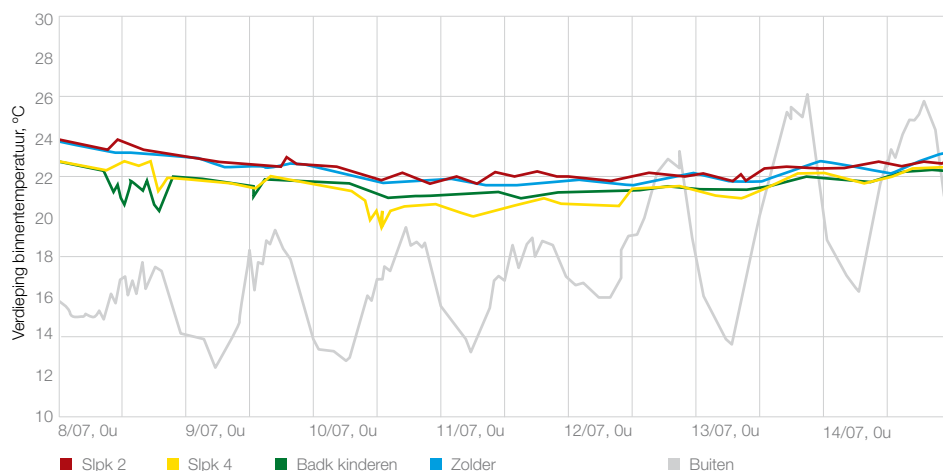
Monitoring

Les graphiques suivants représentent l'évolution de la température intérieure durant une semaine de juillet pour les diverses pièces de la maison massive passive. Ce graphique reflète une évolution ou un lissage constant de la température intérieure, à l'exception de quelques pics, dont on peut déduire des actions comme l'ouverture d'une fenêtre, une douche prise par l'occupant, la cuisine, la présence d'un lave-linge et d'un sèche-linge (débarras), etc.

capacité de stockage

Nous constatons cependant que, notamment grâce à la capacité de stockage des murs massifs en terre cuite érigés avec des blocs pour murs intérieurs Porotherm, les pics disparaissent et se normalisent rapidement.





Les études abordées ci-avant montrent incontestablement qu'opter pour des murs creux isolés érigés avec des blocs pour murs intérieurs Porotherm équivaut à opter pour le confort thermique au meilleur prix, tant en été qu'en hiver.

confort thermique

QUE FAUT-IL RETENIR?

- En général, plus le bloc sera léger, plus la valeur λ sera faible et donc plus le bloc sera isolant.
- Dans le cadre de la réglementation PEB en Belgique, les calculs s'effectuent avec les valeurs λ_{ui} et λ_{ue} . Attention lorsque vous comparez la valeur lambda de différents blocs pour murs intérieurs: comparez les bonnes valeurs entre elles.
- Les blocs pour murs intérieurs Porotherm pour maçonnerie traditionnelle permettent d'atteindre une valeur $\lambda_{ui} = 0,26 \text{ W/mK}$!
- Les blocs Porotherm PLS *Lambda* pour maçonnerie collée permettent d'atteindre une valeur $\lambda_{ui} = 0,185 \text{ W/mK}$. Il s'agit de la solution 'rouge' pour les nœuds constructifs.
- Pour calculer la valeur U d'un mur creux isolé, consultez le module de calcul sur www.porotherm.be
- Un mur creux isolé érigé avec des blocs pour murs intérieurs Porotherm garantit un confort thermique optimal: le mur possède une excellente capacité thermique ainsi qu'une atténuation importante de l'amplitude thermique et un long déphasage. La solution idéale lorsque vous aspirez à un climat intérieur constant.
- Les murs creux érigés avec des blocs pour murs intérieurs Porotherm forment une solution robuste et indépendante de l'utilisateur pour des habitations présentant des besoins nets en énergie minimum ainsi qu'un niveau E minimal au prix de revient le plus bas.
- Les murs creux érigés avec des blocs pour murs intérieurs Porotherm garantissent la réalisation d'habitations offrant le meilleur confort thermique, tant en été qu'en hiver.

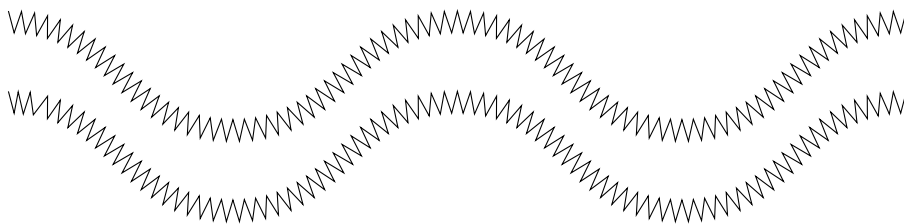


3.6. LE BRUIT

3.6.1 QU'EST-CE QUE LE BRUIT?

Pour comprendre ce qu'est le bruit, il convient de comprendre ce que sont les ondes mécaniques. Les ondes mécaniques sont des ondes qui utilisent un médium déterminé (l'air, l'eau, etc.) pour propager l'énergie en faisant entrer les particules de ce médium en vibration. Lorsque la vibration ou le mouvement de ces particules s'effectue perpendiculairement au sens de propagation de l'énergie, on parlera d'onde transversale. Celle-ci est comparable aux mouvements ondulés que l'on peut créer dans une corde ne faisant bouger celle-ci de haut en bas.

onde transversale



Lorsque la propagation de l'énergie s'effectue parallèlement aux vibrations, on parlera d'onde longitudinale. Celle-ci est comparable à un ressort qui se comprime puis se détend à nouveau.

onde longitudinale



Le bruit constitue un exemple typique d'onde longitudinale, une succession de variations de la pression dans la même direction que la propagation de l'énergie. Dans le schéma ci-dessous, cette succession de variations de pression est clairement visible à travers les endroits où les lignes se rapprochent (surpression) et les endroits où celles-ci s'écartent (dépression). Il est important de faire remarquer que les particules bougent autour d'un état d'équilibre et que la plupart des ondes sonores ne connaissent aucun déplacement physique. La vitesse de propagation d'une onde sonore dans l'air est d'environ 340 m/s.

La fréquence équivaut au nombre de variations de pression, la différence entre la surpression et la dépression, d'une onde sonore en 1 seconde. L'unité est le Hertz (1 Hertz = 1 variation de pression/seconde). L'oreille humaine peut percevoir des ondes sonores entre 20 et 20.000 Hz. Plus la fréquence est élevée, plus le timbre perçu sera élevé. L'oreille perçoit mieux les tonalités de haute fréquence que les tonalités de basse fréquence.

fréquence

L'amplitude correspond à la variation maximale de la pression d'une onde sonore. L'unité est Pa (1 Pa = 1 N/m²). Lorsque cette variation de pression franchit une valeur seuil, nous percevons celle-ci sous la forme d'un bruit. Dépendant de la fréquence, cette valeur seuil sera typiquement plus élevée pour les basses fréquences que pour les hautes fréquences. L'oreille est sensible à des variations de pression de 2.10⁻⁵ Pa (seulement 5 milliardièmes de la pression atmosphérique!) jusqu'à 20 Pa. Plus l'amplitude est grande, plus le son est fort.

amplitude

Élément important: l'ouïe humaine ne peut percevoir qu'une partie limitée des ondes sonores. Ce que l'on appelle le champ audible. En raison des fortes variations de pression, on est passé d'une échelle linéaire à une échelle logarithmique.

niveau sonore

Le bruit est défini par le niveau de pression acoustique L_p ('L' de 'level'):

$L_p = 10 \log (p^2/p_{ref}^2)$, exprimé déciBel
avec

p = la variation de pression du bruit en Pa

p_{ref} = la pression acoustique de référence = $2 \cdot 10^{-5}$ Pa

Etant donné que L_p est un rapport, la grandeur est sans unité. dB n'est par conséquent pas une unité non plus et s'utilise uniquement, comme par exemple le '%', pour faire référence à la conversion en logarithme.

1 + 1 = 3

Lorsque nous comptons en dB, 1 + 1 n'équivaut pas à 2. Un doublement du nombre de sources sonores de même puissance, exprimée en Watt, signifie un doublement de l'intensité du bruit. Un doublement de l'intensité du bruit engendrera une augmentation du niveau sonore de 3 dB. Le niveau sonore total d'un nombre x de sources de bruit ayant chacune un niveau sonore distinct de 'n' dB sera de $[n + 10 \log (x)]$ dB. Pour augmenter le niveau sonore de 10 dB, la source de bruit devra donc être multipliée par 10:

■ x 2 ■ ■

50 dB 53 dB > donc + 3 dB

■ x 10 ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■

50 dB 60 dB > donc + 10 dB

3.6.2. QUELLES SONT LES NORMES EN VIGUEUR?

On distingue en principe quatre grands types de normes acoustiques:

- Normes relatives aux exigences
- Normes relatives à la valeur unique
- Normes relatives aux méthodes de mesure
- Normes relatives aux méthodes de calcul

normes belges

Les exigences acoustiques pour la Belgique sont consignées dans les normes suivantes:

- NBN S 01-400-1 (depuis janvier 2008) pour les immeubles d'habitation
- NBN S 01-400-2 (depuis décembre 2012) pour les bâtiments scolaires
- NBN S 01-400 (depuis 1977) & NBN S 01-401 (depuis 1983) pour tous les autres bâtiments.

Il s'agit de normes nationales, ce qui signifie que ces exigences sont déterminées en Belgique et peuvent différer des exigences préconisées dans d'autres pays européens.

La comparaison des performances acoustiques des éléments de construction et bâtiments s'effectue généralement sur base de valeurs uniques, reconnaissables au suffixe 'w' (R_w , $D_{nT,w}$,...). Les exigences établies pour la Belgique sont également des valeurs uniques. L'Europe a rédigé des normes pour convertir les résultats des mesures, qui s'effectuent par bande d'octave ou de tiers d'octave, en valeur unique pondérée. Cette valeur peut être comparée à une moyenne acoustique du spectre de mesure. Ce qui permet de comparer rapidement les produits de construction et bâtiments entre eux.

La détermination de la valeur unique s'effectue au moyen des normes suivantes:

- NBN EN ISO 717-1 pour l'isolation aux bruits aériens
- NBN EN ISO 717-2 pour l'isolation aux bruits de choc

Les résultats de l'indice d'affaiblissement acoustique aux bruits aériens des portes, murs et planchers déterminés en laboratoire sont indiqués par la lettre R. Pour les bruits de choc déterminés en laboratoire, on utilise L_n .

Si les mesures sont effectuées sur place, il sera pratiquement impossible de déterminer les performances d'un élément individuel. C'est pourquoi les résultats sont donnés entre deux pièces ou entre une pièce et l'extérieur. Les résultats de ces mesures se traduisent par la D_{nT} pour la différence de niveau sonore pour l'isolation aux bruits aériens et L'_{nT} pour le niveau des bruits de choc. Remarquez que l'on parle pour les bruits aériens d'une différence de niveau, de telle sorte que la valeur mesurée devra donc être la plus élevée possible tandis que l'on parle pour les bruits de choc d'un niveau. De telle sorte que cette valeur sera de préférence la plus basse possible.

Nous nous limiterons ci-dessous à la réglementation relative à l'isolation aux bruits aériens et aux bruits de choc.

Notez que les normes n'imposent pas purement des limitations à l'isolation acoustique des murs, mais bien, plus globalement, à l'isolation acoustique entre locaux. L'architecte en portera la responsabilité. L'isolation acoustique des murs n'est qu'un aspect de l'isolation acoustique entre locaux. Fuites sonores, points faibles dans le mur, bruits latéraux, bruits indirects, etc., détermineront de manière radicale l'isolation acoustique réelle. L'isolation acoustique des murs représente seulement la limite supérieure réalisable, alors que ce sont les conditions limites qui établissent le résultat final.

valeur unique pour les bruits aériens:
plus elle est élevée, mieux c'est

valeur unique pour les bruits de choc:
plus elle est faible, mieux c'est

3.6.3. ISOLATION ACOUSTIQUE ENTRE LOCAUX

Dans le domaine professionnel de l'isolation acoustique, nous distinguons deux sous-aspects: d'une part la réverbération et l'absorption acoustique dans un local, et d'autre part l'isolation acoustique entre locaux. Seul ce dernier sous-aspect sera abordé ci-après.

Nous vous présenterons d'abord les diverses sortes de bruits, puis aborderons plusieurs grandeurs et exigences posées à ces grandeurs. Nous nous pencherons ensuite sur les murs mitoyens érigés avec des blocs céramiques pour murs intérieurs ainsi que sur les points d'attention pratiques pour un habitat silencieux. Enfin, nous vous présenterons les solutions que propose Wienerberger.

A. SORTES DE BRUITS

Il existe deux sortes de bruits: les bruits aériens et les bruits de choc. Nous n'approfondirons pas ici la notion de 'bruits indirects', c'est-à-dire la transmission de bruits entre locaux via les conduits de ventilation, gaines, faux plafonds, etc.

définition des bruits aériens

On entend par bruits aériens les ondes sonores générées par l'une ou l'autre source sonore dans la pièce. Il n'y a ici pas de contact direct entre la source sonore et les murs séparatifs. Les discussions, la radio, la télévision, un instrument de musique... font vibrer l'air et constituent des exemples de bruits aériens. Les bruits de choc proviennent d'une source qui, par contact, fait vibrer une partie de la structure (un plancher, un mur, un escalier, etc.). En vibrant, la structure fait à son tour vibrer l'air qui l'entoure. Les va-et-vient du voisin du dessus, des coups de marteau, une porte qui se ferme, etc., constituent des exemples de bruits de choc.

définition des bruits de choc

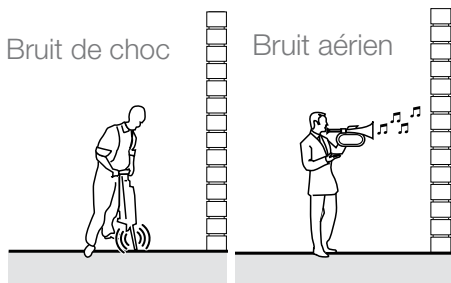
Transmission des bruits aériens:

source -> air -> structure -> air -> personne qui les perçoit.

Transmission des bruits de choc:

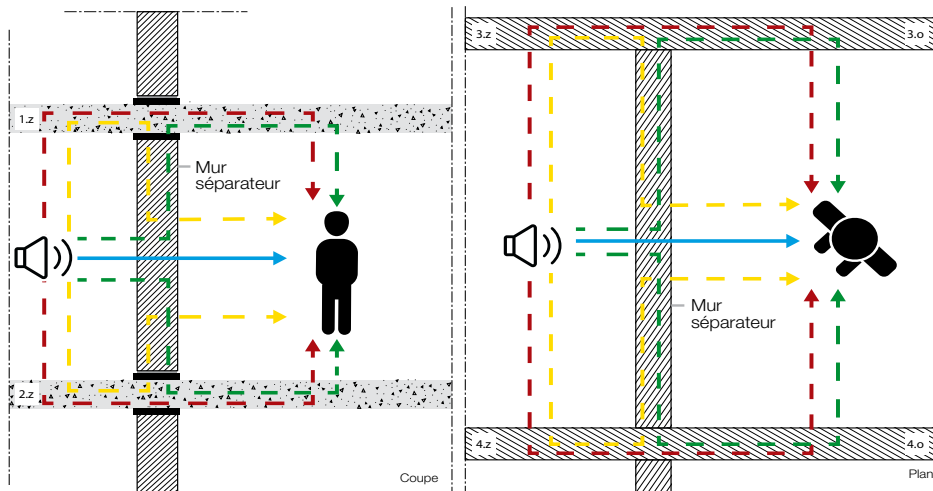
source -> structure -> air -> personne qui les perçoit.

Pour une bonne isolation acoustique entre différents locaux, il faut tenir compte de deux aspects: l'isolation aux bruits aériens et l'isolation aux bruits de choc.



B. LA TRANSMISSION DES BRUITS AÉRIENS

Deux facteurs revêtent de l'importance pour la transmission des bruits aériens: la transmission directe et la transmission latérale.



Pour la transmission directe, les ondes sonores font vibrer le mur mitoyen ou le plancher côté émetteur. Ces vibrations se propagent ensuite du côté récepteur par le mur mitoyen ou le plancher, à nouveau sous forme de bruit. Cette voie de transmission est indiquée sur le schéma par la flèche bleue continue. Le schéma représente deux pièces adjacentes.

voie de transmission directe

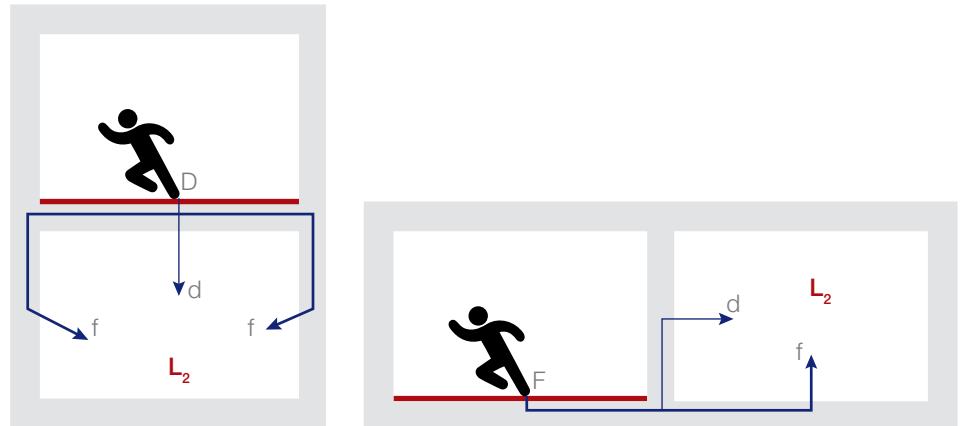
Outre la voie de transmission directe, le bruit pourra aussi se propager vers le local de réception via d'autres voies. Les ondes sonores feront en effet également vibrer les autres murs et planchers environnants. A leur tour, ces murs et planchers transmettront les vibrations aux éléments de construction du local de réception, où elles se propageront à nouveau sous forme de bruit. Ainsi s'explique la transmission latérale des bruits.

voie de transmission latérale

Sur le schéma, les différentes voies de transmission latérale sont représentées par des traits pointillés. Par jonction, c'est-à-dire l'endroit où se rencontrent les éléments de construction, ont été dessinés trois traits pointillés, ce qui signifie qu'il y a ainsi trois voies de transmission latérale différentes. Une pièce délimitée par deux murs et deux planchers qui se prolongent à la pièce adjacente présente donc 4 jonctions et, par conséquent, $4 \times 3 = 12$ voies de transmission latérale des bruits aériens. Avec la voie de transmission directe, cela fait donc en tout 13 voies par lesquelles les vibrations sonores peuvent se propager d'un local à l'autre.

13 voies

C. LA TRANSMISSION DES BRUITS DE CHOC



Il est également question de transmission directe et de transmission latérale pour les bruits de choc. La puissance du bruit généré par des sources de bruits de choc sera généralement beaucoup plus élevée que celle des bruits aériens entrants, de telle sorte que les bruits de choc seront plus rapidement perçus comme dérangeants.

Le schéma ci-dessus montre que dans le cas de deux pièces superposées, le bruit se propagera non seulement par la dalle de plancher, par transmission directe des bruits de choc, mais aussi par tous les murs reliés à la dalle de plancher par des liaisons dures, c'est-à-dire par transmission latérale des bruits de choc.

Pour deux pièces superposées, il n'y aura par jonction qu'une seule voie de transmission latérale des bruits de choc: via la dalle de plancher vers le mur. Dans le cas d'une dalle de plancher appuyée sur les quatre côtés, cela se traduira par quatre voies de transmission latérale des bruits de choc.

Entre deux pièces adjacentes, il n'y aura qu'une seule jonction à hauteur du mur mitoyen et de la dalle de plancher. Cette jonction renfermera deux voies de transmission latérale des bruits de choc.

chape flottante

Une chape flottante avec une couche d'atténuation des vibrations constituera la solution constructive pour atténuer la transmission directe et latérale des bruits de choc.

La souplesse du ressort entre la chape et le sol portant représente une mesure de l'efficacité de la réduction des bruits de choc de la chape flottante. Celle-ci est caractérisée par la valeur ΔL_w que l'on retrouve dans la documentation technique. Une valeur ΔL_w plus élevée signifie un ressort plus souple, ce qui entraînera une isolation supérieure aux bruits aériens et de choc.

D. FACTEURS D'INFLUENCE GÉOMÉTRIQUES

Les performances acoustiques sur place ne seront pas uniquement déterminées par l'isolation acoustique contre la transmission directe et latérale tant pour les bruits aériens que pour les bruits de choc.

La superficie du mur séparatif et le volume du local de réception jouent également un rôle pour l'isolation aux bruits aériens. Plus la superficie du mur séparatif sera grande, plus le bruit pourra rayonner. Plus le local de réception sera grand, moins la source sonore sera ressentie comme gênante. Lorsque la profondeur du local de réception dépassera 3 m à partir du mur séparatif, la sensation de confort acoustique sera meilleure. Pour les locaux adjacents, cette profondeur sera régulièrement supérieure à 3 mètres. Pour les locaux superposés, la hauteur sera généralement inférieure, ce qui aura dès lors un effet négatif sur l'isolation aux bruits aériens in situ.

Plus le local de réception sera grand, moins les bruits de choc seront également perçus comme gênants. Le bruit de hauts talons, par exemple, se diffusera en effet sur la dalle de sol et rayonnera vers la pièce sous-jacente. La surface de séparation ne jouera ici aucun rôle, seul le volume du local de réception exercera ici une influence.

E. GRANDEURS ET EXIGENCES

	En laboratoire	In situ
Isolation acoustique aux bruits aériens	$R_w(C;C_{tr})$	$D_{nT,w}$
Isolation acoustique aux bruits de choc	$L_{n,w}(C)$ of $L'_{n,w}(C)$	$L'_{nT,w}$

Isolation aux bruits aériens: $R_w(C;C_{tr})$, $D_{nT,w}$ en $D_{nT,A}$

L'isolation aux bruits aériens d'un élément de construction, déterminée en laboratoire, est indiquée à l'aide de la norme NBN EN ISO 717-1 par un nombre: l'indice d'affaiblissement acoustique pondéré avec termes correctifs, qui a comme symbole: $R_w(C;C_{tr})$

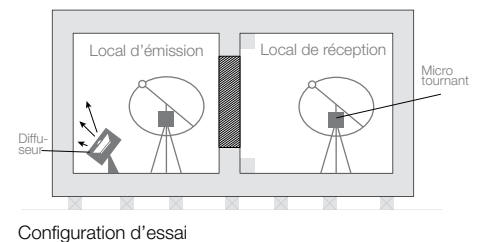
En fonction de la nature du bruit, on utilisera la valeur ($R_w + C$) ou la valeur ($R_w + C_{tr}$):

- **$R_w + C$ sera utilisé pour le bruit à moyenne et haute fréquence:** enfants qui jouent, activités humaines (conversation, musique, radio, TV), trafic autoroutier (> 80 km/h), trafic ferroviaire à vitesse moyenne ou élevée, avion à réaction à courte distance, usines émettant un bruit à moyenne ou haute fréquence.
- **$R_w + C_{tr}$ sera utilisé pour le bruit basse fréquence:** musique de discothèque, trafic routier urbain, trafic ferroviaire à basse vitesse, avion à réaction à grande distance, avion à hélices, usines émettant un bruit à basse ou moyenne fréquence.

Les fuites sonores, les bruits latéraux et les bruits indirects ont cependant pour conséquence le fait que l'isolation aux bruits aériens du mur séparatif correspond seulement à la limite supérieure de l'isolation acoustique réelle entre les locaux.

L'isolation acoustique mesurée sur place sera identique dans les meilleures conditions, mais généralement inférieure à l'isolation acoustique du mur séparatif mesurée en laboratoire. On définit $D_{nT,w}$ comme une valeur unique pour l'isolation acoustique standardisée sur place.

superficie du mur séparatif et volume du local de réception



Les exigences belges actuelles dans la norme concernent des valeurs $D_{nT,w}$. Il est cependant possible que, lors de la révision de la norme, ces exigences soient associées à des valeurs $D_{nT,A}$, qui seront obtenues via la formule suivante:

$$D_{nT,A} = D_{nT,w} + C$$

Isolation aux bruits de choc: $L_{n,w}(C_1)$ of $L'_{n,w}(C_1)$, $L'_{nT,w}$ et L'_I

Le niveau de pression acoustique pour les bruits de choc est provoqué par un appareil de frappe normalisé dans le local voisin, mesuré en conditions de laboratoire et réduit, selon la norme NBN EN ISO 717-2, à une valeur unique pour le niveau de pression acoustique des bruits de choc normalisé $L_{n,w}(C_1)$ ou $L'_{n,w}(C_1)$.

L'accent signifie une valeur mesurée dans un laboratoire où la transmission latérale du bruit n'est pas exclue. C_1 est un terme d'adaptation spectrale qui tient compte d'éventuels pics dans les basses fréquences. Pour les sols portants massifs munis d'un revêtement de sol efficace, C_1 est nul, C_1 est positif pour les planchers en bois et est d'environ -15 pour les dalles en béton massif nues. $L_{n,w} + C_1$ constitue une bonne mesure pour la gêne ressentie par rapport aux bruits de pas.

Les niveaux de pression acoustique mesurés sur place donnent une valeur unique pour le niveau de pression acoustique des bruits de choc standardisé $L'_{nT,w}$.

Les exigences belges actuelles dans la norme concernent des valeurs $L'_{nT,w}$. Il est cependant possible que, lors de la révision de la norme, ces exigences soient associées à des valeurs L'_I qui seront obtenues via la formule suivante:

$$L'_I = L'_{nT,w} + C_1$$

Exigences imposées par la norme NBN S01-400-1 pour les immeubles d'habitation

On distingue deux niveaux:

- les exigences pour assurer un 'confort acoustique normal (CAN)'
- les exigences pour assurer un 'confort acoustique supérieur (CAS)'

Les exigences de la première catégorie (CAN) forment un compromis entre les coûts de construction et le confort acoustique et sont destinées à satisfaire une large majorité des occupants, avec une protection acoustique contre les nuisances sonores normales des voisins.

Les exigences de la seconde catégorie (CAS) tiennent compte du niveau de confort acoustique et visent à satisfaire plus de 90% des occupants quant à l'isolation aux bruits aériens et de choc en cas de nuisances sonores normales.

Les exigences relatives à un confort acoustique supérieur sont uniquement d'application lorsque les initiateurs du projet de construction ont formulé des souhaits spécifiques en ce sens ou lorsque le vendeur ou loueur a promis cette propriété aux futurs occupants.

Outre pour l'isolation aux bruits aériens et de choc, des exigences sont également posées pour l'isolation aux bruits de façade, pour les bruits d'installation et pour l'absorption acoustique minimale dans les couloirs et halls communs des immeubles à appartements. Nous nous limiterons ici aux exigences posées aux murs mitoyens et aux murs intérieurs d'une même maison pour l'isolation aux bruits aériens et de choc.

Le tableau indique les exigences concernant l'isolation aux bruits aériens et de choc pour des maisons mitoyennes et appartements nouveaux et parachevés.

	LOCAL D'ÉMISSION hors de l'habitat	LOCAL DE RÉCEPTION dans l'habitat	CAN	CAS
Bruits aériens	Tout type de local	Tout type de local à l'exception d'un local technique ou hall d'entrée	$D_{nT,w} \geq 54$ dB	$D_{nT,w} \geq 58$ dB
	Tout type de local d'une nouvelle maison mitoyenne	Tout type de local (nouvelle maison mitoyenne) à l'exception d'un local technique	$D_{nT,w} \geq 58$ dB	$D_{nT,w} \geq 62$ dB
Bruits de choc	Tout type de local	Tout type de local à l'exception d'un local technique ou hall d'entrée	$L'_{nT,w} \leq 58$ dB	$L'_{nT,w} \leq 50$ dB

	LOCAL D'ÉMISSION dans l'habitat	LOCAL DE RÉCEPTION dans l'habitat	CAN	CAS
Bruits aériens	Chambre, cuisine, living, salle de bains	Chambre, bureau pour étudiant	$D_{nT,w} \geq 35$ dB	$D_{nT,w} \geq 43$ dB
Bruits de choc	Chambre, cuisine, living, salle de bains	Chambre, bureau pour étudiant	-	$L'_{nT,w} \leq 58$ dB

Remarquez ici que les exigences posées à $D_{nT,w}$ sont plus sévères au fur et à mesure que la valeur unique augmente. Il s'agit en effet d'un indice d'affaiblissement acoustique: plus le nombre est élevé, plus l'affaiblissement des bruits aériens est important, et meilleure est l'isolation acoustique.

exigences plus sévères lorsque $D_{nT,w}$ est plus élevée

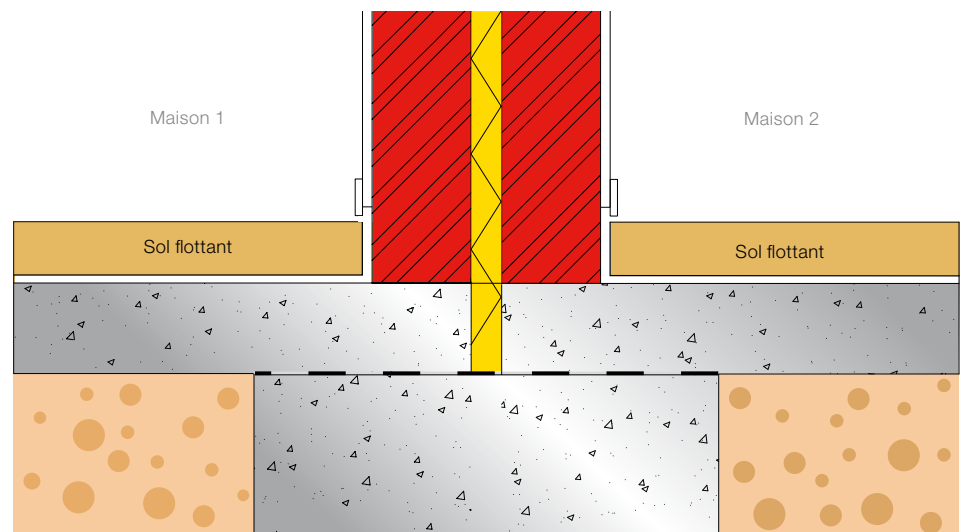
Les exigences posées à $L'_{nT,w}$, par contre, deviennent plus sévères au fur et à mesure que la valeur unique baisse. Il s'agit en effet ici d'un niveau de pression acoustique: moins le nombre est élevé, moins on perçoit les bruits de choc dans le local sous-jacent, et donc meilleure est l'isolation acoustique aux bruits de choc.

exigences plus sévères lorsque $L'_{nT,w}$ est moins élevée

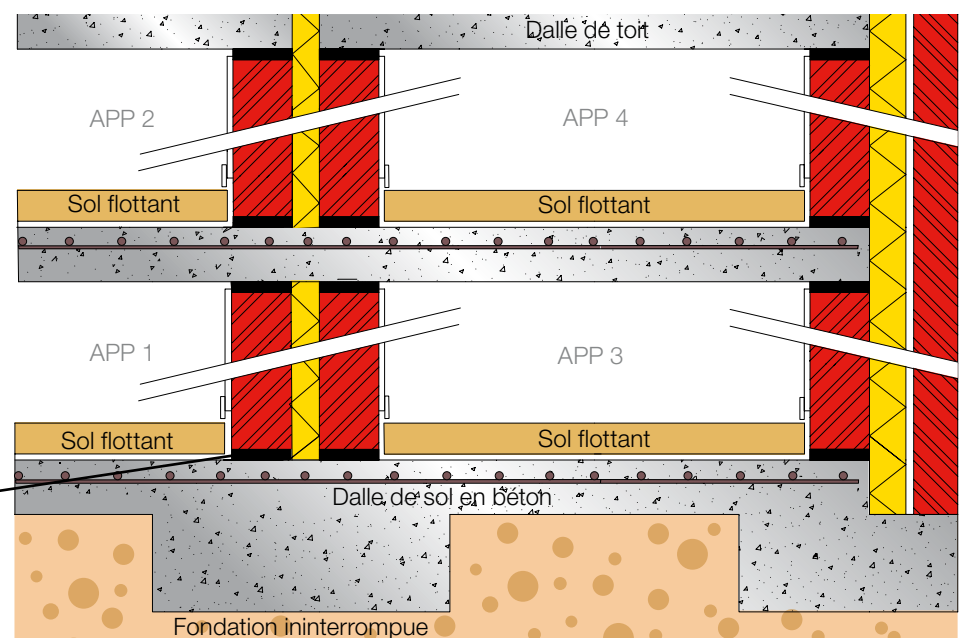
3.6.4. MURS MITOYENS ÉRIGÉS AVEC DES BLOCS CÉRAMIQUES POUR MURS INTÉRIEURS

Le principe masse-ressort-masse est prescrit comme la solution acoustique par excellence pour les murs mitoyens érigés avec des blocs céramiques pour murs intérieurs. La masse joue un rôle important, mais la désolidarisation acoustique augmentera fortement les performances acoustiques. L'utilisation de systèmes de désolidarisation acoustique, c'est-à-dire de bandes d'isolation acoustique, au pied et en tête des murs a déjà démontré son utilité. Ces bandes murales sont indispensables dans un concept avec des sols en béton continu où est escompté un bon confort acoustique.

Principe de conception: maisons



Principe de conception: appartements



SonicStrips: bandes d'isolation acoustique

Les bandes en caoutchouc permettent de désolidariser les murs des dalles de sol et/ou hourdis et, ce faisant, de réduire les bruits latéraux.

A. COMMENT AMÉLIORER L'ISOLATION AUX BRUITS AÉRIENS?

L'isolation aux bruits aériens d'un mur séparatif sera meilleure lorsque la masse du mur est plus élevée ou lorsque le mur est doublé selon le principe masse-ressort-masse, ou en combinant ces deux solutions.

Des murs lourds entraîneront une meilleure isolation acoustique, parce qu'ils seront plus difficilement mis en vibration par une onde sonore, mais élever la masse du mur séparatif entraînera quelques inconvénients importants: un mur lourd épais nécessitera des fondations plus larges et plus lourdes, de grandes déperditions de chaleur par conduction resteront présentes et les bruits de choc continueront de poser problème.

Chaque matériau possède une fréquence propre à laquelle il vibrera plus facilement. Lorsque la fréquence de l'onde sonore entrante coïncide avec la fréquence propre du mur, l'isolation acoustique sera mauvaise. Cette fréquence dépendra de la résistance à la flexion et de la masse surfacique du matériau. Sur le schéma ci-contre, la ligne verte indique le lien entre l'isolation acoustique et la fréquence pour un mur simple.

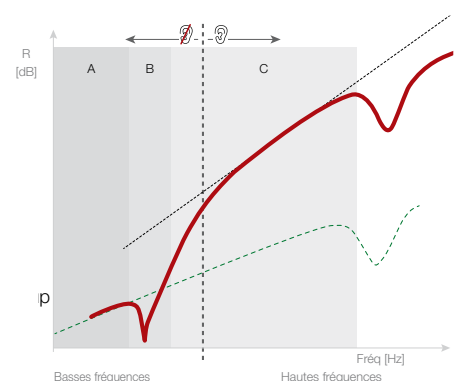
Doubler un mur aura pour conséquence le fait que les deux éléments du mur se comporteront comme un système masse-ressort-masse à certaines fréquences. L'isolation sera meilleure par rapport à un mur simple d'un poids total identique. Les blocs pour murs intérieurs formeront la masse, tandis que l'isolation dans le creux entre les deux parois constituera le ressort. En d'autres termes, le matériau isolant souple atténuera les ondes sonores. En plus, cela permettra de satisfaire à la réglementation PEB.

Les murs doubles érigés selon le principe masse-ressort-masse sont beaucoup plus efficaces pour atteindre des performances d'isolation acoustique élevées que les murs simples de même poids global (cf. la ligne rouge sur le schéma).

Pour les très basses fréquences, l'isolation acoustique sera similaire pour les deux murs (zone A). Lorsque la fréquence augmente (zone B), le système masse-ressort-masse atteindra rapidement sa fréquence de résonance, mais ensuite l'isolation acoustique augmentera très rapidement (zone C). Cette augmentation s'effectuera de manière beaucoup plus rapide qu'avec des murs simples de même masse totale. Pour les fréquences plus élevées, on obtiendra par conséquent une isolation acoustique beaucoup plus élevée qu'avec des murs simples.

Si vous souhaitez une isolation acoustique élevée, il sera préférable que la fréquence de résonance soit inférieure à 50 Hz. La sensibilité auditive augmente rapidement dans les basses fréquences (< 125 Hz). Néanmoins, il est important d'accorder de l'attention à l'isolation acoustique dans la zone des basses fréquences, d'autant plus parce que l'ouïe de l'homme ressentira les petites augmentations du volume sonore dans la zone des basses fréquences (< 125 Hz) comme plus puissantes qu'une même augmentation dans la zone des moyennes fréquences. Cela signifie que, pour les nuisances sonores des voisins comme la musique, la télévision, les jeux vidéo, etc., avec des beats puissants (fréquence d'environ 63 Hz), le bruit perçu des voisins sera plus rapidement ressenti comme gênant. Une isolation acoustique défectueuse consécutive à une fréquence de résonance trop élevée se produira surtout dans les constructions légères, comme les constructions à ossature bois. Dans le cas d'un mur mitoyen érigé avec des blocs céramiques pour murs intérieurs et un creux de 4 cm rempli d'un isolant souple, la fréquence de résonance sera suffisamment basse pour ne pas être ressentie comme gênante.

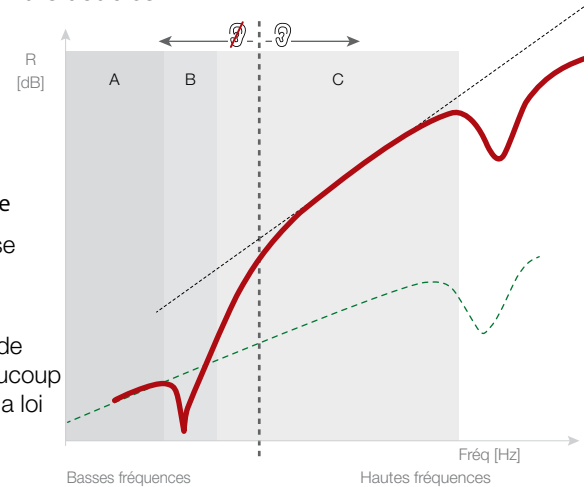
les murs lourds garantissent une meilleure isolation acoustique
les inconvénients d'un mur lourd



masse-ressort-masse = isolation acoustique efficace

Plus le bloc céramique pour murs intérieurs sera lourd, meilleure sera l'isolation acoustique du système masse-ressort-masse.

Résumé du fonctionnement des murs doubles



Trois zones importantes dans la courbe

- A. Le système suit la loi de la masse
- B. L'isolation abaisse la fréquence de résonance
- C. La résilience 'transmet mal' l'onde acoustique et l'isolation est beaucoup plus élevée qu'escompté selon la loi de la masse

B. COMMENT AMÉLIORER LA RÉSISTANCE AUX BRUITS DE CHOC?

Tous les bruits de choc possibles, tels que par exemple portes qui se referment, moteurs d'ascenseur, déplacements de mobilier, voisins du dessus qui marchent, etc., produisent des vibrations puissantes et sont à la base de nombreuses plaintes relatives au niveau des bruits de choc dans le local de réception.

Dans les immeubles à appartements par exemple, les vibrations dans le mur ou sol percuté se propageront dans toutes les directions, donc tant vers le voisin du dessous, que vers les voisins d'à côté et même vers le voisin du dessus.

Pour atteindre un niveau de bruits de choc suffisamment bas dans le local de réception, une structure correctement détaillée du sol s'avère indispensable.

On obtiendra une bonne réduction du niveau des bruits de choc:

- en empêchant que le sol puisse entrer en vibration, en appliquant sur celui-ci une moquette épaisse ou un autre matériau amortissant
- en empêchant que le sol puisse transmettre ses vibrations à la structure du bâtiment en utilisant une chape flottante, totalement désolidarisée de la structure portante.

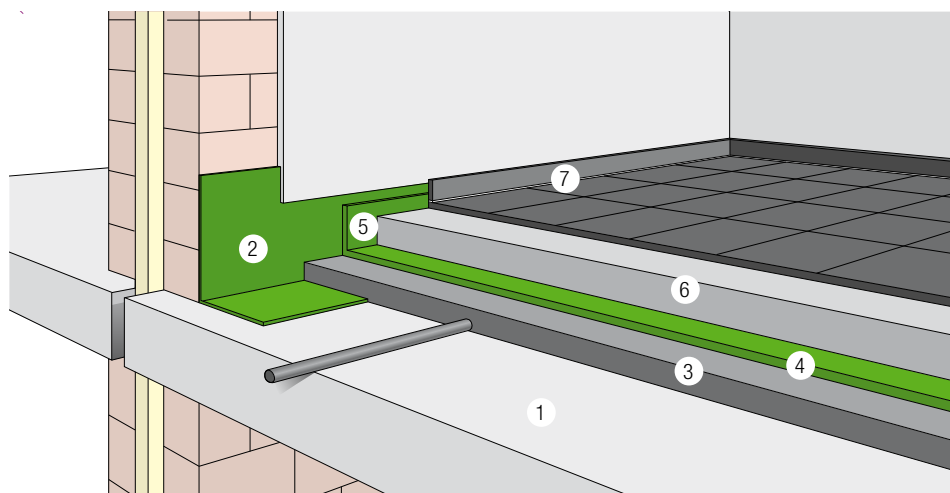
L'application de revêtements de sol souples uniquement (moquettes, linoléum, etc.) n'est pas suffisante selon la norme acoustique belge NBN S 01-400-1:2008 pour les immeubles d'habitation.

La norme stipule en effet que les exigences devront également être atteintes pour des sols sans revêtement. Une structure de sol flottante sera donc toujours nécessaire.

Composition d'une structure de sol flottant

La composition d'un sol flottant diffèrera suivant que des bandes d'isolation acoustique seront présentes ou non sous les murs.

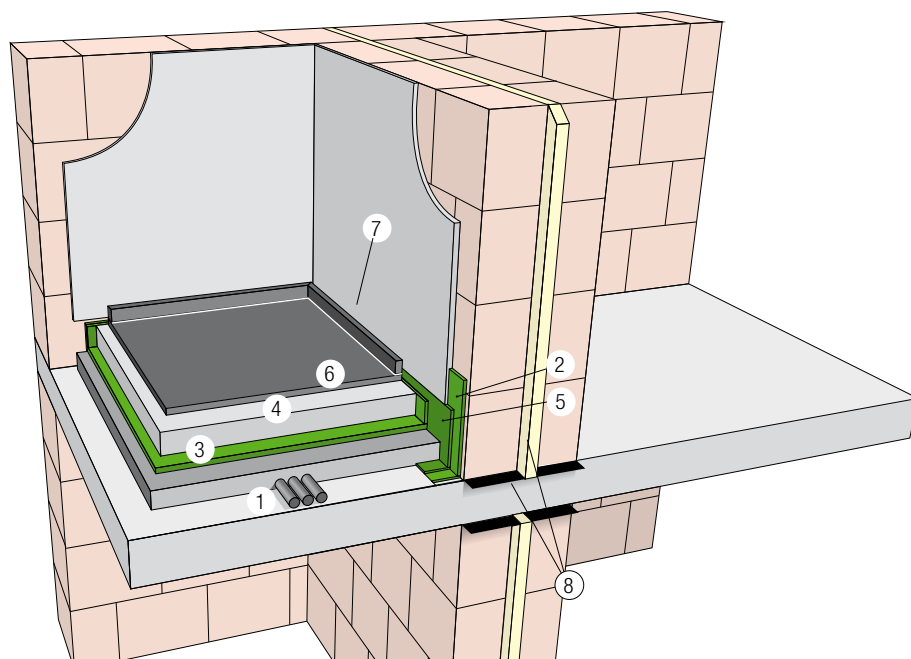
Le schéma ci-dessous représente la structure d'un sol flottant pour des constructions sans bandes d'isolation acoustique.



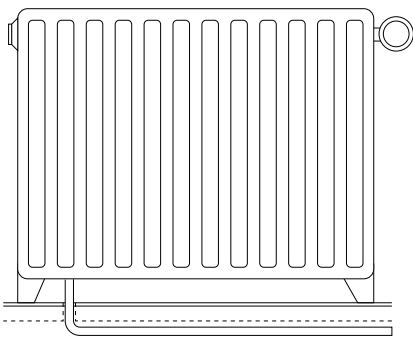
1. sol porteur
2. membrane d'étanchéité à l'air
3. couche de remplissage (à performances thermiques améliorées)
4. couche intermédiaire élastique
5. isolation périphérique
6. chape
7. joint souple entre la plinthe et le sol

En cas d'utilisation de membranes d'étanchéité à l'air, l'isolation périphérique devra être découpée au moyen d'un couteau sécurisé spécial afin de ne pas couper à travers la membrane d'étanchéité à l'air.

Le schéma ci-dessous représente la structure d'un sol flottant pour des constructions avec bandes d'isolation acoustique.



1. sol porteur
2. membrane d'étanchéité à l'air
3. couche de remplissage (à performances thermiques améliorées)
4. couche intermédiaire élastique
5. isolation périphérique
6. chape
7. joint souple entre la plinthe et le sol
8. SonicStrip



Les tuyauteries ne peuvent pas relier la chape à la structure portante.

Dans ce cas, l'étanchéité à l'air sera toujours garantie par l'application d'une membrane d'étanchéité à l'air. Un cimentage formera le pont acoustique entre le mur et le sol porteur. Il faudra prévoir des bandes périphériques avant de placer la couche de remplissage. Si vous ne le faites pas, le mur séparatif supérieur sera tout de même couplé au sol porteur.

Points d'attention:

- La couche antivibratoire sous une chape flottante ne doit pas être trop rigide (pas d'isolant dur)
- il ne peut y avoir des ponts de contact entre la chape flottante et la structure portante:
 - les tuyauteries ne peuvent pas relier la chape flottante à la structure
 - les plinthes au pied des murs ne peuvent entrer en contact avec la chape flottante
 - une isolation périphérique doit être placée entre le mur et la chape flottante
 - la couche intermédiaire élastique ne devra pas être perforée par des granulats, des clous, etc.
 - la couche intermédiaire élastique doit être posée en respectant un chevauchement suffisant
 - en cas de couches intermédiaires élastiques poreuses, un film PE devra être posé au-dessus de la couche pour empêcher la pénétration du mortier de chape dans la couche.

A partir de quelques ponts de contact seulement, l'isolation acoustique baissera rapidement:

- les tuyauteries doivent toujours être appliquées dans une couche de remplissage afin que la couche intermédiaire élastique puisse être posée sur un support bien plat
- lorsque la pièce sous-jacente n'est pas une pièce de séjour soumise à des exigences acoustiques, il faudra également prévoir une isolation des bruits de choc.

C. COMMENT RÉALISER LE RACCORD À UN TOIT PLAT?

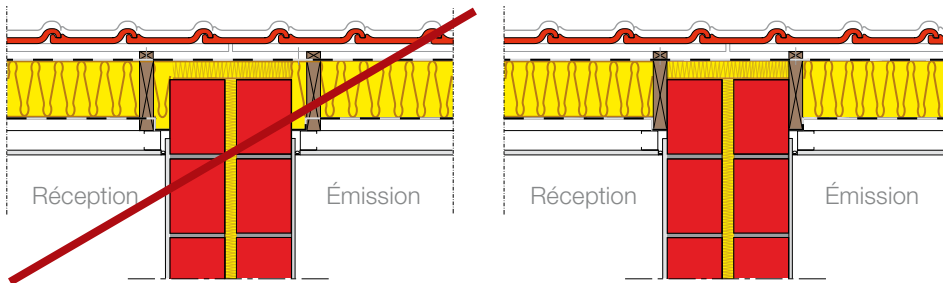
Raccorder le mur mitoyen à la structure du toit nécessite une attention particulière. Il faudra éviter des liaisons rigides entre les deux parois du mur ainsi qu'un affaiblissement de l'isolation acoustique par des bruits indirects.

Nous aborderons d'abord le raccord à une toiture à versants traditionnelle, puis les structures de toit à base de caissons chevronnés et panneaux sandwiches.

Toitures à versants à base de structures traditionnelles ou de fermettes préfabriquées

Il faudra éviter autant que possible les éléments de construction rigides continus créant des liaisons rigides avec les parois du mur mitoyen. La sous-toiture pourra éventuellement par contre se prolonger vu que les déperditions consécutives à celle-ci seront minimales.

La raison pour laquelle les exigences relatives à l'isolation aux bruits aériens ne seront pas atteintes concernera généralement les bruits indirects. Lorsque les chevrons ou jambes de fermette ne sont pas placés contre les parois du mur double, cela pourra entraîner un affaiblissement acoustique. Les bruits indirects pourront se propager du côté émetteur par la finition intérieure, poursuivre leur chemin à travers l'isolation thermique (qui offrira une faible isolation acoustique aux basses fréquences) pour, finalement, rayonner du côté récepteur via la finition intérieure. L'isolation acoustique pour cette voie de transmission atteindra généralement 50 dB, ce qui est insuffisant.

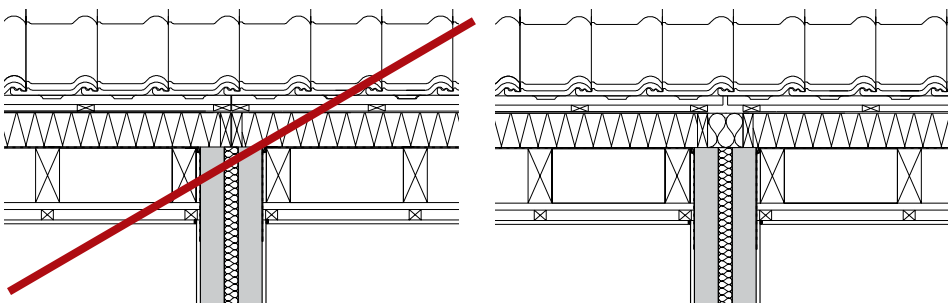


En plaçant le chevron ou la fermette contre les deux parois du mur, avec une fente de moins de 1 cm qui sera éventuellement obturée avec du mastic, et en utilisant un produit acoustiquement absorbant comme de la laine minérale, l'isolation acoustique pour cette voie de transmission sera considérablement améliorée. Dans ce cas, l'isolation acoustique dépassera généralement 60 dB. Le bruit éventuel qui pourrait s'infiltrer via les petits interstices entre les chevrons ou fermettes et les parois du mur concernera en règle générale des hautes fréquences et sera absorbé sans problème par la laine minérale.

Toitures à versants basées sur des caissons chevronnés et des panneaux sandwichs

Ces éléments de toiture sont généralement constitués d'une finition inférieure fine, de deux chevrons latéraux et d'un remplissage de mousse thermiquement isolante. Leur isolation acoustique est plutôt faible. Dans de nombreux cas, ces éléments de toiture seront posés en continu au-dessus du mur mitoyen.

Cela entraînera une très mauvaise isolation acoustique longitudinale. Sans faux plafond supplémentaire, l'isolation acoustique entre les deux logements pourra être inférieure à 30 dB. Il existera en outre un risque élevé de fuites sonores au niveau du raccord entre le mur mitoyen et les éléments de toiture, ce qui pourra encore aggraver la situation.



Pour remédier à cela et répondre aux exigences en matière de sécurité incendie et de nœuds constructifs, le schéma ci-dessus présente une solution possible.

Les éléments de toiture seront séparés l'un de l'autre à hauteur du mur mitoyen, mais ils continueront toutefois de reposer suffisamment sur le mur. Les interstices éventuels entre la maçonnerie et la face inférieure des caissons seront colmatés. Entre les caissons sera insérée de la laine minérale. Un écran de sous-toiture supplémentaire sera installé à hauteur du mur mitoyen. En cas d'exigences spécifiques posées en matière d'étanchéité à l'air, la finition inférieure des éléments de toiture sera raccordée aux parois du mur au moyen d'un film d'étanchéité à l'air.

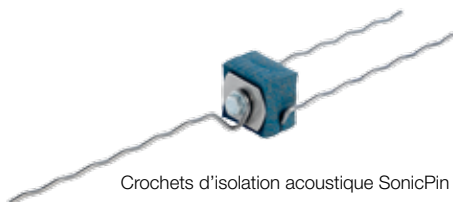
Afin de répondre aux critères pour un confort acoustique supérieur, il faudra, tant pour les maisons mitoyennes que pour les appartements, prévoir un faux plafond désolidarisé, et ce au moins d'un côté et de préférence des deux côtés, à base de 2 plaques de plâtre de 12,5 mm d'épaisseur.

De plus, l'application d'un tel faux plafond désolidarisé s'avèrera nécessaire dans de nombreux cas pour répondre aux exigences en matière d'isolation acoustique des façades.

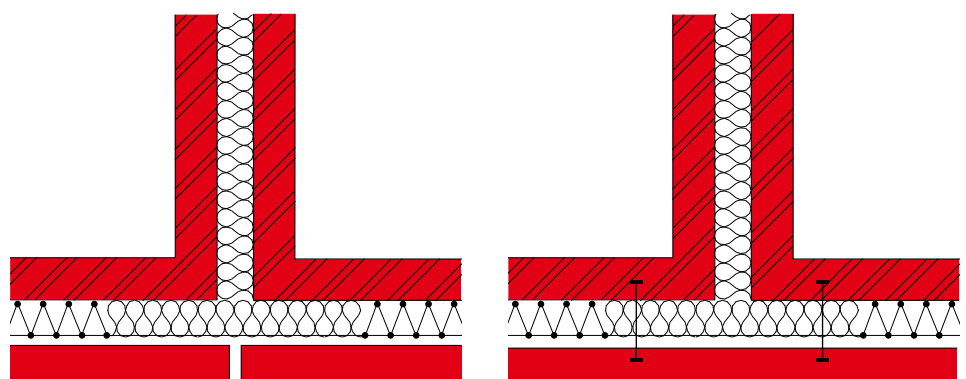
D. LA FAÇADE À HAUTEUR DU MUR MITOYEN

La paroi intérieure et la paroi extérieure du mur creux ne peuvent pas se prolonger de façon ininterrompue sur les deux unités d'habitation. Les parois intérieures seront séparées l'une de l'autre par un creux rempli d'une isolation souple. La maçonnerie de parement sera de préférence interrompue par un joint vertical élastique à hauteur des murs intérieurs mitoyens ou vous pourrez aussi avoir recours à des crochets d'isolation acoustique SonicPin.

Pour limiter la transmission de bruit via le creux ou l'isolation de creux du mur creux isolé, vous pourrez, à hauteur du mur mitoyen, placer une isolation thermique à cellules ouvertes comme isolation de creux. Le bruit dans le creux sera ainsi atténué. Il faudra accorder de l'attention à cette solution surtout en cas de présence de fenêtres à proximité du mur mitoyen.

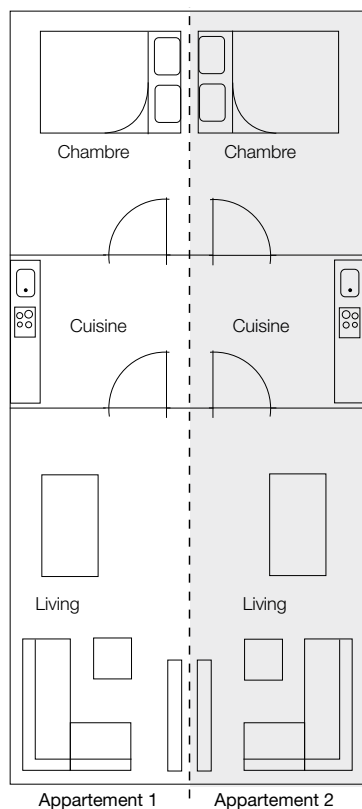


Pour répondre aux exigences en matière d'isolation acoustique des façades selon la norme NBN S01-400-1 et pour limiter la transmission par des bruits indirects, il faudra installer des grilles de ventilation insonorisées.

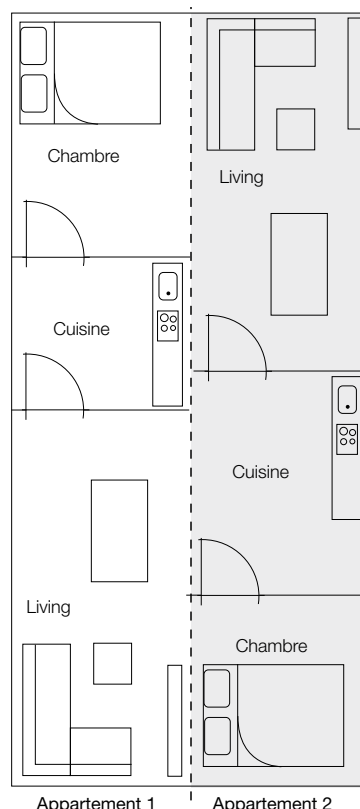


E. UNE CONCEPTION RÉFLÉCHIE PERMETTRA D'ÉVITER DES PLAINTES RELATIVES À L'ISOLATION ACOUSTIQUE

Une répartition et une disposition réfléchies des différentes unités d'habitation permettront d'éviter de nombreuses plaintes relatives à l'isolation acoustique.



RISQUE DE PLAINTES MOINS ÉLEVÉ



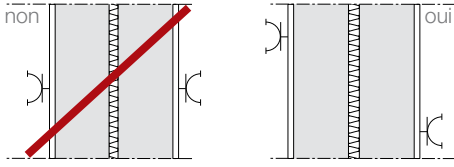
RISQUE DE PLAINTES PLUS ÉLEVÉ

Le confort acoustique sera supérieur lorsqu'un espace tampon tel que grenier, garage, etc., sera réalisé entre les contacts périphériques, comme les toitures et les fondations, et les étages où se situeront les chambres et les livings. Ces espaces tampons augmenteront les distances par rapport aux liaisons périphériques du mur mitoyen, ce qui entraînera une amélioration du confort acoustique aux étages de nuit et de vie.

Tout affaiblissement de l'épaisseur du mur mitoyen devra être évité. Aucune installation technique bruyante ne pourra être intégrée dans le mur mitoyen: pas d'évacuations d'eau, pas de réservoir de chasse d'eau pour toilettes, etc.

Une exception sera permise pour les conduits électriques intégrés par rainurage sur une profondeur limitée puis totalement rebouchés avec du plâtre.

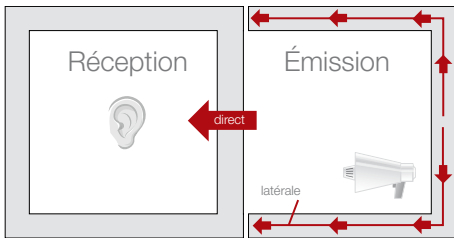
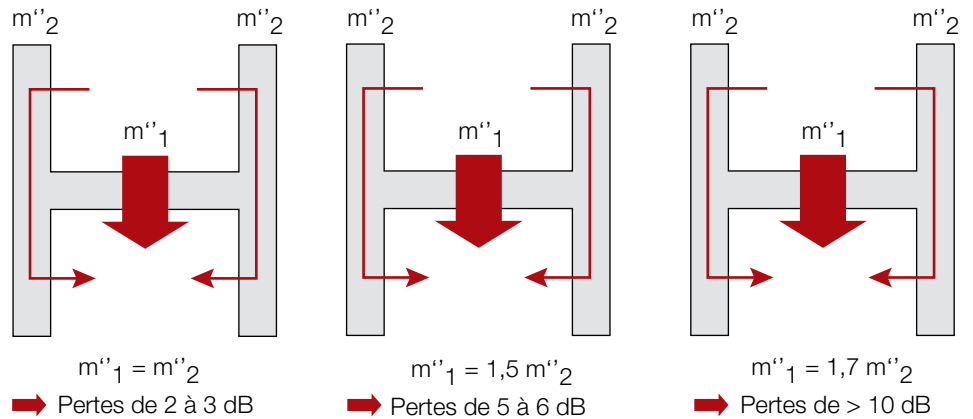
Dans le mur mitoyen ne pourront pas être intégrées des prises électriques parce que cela comporte un risque d'affaiblissement du mur et de ponts de contact entre les deux parois du mur creux sans crochets d'ancrage.



Lorsqu'une prise électrique sera tout de même exceptionnellement intégrée dans le mur mitoyen, on utilisera à cet effet des boîtiers spéciaux à la fois étanches à l'air et insonorisés. On ne pourra ici jamais intégrer deux prises électriques au même endroit dans les deux parois du mur creux sans crochets d'ancrage; il conviendra de respecter une distance suffisante.

L'isolation acoustique entre deux locaux au sein d'une même unité d'habitation pourra fortement baisser en raison des bruits latéraux.

Les murs latéraux légers entraînent de grandes pertes en matière d'isolation acoustique directe par la transmission latérale des bruits. Le schéma ci-dessous représente une estimation de la diminution de l'isolation suite à la transmission latérale du bruit en fonction du poids des murs:

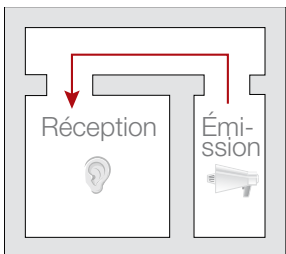


Désolidarisation des murs latéraux

Il est possible de limiter la transmission latérale du bruit comme suit:

- en utilisant des murs latéraux plus lourds: ceux-ci vibreront plus difficilement
- en désolidarisant les murs latéraux.

Enfin, l'architecte devra, lors de l'élaboration de son concept, identifier les voies par lesquelles le bruit pourra se propager de façon indirecte vers les pièces adjacentes.



Plan au sol.
Attention aux bruits indirects

Exemples de tels espaces:

- le vide entre le voligeage de la toiture et les tuiles
- le faux plafond en contact avec deux espaces contigus
- les cages pour ascenseurs ou gaines pour conduites qui jouxtent différentes pièces
- le couloir ou la cage d'escalier avec portes (acoustiquement plus faibles) comme liaison entre les locaux
- le bruit de l'environnement provenant de l'extérieur ou du creux du mur, ou s'infiltrant par les caissons de volets, les fenêtres et les grilles de ventilation, etc.

3.6.5. LES SOLUTIONS PROPOSÉES PAR WIENERBERGER

Utiliser un matériau lourd ne suffira nullement pour garantir un confort acoustique normal ou supérieur. Celui-ci exigera en effet une approche sous forme de système, une solution intelligente.

C'est pourquoi Wienerberger a mené, en collaboration avec le CSTC et l'Université Catholique de Louvain (KUL), de nombreuses recherches lors desquelles ont été testés non pas les matériaux, mais les systèmes séparant deux configurations résidentielles.

Ces recherches ont débouché sur plusieurs solutions de principe pour atteindre un confort acoustique supérieur.

Wienerberger continue aujourd'hui de travailler à des solutions pour un confort acoustique normal et étudie en outre les règles de conception les plus optimales avec des matériaux en terre cuite pour atteindre tant un confort acoustique normal qu'un confort acoustique supérieur.

Wienerberger a également procédé à des études approfondies sur les caractéristiques des bandes de désolidarisation acoustique. Wienerberger est ainsi en mesure de proposer une solution qualitative sous forme de système.

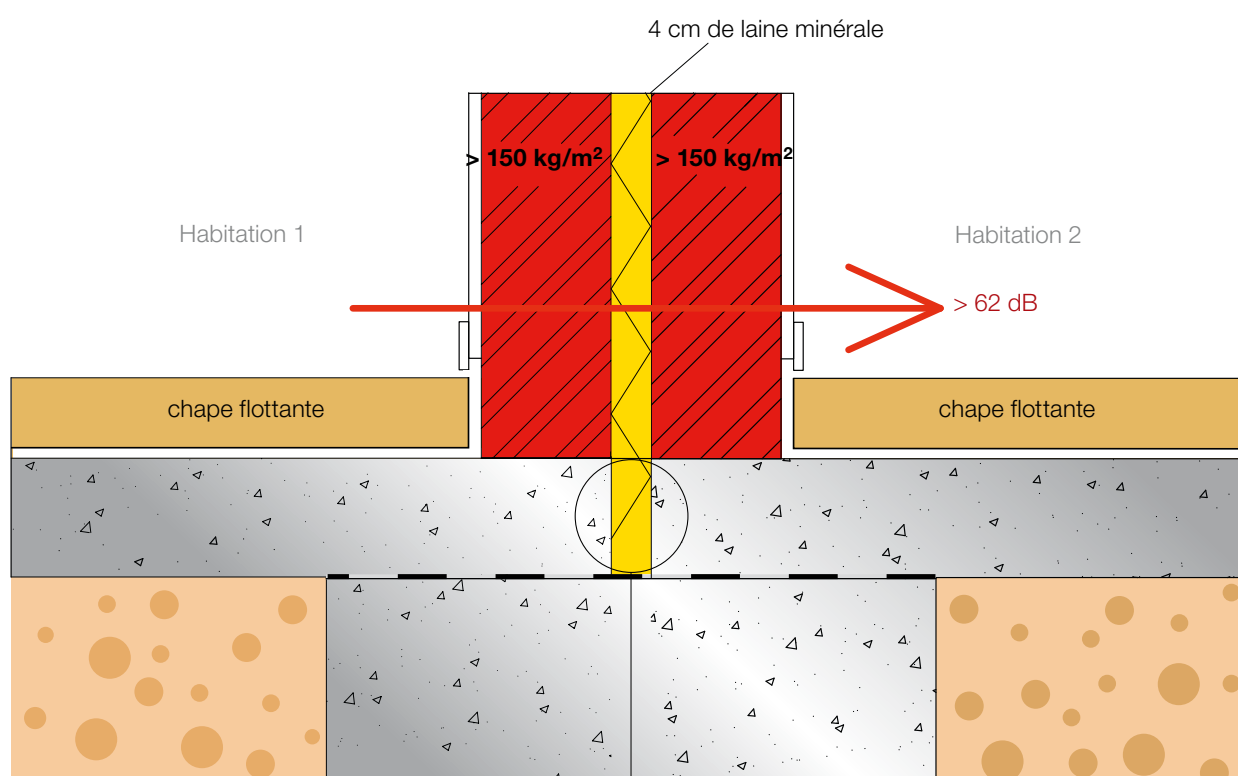
Dans une première partie, nous présenterons les résultats issus d'une première étude sur les solutions sous forme de système pour un confort acoustique supérieur, réalisée en collaboration avec le CSTC et la KUL. Et dans une seconde partie, nous aborderons les caractéristiques des bandes d'isolation et désolidarisation acoustique SonicStrip.

A. LES SOLUTIONS SIGNÉES WIENERBERGER POUR UNE HABITATION SILENCIEUSE

HABITATIONS UNIFAMILIALES

APPLICATION 1: MURS MITOYENS ENTRE HABITATIONS UNIFAMILIALES

FONDACTIONS INTERROMPUES, CONFORT ACOUSTIQUE SUPÉRIEUR, $D_{nT,w} > 62$ DB



MATÉRIAUX

- mur séparatif 2 x 150 kg/m²
- 4 cm de laine minérale

Également possible avec
isolation thermique rigide

Cette solution proposée est soumise
à des conditions limites.

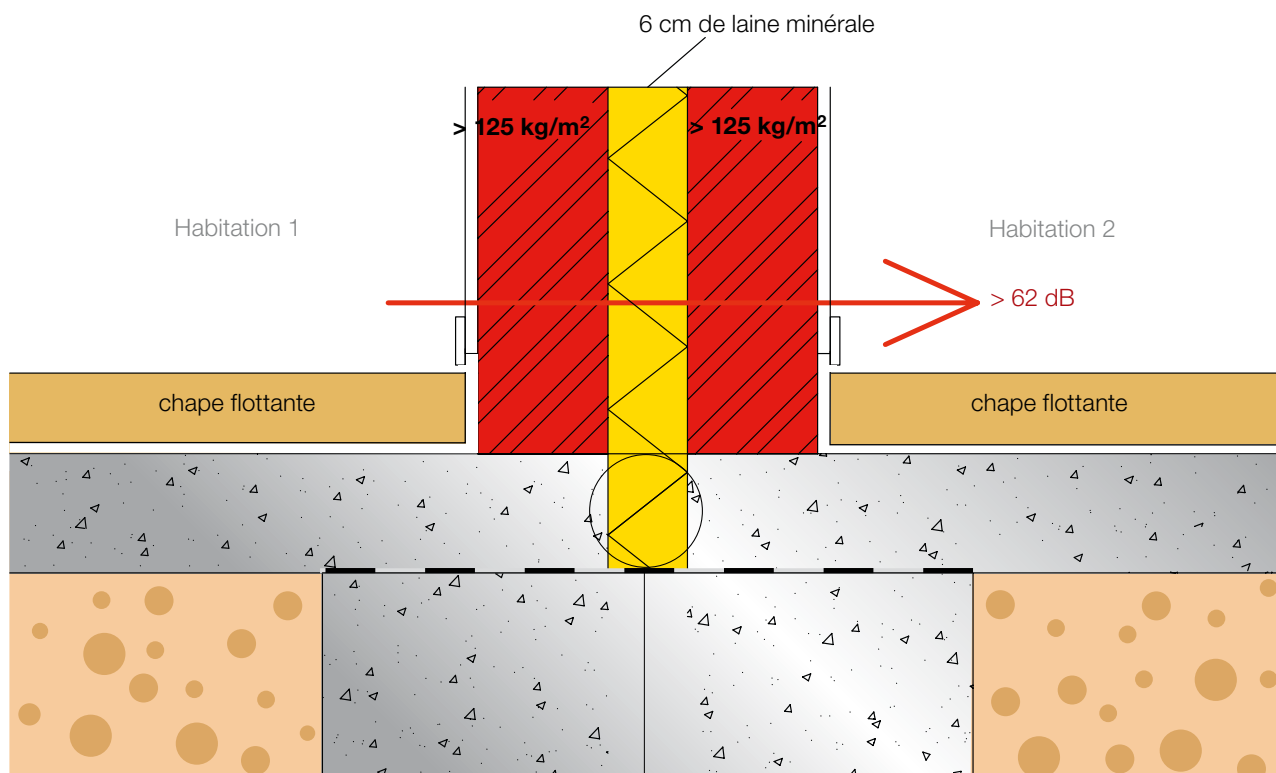
Type de bloc	Largeur minimum du bloc	Masse surfacique du mur, mortier (colle) et plafoilage inclus (kg/m ²)
Powerbrick	138	> 150
Powerbrick Rendement Plus	138	> 150
Thermobrick	188	> 150
Thermobrick Rendement Plus	188	> 150
PLS	188	> 150

Fiches techniques via www.porotherm.be

HABITATIONS UNIFAMILIALES

APPLICATION 2: MURS MITOYENS ENTRE HABITATIONS UNIFAMILIALES

FONDATEMENTS INTERROMPUES, CONFORT ACOUSTIQUE SUPÉRIEUR, $D_{nT,w} > 62$ DB



MATÉRIAUX

- mur séparatif 2 x 125 kg/m²
- 6 cm de laine minérale

Également possible avec isolation thermique rigide

Cette solution proposée est soumise à des conditions limites.

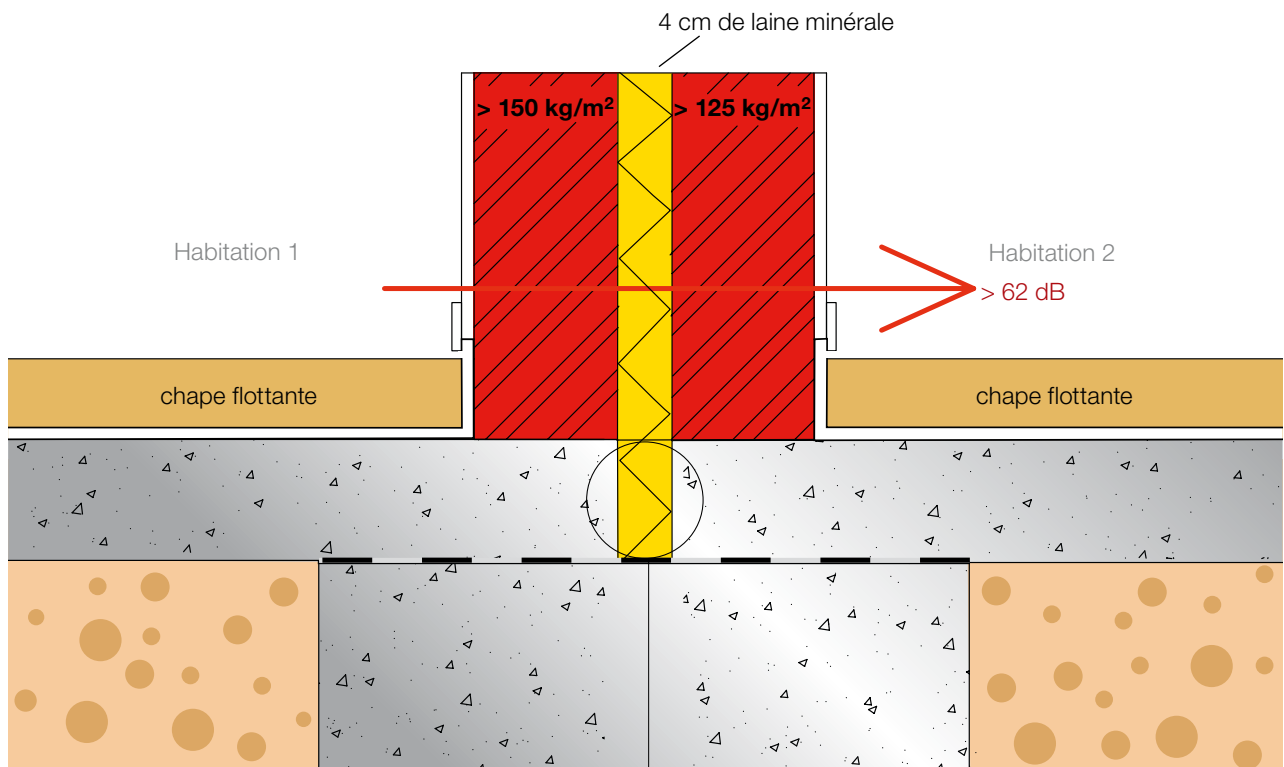
Type de bloc	Largeur minimum du bloc	Masse surfacique du mur, mortier (colle) et plafonnage inclus (kg/m ²)
Powerbrick	138	> 125
Powerbrick Rendement Plus	138	> 125
Thermobrick	138	> 125
Thermobrick Rendement Plus	138	> 125
PLS	138	> 125

Fiches techniques via www.porotherm.be

HABITATIONS UNIFAMILIALES

APPLICATION 3: MURS MITOYENS ENTRE HABITATIONS UNIFAMILIALES

FONDACTIONS INTERROMPUES, CONFORT ACOUSTIQUE SUPÉRIEUR, $D_{nT,w} > 62$ DB



MATÉRIAUX

- mur séparatif 150 kg/m²
- 4 cm de laine minérale
- mur séparatif 125 kg/m²

Également possible avec
isolation thermique rigide

Cette solution proposée est soumise
à des conditions limites.

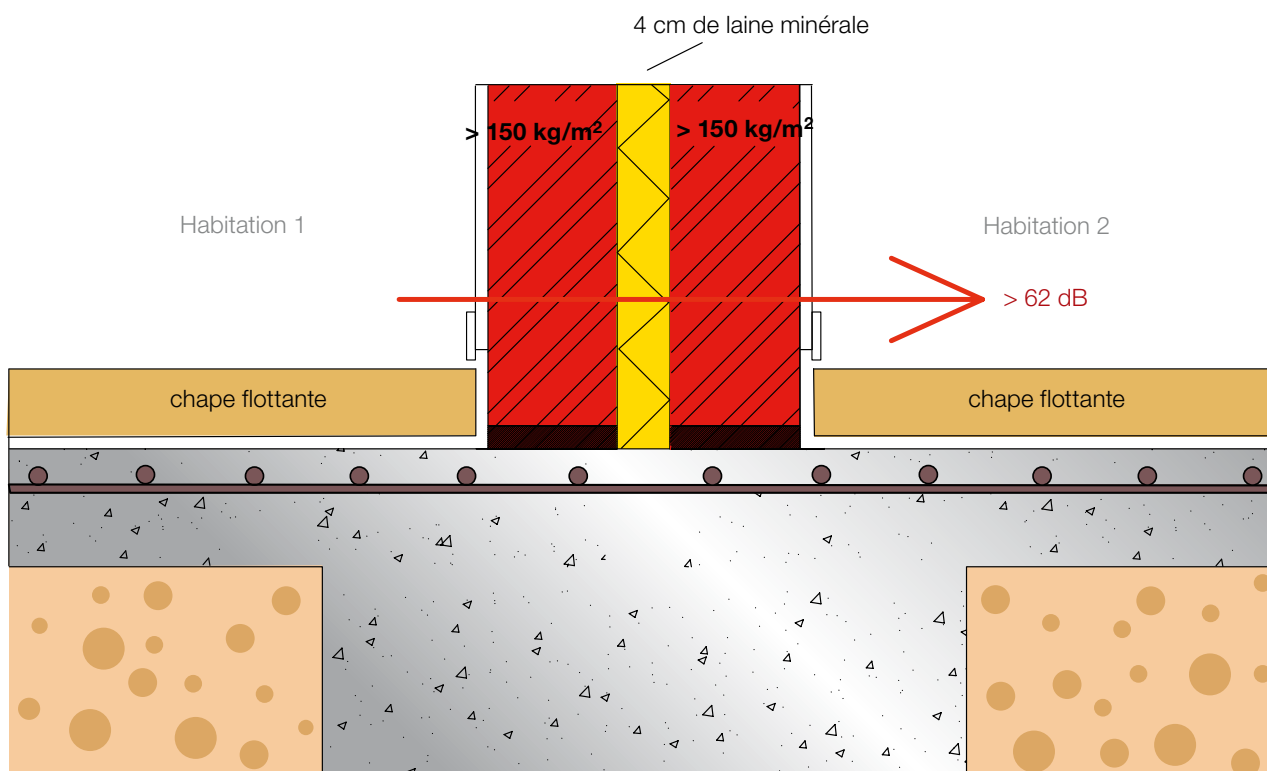
Type de bloc	Largeur minimum du bloc	Masse surfacique du mur, mortier (colle) et plafoonnage inclus (kg/m ²)
Powerbrick	138	> 125
Powerbrick	188	> 150
Powerbrick Rendement Plus	138	> 125
Powerbrick Rendement Plus	188	> 150
Thermobrick	138	> 125
Thermobrick	188	> 150
Thermobrick Rendement Plus	138	> 125
Thermobrick Rendement Plus	188	> 150
PLS	138	> 125
PLS	188	> 150

Fiches techniques via www.porotherm.be

HABITATIONS UNIFAMILIALES

APPLICATION 4: MURS MITOYENS ENTRE MAISONS UNIFAMILIALES

FONDACTIONS COMMUNES, CONFORT ACOUSTIQUE SUPÉRIEUR, $D_{nT,w} > 62$ dB



Cette solution proposée est soumise à des conditions limites.

MATÉRIAUX

- mur séparatif 2 x 150 kg/m²
- 4 cm de laine minérale
- SonicStrip
- chapes flottantes nécessaires, également au rez-de-chaussée

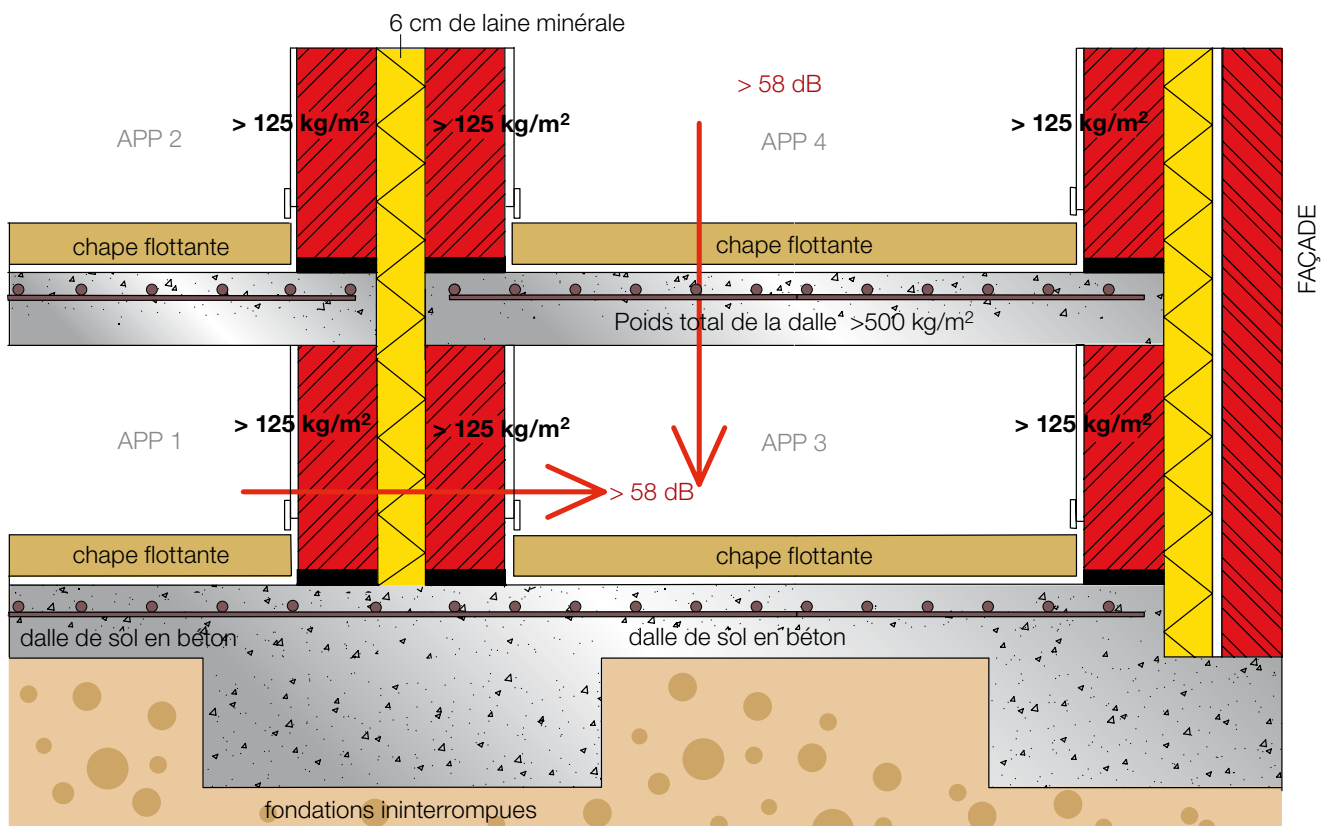
Type de bloc	Largeur minimum du bloc	Masse surfacique du mur, mortier (colle) et plafonnage inclus (kg/m ²)
Powerbrick	138	> 150
Powerbrick Rendement Plus	138	> 150
Thermobrick	188	> 150
Thermobrick Rendement Plus	188	> 150
PLS	188	> 150

Fiches techniques via www.porotherm.be

HABITATIONS MULTIFAMILIALES

APPLICATION 1: MURS MITOYENS DANS DES HABITATIONS MULTIFAMILIALES

DALLES DE SOL INTERROMPUES, CONFORT ACOUSTIQUE SUPÉRIEUR, $D_{nT,w} > 58$ DB



MATÉRIAUX

- mur séparatif 2 x 125 kg/m²
- 6 cm de laine minérale
- SonicStrip
- chapes flottantes nécessaires, également au rez-de-chaussée

Cette solution proposée est soumise à des conditions limites..

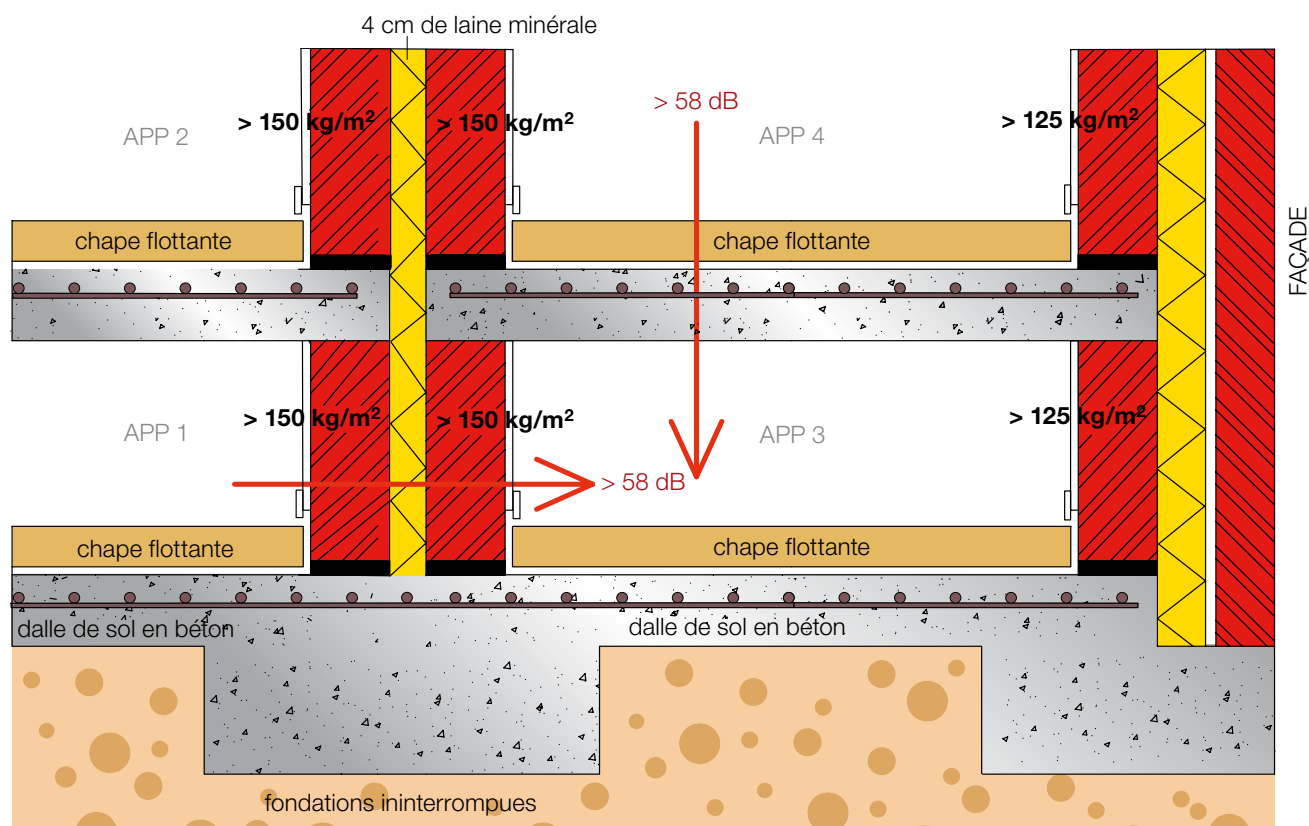
Type de bloc	Largeur minimum du bloc	Masse surfacique du mur, mortier (colle) et plafonnage inclus (kg/m ²)
Powerbrick	138	> 125
Powerbrick Rendement Plus	138	> 125
Thermobrick	138	> 125
Thermobrick Rendement Plus	138	> 125
PLS	138	> 125

Fiches techniques via www.porotherm.be

HABITATIONS MULTIFAMILIALES

APPLICATION 2: MURS MITOYENS DANS DES HABITATIONS MULTIFAMILIALES

DALLES DE SOL INTERROMPUES, CONFORT ACOUSTIQUE SUPÉRIEUR, $D_{nT,w} > 58$ DB



MATÉRIAUX

- mur séparatif 2 x 150 kg/m²
- SonicStrip
- 4 cm de laine minérale
- chapes flottantes nécessaires, également au rez-de-chaussée

Cette solution proposée est soumise à des conditions limites.

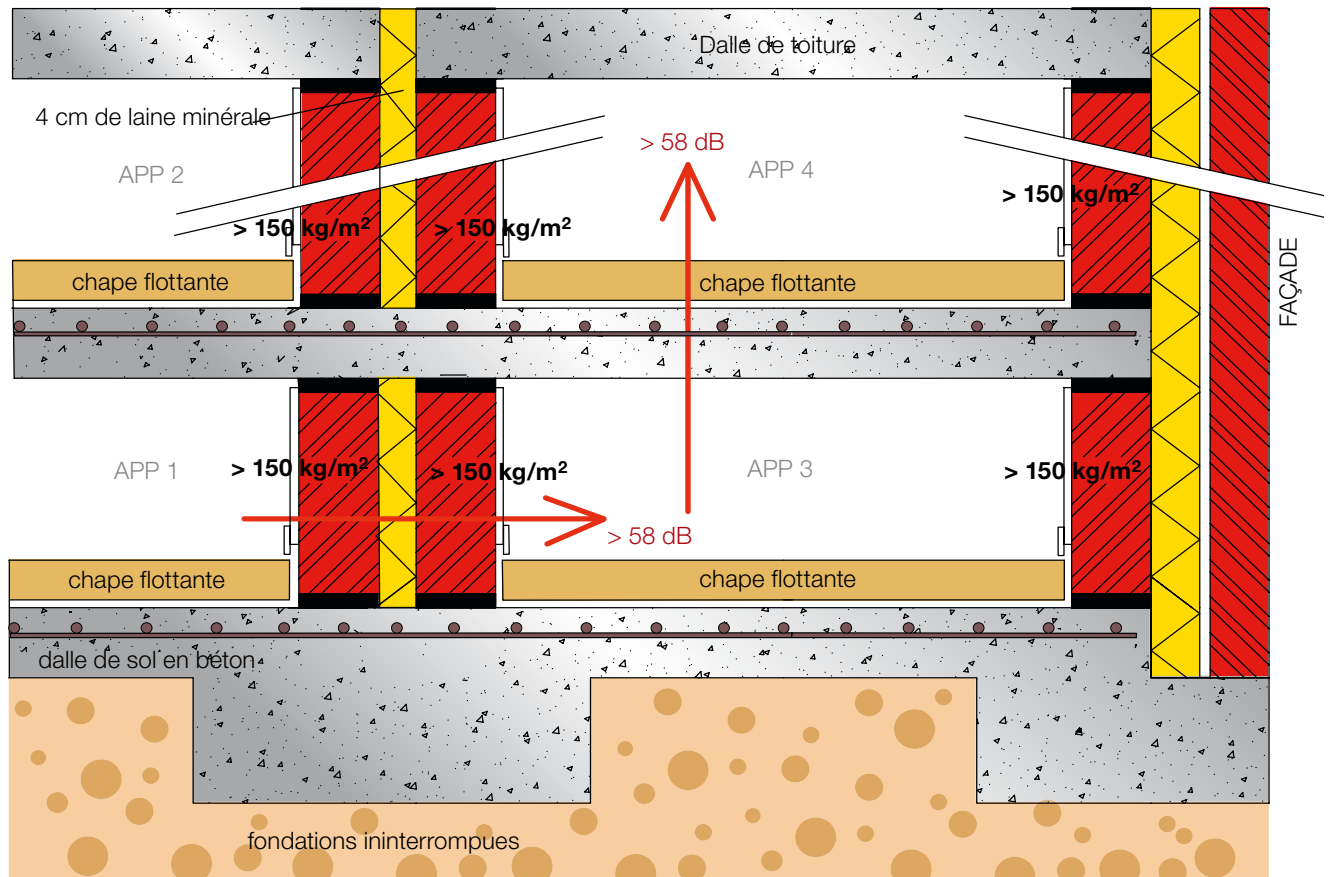
Type de bloc	Largeur minimum du bloc	Masse surfacique du mur, mortier (colle) et plafonnage inclus (kg/m ²)
Powerbrick	138	> 125
Powerbrick	188	> 150
Powerbrick Rendement Plus	138	> 125
Powerbrick Rendement Plus	188	> 150
Thermobrick	138	> 125
Thermobrick	188	> 150
Thermobrick Rendement Plus	138	> 125
Thermobrick Rendement Plus	188	> 150
PLS	138	> 125
PLS	188	> 150

Fiches techniques via www.porotherm.be

HABITATIONS MULTIFAMILIALES

APPLICATION 3: MURS MITOYENS DANS DES HABITATIONS MULTIFAMILIALES

DALLES DE SOL ININTERROMPUES, CONFORT ACOUSTIQUE SUPÉRIEUR, $D_{nT,w} > 58$ DB



MATÉRIAUX

- mur séparatif 2 x 150 kg/m²
- 4 cm de laine minérale
- SonicStrip tant au-dessus qu'en-dessous de la dalle de sol

- chapes flottantes nécessaires, également au rez-de-chaussée

La dalle de sol au-dessus de l'étage supérieur doit être interrompue.

Cette solution proposée est soumise à des conditions limites.

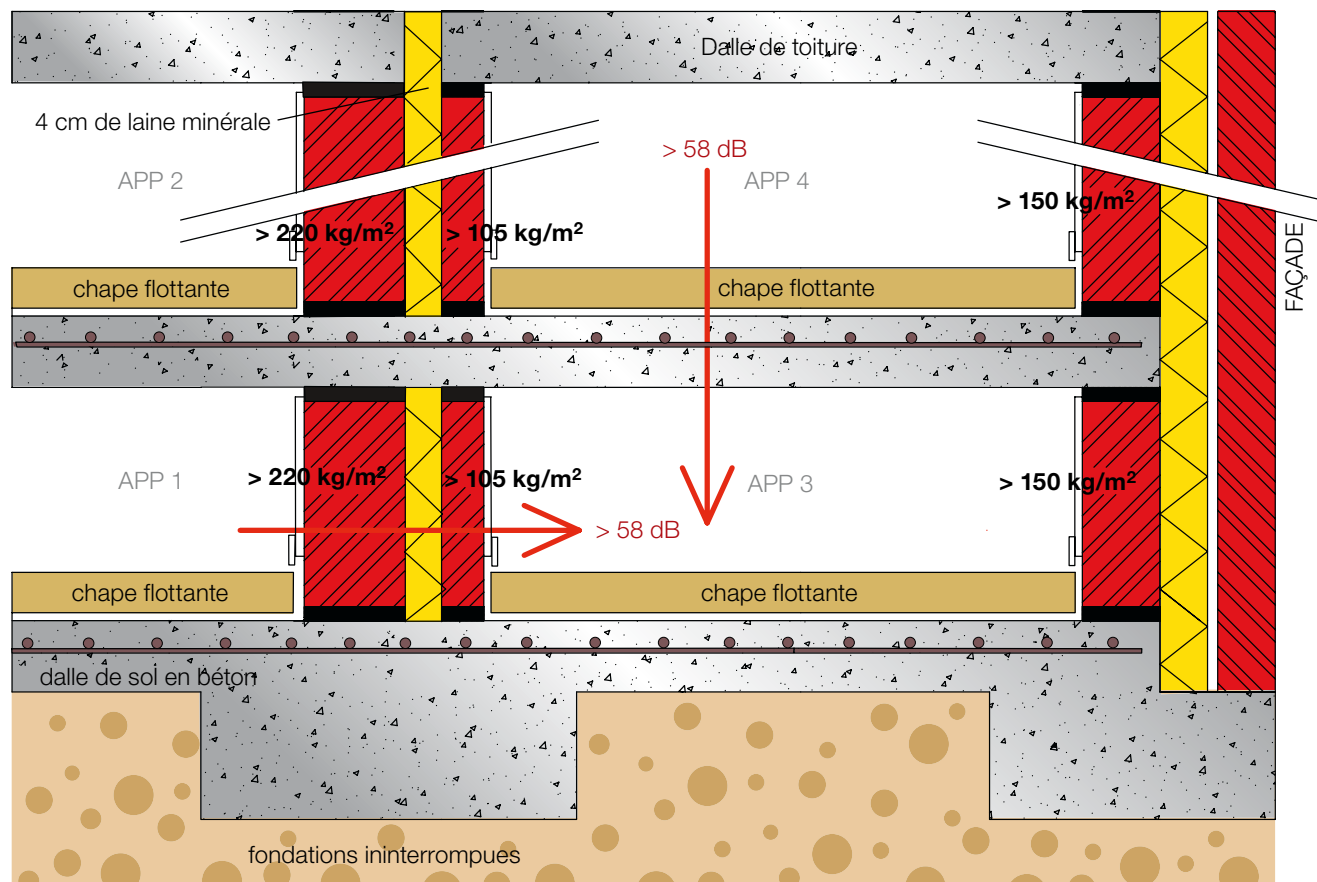
Type de bloc	Largeur minimum du bloc	Masse surfacique du mur, mortier (colle) et plafonnage inclus (kg/m ²)
Powerbrick	138	> 150
Powerbrick Rendement Plus	138	> 150
Thermobrick	188	> 150
Thermobrick Rendement Plus	188	> 150
PLS	188	> 150

Fiches techniques via www.porotherm.be

HABITATIONS MULTIFAMILIALES

APPLICATION 4: MURS MITOYENS DANS DES HABITATIONS MULTIFAMILIALES

DALLES DE SOL ININTERROMPUES, CONFORT ACOUSTIQUE SUPÉRIEUR, $D_{nT,w} > 58$ DB



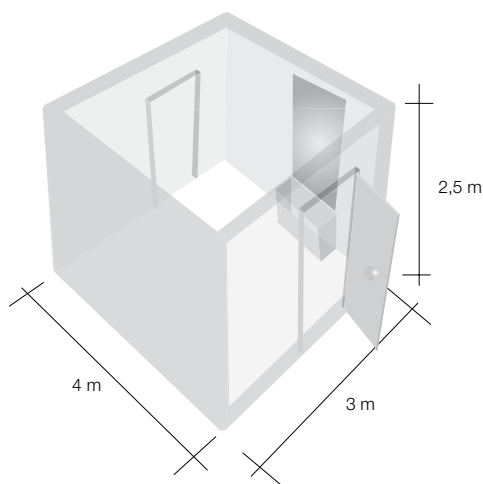
MATÉRIAUX

- mur séparatif 220 kg/m²
 - 4 cm de laine minérale
 - mur séparatif 105 kg/m²
 - SonicStrip tant au-dessus qu'en-dessous de la dalle de sol
 - chapes flottantes nécessaires, également au rez-de-chaussée
- La dalle de sol au-dessus de l'étage supérieur doit être interrompue.

Cette solution proposée est soumise à des conditions limites.

Type de bloc	Largeur minimum du bloc	Masse surfacique du mur, mortier (colle) et plafonnage inclus (kg/m ²)
Powerbrick	188	> 220
Powerbrick Rendement Plus	188	> 220
Powerbrick	88	> 105
Powerbrick Rendement Plus	88	> 105
Thermobrick (densité brute: 1050 kg/m ³)	88	> 105

Fiches techniques via www.porotherm.be



30 m³ correspondent à une surface de 3 x 4 m, pour une hauteur libre de 2,50 m

CONDITIONS LIMITES POUR LES SOLUTIONS PROPOSÉES

- Le local de réception doit toujours présenter un volume supérieur à 30 m³. On constate en effet une influence négative sur la réduction acoustique dans les locaux d'un volume inférieur. C'est pourquoi il faudra prendre des mesures supplémentaires dans les cas limites.
- Dans tous les cas, le poids total de la dalle de béton (incluant le poids d'éventuelles couches de remplissage sous la chape flottante) sera de minimum 500 kg/m². Les dalles sont toujours intégrées dans les murs.
On tiendra toujours compte en plus d'une chape de minimum 95 kg/m².
- En l'absence de bandes d'isolation acoustique SonicStrip, les fondations seront réalisées de façon distincte. Si vous utilisez toutefois une seule et même fondation, les dalles de sol devront être posées flottantes sur le socle des fondations (par exemple sur une membrane EPDM de 3 mm d'épaisseur) et ne pourront se prolonger.
- La maçonnerie de fondation éventuelle est supposée avoir au moins la même masse surfacique que les murs érigés plus haut.
- Pour un confort acoustique supérieur, pour les constructions avec dalles de sol ininterrompues (dans le cas d'appartements, par exemple), le plafond de l'étage supérieur devra tout de même être interrompu.
- Les ébauches ne tiennent pas compte d'exigences autres qu'acoustiques (par ex. ponts thermiques, entre autres).
- Tous les murs doubles proposés sont considérés comme totalement exempts de crochets d'ancrage.
- Les blocs plus légers dans les solutions ci-après pourront toujours être remplacés par des blocs plus lourds.
- Pour les chapes flottantes, l'isolation périphérique contre les bruits de choc devra être suffisamment relevée.



SonicStrip

Outre la mise en œuvre des blocs Porotherm avec les accessoires acoustiques connexes, il faudra évidemment contrôler minutieusement si tous les autres éléments du bâtiment sont mis en œuvre de façon acoustiquement correcte. Des négligences éventuelles pourront en effet anéantir totalement les résultats des mesures prises.

B. SONICSTRIP

SonicStrip est une bande d'isolation acoustique qui se place au pied et en tête des murs érigés avec des blocs treillis afin de réduire les effets consécutifs aux vibrations sonores. L'application de ceux-ci en association avec les blocs pour murs intérieurs Wienerberger, permet d'atteindre un confort acoustique supérieur entre différentes unités d'habitation. Les bandes d'isolation acoustique SonicStrip sont composées de granulés en caoutchouc recyclés, liés avec de la colle PU, dont ont été extraits tous les composants à base de textile ou d'acier. Le caoutchouc provient de pneus de voiture ou de camion recyclés.

Elles ont été conçues et testées (projet IWT en collaboration avec le CSTC et la KUL) pour être utilisées en association avec les blocs pour murs intérieurs Porotherm (Powerbrick, Thermobrick et blocs à coller).

Wienerberger ne peut dès lors offrir aucune garantie quant aux propriétés acoustiques ou aux autres propriétés techniques du mur lorsque ces bandes sont associées à d'autres produits. Il en va de même pour l'utilisation de SonicStrip pour des applications autres que la désolidarisation acoustique des murs en terre cuite Porotherm avec des dalles de sol en béton.

Wienerberger distingue trois types de bandes d'isolation acoustique murales. Les caractéristiques de celles-ci sont adaptées à leur utilisation.

3 types de bandes d'isolation acoustique murales

	WB10	WB15	WB20
forme	lisse		
épaisseur	8mm		
largeur	10 cm	15 cm	20 cm
couleur	noir avec inserts gris	noir avec inserts rouges	
charge maximale avec couche de mortier entre le bloc et la bande d'isolation acoustique	25 kN/m	265 kN/m	360 kN/m
charge maximale sans couche de mortier entre le bloc et la bande d'isolation acoustique	25 kN/m	225 kN/m	305 kN/m
longueur	12,5 m		
poids volumique	710 kg/m ³	870 kg/m ³	
affaissement initial maximal ¹	3 mm		
déformation après 20 ans ²	≤ 1 mm		
fréquence de résonance sous charge normale	inférieure à 50 Hz		

¹ L'affaissement initial se produit durant la phase de gros œuvre et donc avant l'entame des travaux de parachèvement.

² L'affaissement par déformation de la bande d'isolation acoustique SonicStrip sur une période de 20 ans est limitée par rapport à l'affaissement total d'un bâtiment au cours de la même période.

Veillez également tenir compte des points d'attention suivants:

- Un programme d'essais étoffé a démontré qu'il convient, lors de l'application de SonicStrip, d'inclure dans le calcul un facteur correctif pour la valeur f_d de la maçonnerie érigée avec des blocs pour murs intérieurs Porotherm.

facteur correctif sur f_d

Facteur correctif avec joint de mortier à hauteur de la bande d'isolation acoustique SonicStrip = $0,6 * f_d$

Facteur correctif sans joint de mortier à hauteur de la bande d'isolation acoustique SonicStrip = $0,9 * f_d$

Remarquez ici que le facteur correctif dépendra de l'application ou non d'un joint de mortier entre la bande d'isolation acoustique et le bloc ainsi que du type de bloc.

Les corrections ci-dessus sont très locales. L'influence proprement dite de l'utilisation de la bande d'isolation acoustique SonicStrip sur la capacité portante totale du mur de maçonnerie sera généralement nulle pour l'application sans joint de mortier, et limitée à 15% pour l'application avec joint de mortier.

Ces valeurs valent uniquement pour des blocs pour murs intérieurs Porotherm associés à la bande d'isolation acoustique SonicStrip. Wienerberger n'offre aucune garantie pour d'autres associations où des réductions plus élevées pourraient être d'application.

- En appliquant la bande d'isolation acoustique SonicStrip, la jonction sol-mur à hauteur de SonicStrip sera modélisée comme une charnière. Il ne faudra dès lors pas inclure de transfert de force dans le calcul ni tenir compte d'une hauteur réduite.
- La combinaison de charge utilisée pour le contrôle des bandes d'isolation acoustique est la combinaison de charge quasi-permanente. Cette combinaison prend notamment en considération des effets à long terme, comme la déformation.

Veillez également respecter les prescriptions de pose suivantes:

- Les bandes d'isolation acoustique doivent se prolonger de façon ininterrompue. Sinon le risque de fuites acoustiques augmentera. Elles pourront être mises à longueur au moyen d'un cutter.
- Les bandes d'isolation acoustique peuvent être placées tant au pied qu'en tête du mur.
- Les bandes d'isolation acoustique placées en tête du mur se situeront entre le mur et la dalle de sol de l'étage supérieur. Une couche de mortier pourra être prévue ou non entre la bande d'isolation acoustique et la maçonnerie. Il n'y aura pas de couche de mortier entre la bande d'isolation acoustique et la dalle de sol.
- Les bandes d'isolation acoustique placées au pied du mur se situeront directement sur la dalle de sol. Ici aussi, une couche de mortier pourra être prévue ou non entre la bande d'isolation acoustique et la maçonnerie. Très souvent, cette couche de mortier sera présente pour assurer l'horizontalité de la première couche.
- Le plafonnage ne pourra pas recouvrir la bande d'isolation acoustique SonicStrip en tête du mur. Il conviendra ici d'utiliser un joint de mastic élastique. En cas d'exigences relatives à la résistance au feu, il conviendra d'utiliser un mastic élastique résistant au feu.
- Pour éviter des différences de tassement, il faudra toujours placer tous les murs de la couche de construction sur des bandes d'isolation acoustique SonicStrip.
- Lors de la conception, tenez compte de la déformation des bandes d'isolation acoustique, par exemple lors de la conception des techniques.
- Pour répartir les forces se produisant dans le caoutchouc sous la charge (comportement de fluidité), il faudra toujours prévoir dans la dalle de béton sous-jacente, en cas d'absence d'un treillis d'armature supérieur, deux barres d'armature de 8 mm de diamètre à hauteur des bandes d'isolation acoustique.
- Pour tout complément d'information, consultez la "Notice pour l'application des bandes d'isolation acoustique murales SonicStrip" sur www.porotherm.be.

QUE FAUT-IL RETENIR?

- Selon la norme NBN S01-400, les valeurs mesurées sur site $D_{nT,w}$ et $L'_{nT,w}$ sont déterminantes pour le confort acoustique.
- Les publications qui traitent uniquement de la valeur $R_w(C;C_{tr})$ sont incomplètes et n'offrent aucune garantie d'atteindre les valeurs requises.
- En appliquant le système masse-ressort-masse, la masse des murs individuels devient moins déterminante.
- L'application de bandes d'isolation acoustique SonicStrip au pied ou en tête du mur permet de fortement réduire la transmission latérale du bruit.
- Wienerberger propose des solutions simples à appliquer dans la pratique pour atteindre le confort acoustique souhaité.

3.7. COMPORTEMENT AU FEU

Deux aspects revêtent de l'importance pour le comportement au feu des blocs pour murs intérieurs et des murs érigés en maçonnerie: la réaction au feu du bloc et la résistance au feu du mur.

3.7.1. RÉGLEMENTATION

Tant au niveau européen que fédéral et régional, il existe un cadre légal régissant la sécurité incendie des bâtiments et matériaux de construction. De plus, les autorités locales peuvent également poser des exigences supplémentaires.

Le 'Règlement européen (UE) n°305/2011 établissant des conditions harmonisées de commercialisation pour les produits de construction' pose l'exigence fondamentale suivante pour limiter les risques d'incendie:

'L'ouvrage doit être conçu et construit de manière à ce que, en cas d'incendie:

- la stabilité des éléments porteurs de l'ouvrage puisse être présumée pendant une durée déterminée,
- l'apparition et la propagation du feu et de la fumée à l'intérieur de l'ouvrage soient limitées,
- l'extension du feu à des ouvrages voisins soit limitée,
- les occupants puissent quitter l'ouvrage indemnes ou être secourus d'une autre manière,
- la sécurité des équipes de secours soit prise en considération.'

En Belgique sont d'application les Normes de base 'prévention incendie', publiées dans l'Arrêté Royal du 7-7-1994 et dernièrement modifié par l'Arrêté Royal du 12-07-2012.

Le texte de l'AR a été complété par 7 annexes techniques:

- AR Normes de base 'prévention incendie' - Annexe 1: Terminologie
- AR Normes de base 'prévention incendie' - Annexe 2 et Annexe 2 /1: Bâtiments bas
- AR Normes de base 'prévention incendie' - Annexe 3 et Annexe 3 /1: Bâtiments moyens
- AR Normes de base 'prévention incendie' - Annexe 4 et Annexe 4 /1: Bâtiments élevés
- AR Normes de base 'prévention incendie' - Annexe 5 et Annexe 5 /1: Réaction au feu des matériaux
- AR Normes de base 'prévention incendie' - Annexe 6: Bâtiments industriels
- AR Normes de base 'prévention incendie' - Annexe 7: Dispositions communes

Spécifiquement pour les blocs pour murs intérieurs Porotherm, la réaction au feu est établie dans la norme EN 771-1 et les spécifications techniques STS 22 'Maçonnerie pour constructions basses'. La résistance au feu est également abordée dans les STS 22 ainsi que dans la norme NBN EN 1996-1-2 (Eurocode 6) et son annexe nationale.



3.7.2. RÉACTION AU FEU DES BLOCS POUR MURS INTÉRIEURS

réaction au feu La réaction au feu est le comportement d'un matériau de construction qui, par sa propre décomposition, alimente le feu auquel il est exposé, dans des conditions d'essai spécifiées.

Il convient de faire une distinction entre la classification belge et la classification européenne.

classification belge Il existe selon la classification belge 5 classes: A0, A1, A2, A3 et A4. La classe A0 comprend les matériaux de construction considérés comme non-combustibles.

classification européenne Dans la norme européenne EN 13501-1, les matériaux de construction sont subdivisés en 7 classes euro: A1, A2, B, C, D, E et F. La classe A1 comprend les matériaux de construction qui, à aucun moment, ne participent à l'incendie ou à sa propagation. En outre, ils ne provoquent aucun dégagement de fumées. La classe F, par contre, caractérise les matériaux qui ne présentent pas la moindre performance de réaction au feu.

La norme NBN EN 771-1 stipule que, pour les produits de maçonnerie, la classe feu A1 peut être déclarée sans faire l'objet d'essais lorsque la teneur en matières organiques réparties de manière homogène est inférieure à 1,0% (exprimée en pourcentage de la masse ou du volume, en conservant la valeur la plus élevée).

Réaction au feu	Porotherm
Classification belge selon NBN S21-203 et l'AR du 19.12.1997	A0
Classification européenne selon EN 13501-1 et EN 771-1	A1

Porotherm: la classe la plus élevée Les blocs pour murs intérieurs Porotherm appartiennent à la classe européenne la plus élevée A1. Selon la classification belge, ils appartiennent à la classe A0.

Cette classification permet d'utiliser les blocs pour murs intérieurs Porotherm pour n'importe quelle application, sans prendre des mesures supplémentaires, comme l'application de couches protectrices anti-feu.

Classe acceptée pour la réaction au feu des matériaux, utilisée pour des parois verticales, selon l'annexe 5/1 de l'AR Normes de base 'prévention incendie'

Fonction	Bâtiments Élevés (BE)	Bâtiments Moyens (BM)	Bâtiments Bas (BB)
Locaux techniques, parkings, salles des machines et gaines techniques	A0	A0	A0
Cuisines	A0	A0	A0
Chemins d'évacuation et cages d'escalier sans détection, occupants non-autonomes	A0	A0	A0
Chemins d'évacuation et cages d'escalier sans détection, occupants autonomes et dormants	A1	A1	Chemins d'évacuation horizontaux*: A2 Chemins d'évacuation verticaux**: A1
Chemins d'évacuation et cages d'escalier sans détection, occupants autonomes et vigilants	A1	Chemins d'évacuation horizontaux*: A2 Chemins d'évacuation verticaux**: A1	Chemins d'évacuation horizontaux*: A3 Chemins d'évacuation verticaux**: A2
Chemins d'évacuation et cages d'escalier avec détection, occupants non-autonomes	A1	A1	A1
Chemins d'évacuation et cages d'escalier avec détection, occupants autonomes et dormants	A1	A2	Chemins d'évacuation horizontaux*: A3 Chemins d'évacuation verticaux**: A2
Chemins d'évacuation et cages d'escalier avec détection, occupants autonomes et vigilants	A1	A2	A3
Salles, occupants non-autonomes	A1	A1	A1
Salles, occupants autonomes	A2	A2	A2
Tous les autres locaux, occupants non-autonomes	A2	A2	A2
Tous les autres locaux, occupants autonomes	A3	A4	A4

* Tous les autres locaux, occupants autonomes

** Chemins d'évacuation verticaux (c'est-à-dire cages d'escaliers y compris les sas, les paliers et les escaliers) et la partie horizontale du chemin d'évacuation au niveau d'évacuation à partir des cages d'escalier jusqu'à l'extérieur du bâtiment

3.7.3. RÉSISTANCE AU FEU D'UN MUR EN MAÇONNERIE

résistance au feu	<p>La résistance au feu d'un mur en maçonnerie (symbole REI) indique le laps de temps durant lequel un élément de construction satisfait simultanément aux critères de stabilité au feu, d'étanchéité au feu et d'isolation thermique. Pour l'étanchéité au feu est aussi utilisé le terme intégrité au feu.</p> <p>Les murs en maçonnerie doivent satisfaire aux critères R (stabilité au feu ou résistance mécanique), E (étanchéité au feu), I (isolation thermique)</p> <ul style="list-style-type: none">• Mur porteur uniquement: R• Mur séparant uniquement: EI• Mur séparant et porteur: REI.
capacité portante	<p>Un mur satisfait au critère R lorsque sa capacité portante reste conservée pendant la durée d'exposition au feu requise.</p>
absence de fissures	<p>Un mur satisfait au critère E lorsqu'il ne présente pas de fissures ou d'ouvertures par lesquelles des flammes et gaz chauds pourraient le traverser et ainsi permettre au feu de se propager à la pièce voisine.</p>
température du mur inférieure à une valeur déterminée	<p>Un mur satisfait au critère I lorsque la température du mur du côté non-exposé au feu reste inférieure à une valeur déterminée, pour éviter que des objets situés dans la pièce non-exposée à l'incendie ne prennent feu sous l'effet de la chaleur rayonnante.</p> <p>La classification EI et REI s'exprime en fonction des temps normalisés, exprimés en minutes: 240, 180, 120, 90, 60, 45 et 30.</p>
essais et tableaux	<p>Contrairement au passé, la résistance au feu d'un mur ne peut pas être déterminée uniquement par la réalisation d'un essai au feu, mais peut également recourir aux tableaux repris dans la norme NBN B 1996-1-2 ANB et dans les STS 22.</p>

Valeurs EI et REI minimales, exprimées en minutes pour murs érigés avec des blocs pour murs intérieurs Porotherm (éléments de maçonnerie du groupe 2; mortier d'usage courant et mortier-colle)

	Épaisseur minimale (mm, nominale)		
	90	140	190
EI (mur séparant, non-porteur)			
Non-plafonné	45	120	240
Plafonné	60	180	240
REI (mur séparant porteur)			
Non-plafonné			
$\alpha \leq 1,0$	60	120	240
$\alpha \leq 0,6$	60	120	240
Plafonné			
$\alpha \leq 1,0$	60	180	240
$\alpha \leq 0,6$	60	180	240

Dans ce tableau, α représente le degré de sollicitation du mur. 0,6 indique un mur soumis à une faible charge; 1,0 indique un mur soumis à une charge lourde.

Un mur sera considéré comme plafonné lorsque le plafonnage des deux côtés d'un mur à une seule paroi ou du côté exposé au feu d'un mur creux présente une épaisseur de minimum 10 mm. Un plafonnage à base de sable-ciment n'entraînera généralement pas une augmentation de la résistance au feu d'un mur en maçonnerie. Outre des enduits au plâtre prémélangés selon EN 13279-1, vous pourrez aussi appliquer des mortiers allégés et des mortiers thermiquement isolants de type LW et T selon EN 998-1. La résistance au feu favorable de l'enduit au plâtre s'explique par le fait que tous les cristaux de gypse renferment deux molécules d'eau qui, en cas d'incendie, absorbent la chaleur pour s'évaporer.

mur plafonné

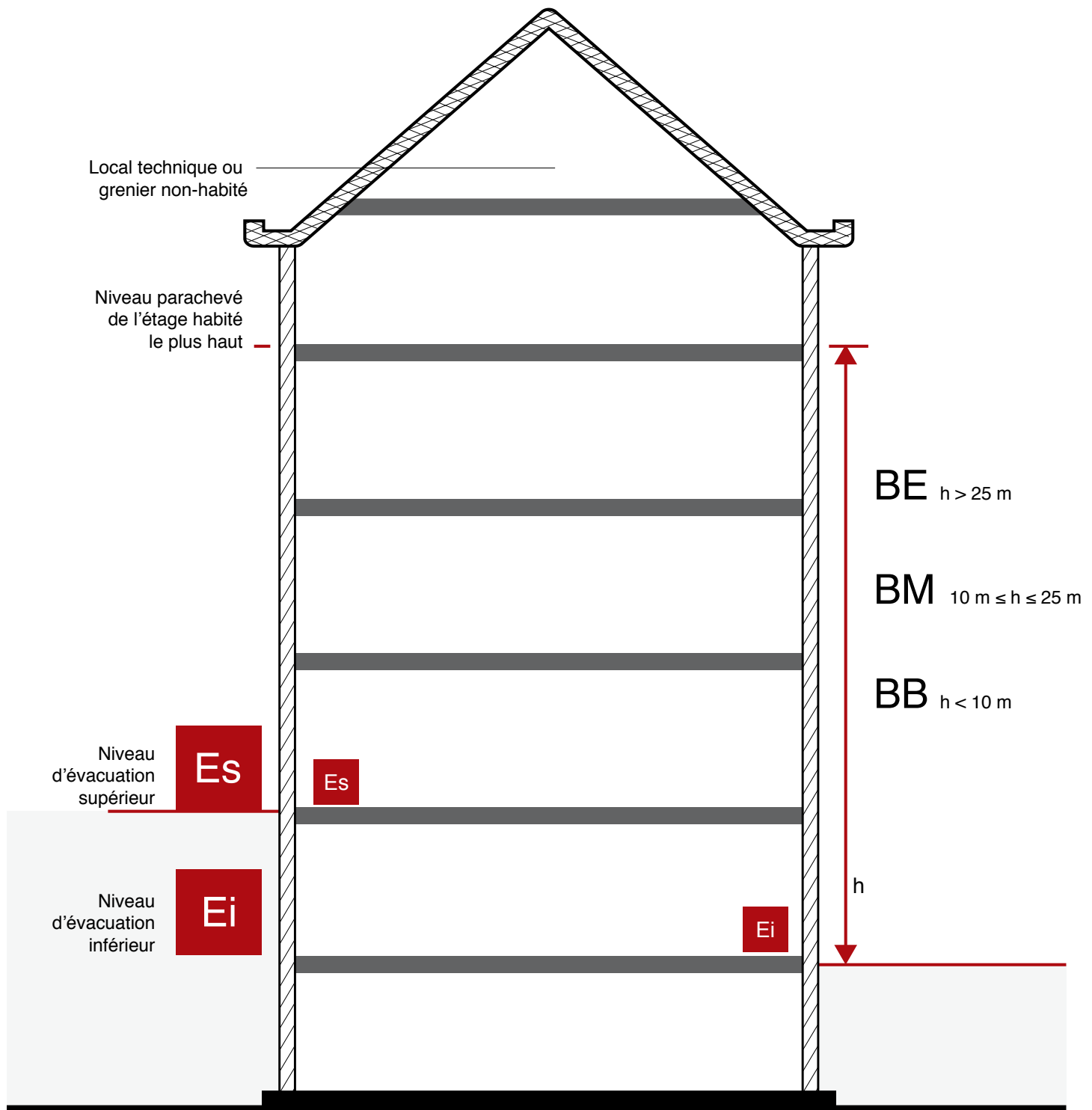
La maçonnerie érigée avec des blocs à tenons et mortaises et joints verticaux non-remplis d'une largeur inférieure à 5 mm peut être considérée comme un mur sans finition.

Ce tableau vaut également pour les maçonneries exécutées avec une armature horizontale selon NBN EN 845-3.

Pour la maçonnerie non-portante, les valeurs du tableau valent uniquement pour les murs présentant un rapport hauteur-épaisseur de maximum 40.

Les valeurs REI pour Porotherm *Dryfix* sont reprises dans l'ATG.

Les exigences posées aux murs de maçonnerie verticaux sans portes, fenêtres, ouvertures ni traversées de conduits, sont imposées en fonction du type de bâtiment: bâtiments bas (BB), bâtiments moyens (BM) et bâtiments élevés (BE).



Un mur de maçonnerie non-plafonné érigé avec des blocs Porotherm de 14 cm de largeur satisfait déjà, en tant que mur porteur, aux exigences les plus sévères pour les bâtiments bas ou moyens. Pour les bâtiments élevés, un mur de maçonnerie non-plafonné érigé avec des blocs de 19 cm de largeur satisfera aux exigences les plus sévères.

• Exigences posées aux parois verticales pour BB, BM et BE

	BB	BM	BE
Parois structurelles qui séparent des bâtiments contigus	REI 60	REI 120	REI 240
Murs qui séparent des bâtiments contigus	EI 60	EI 120	EI 240
Parois structurelles de bâtiments présentant 1 étage au-dessus du niveau Ei (= le niveau d'évacuation situé le plus bas)	REI 30		
Parois structurelles de bâtiments présentant plus d'un étage au-dessus du niveau Ei (= le niveau d'évacuation situé le plus bas)	REI 60		
Parois structurelles de bâtiments sous le niveau Ei (= le niveau d'évacuation situé le plus bas)	REI 60		
Parois structurelles de bâtiments au-dessus du niveau Ei (= le niveau d'évacuation situé le plus bas)		R 60	R 120
Parois structurelles de bâtiments sous le niveau Ei (= le niveau d'évacuation situé le plus bas)		R 120	R 120
Parois intérieures verticales de bâtiments présentant 1 étage au-dessus du niveau Ei (= le niveau d'évacuation situé le plus bas) qui limitent des locaux à occupation nocturne	EI 30		
Parois intérieures verticales de bâtiments présentant plus d'un étage au-dessus du niveau Ei (= le niveau d'évacuation situé le plus bas) qui limitent des locaux à occupation nocturne	EI 60		
Parois intérieures verticales de bâtiments sous le niveau Ei (= le niveau d'évacuation situé le plus bas) qui limitent des locaux à occupation nocturne	EI 60		
Parois verticales de locaux à occupation nocturne		EI 60	EI 60
Parois de locaux d'archives			EI 60
Parois intérieures de cages d'escaliers intérieures	EI 60	EI 60	120 min
Parois de la communication entre le chemin d'évacuation et la cage d'escalier intérieure au moyen d'un sas			EI 120
Parois entre compartiments de bâtiment présentant 1 étage au-dessus du niveau Ei (= le niveau d'évacuation situé le plus bas)	EI 30		
Parois entre compartiments de bâtiment présentant plus d'un étage au-dessus du niveau Ei (= le niveau d'évacuation situé le plus bas)	EI 60	EI 60	EI 120
Parois entre compartiments de bâtiment sous le niveau Ei (= le niveau d'évacuation situé le plus bas)	EI 60	EI 60	EI 120
Parois de chemins d'évacuation	EI 30		
Parois de chemins d'évacuation à un niveau d'évacuation		EI 60	EI 120
Parois de chemins d'évacuation à un étage qui n'est pas un niveau d'évacuation		EI 30	EI 30
Parois de chaufferies et leurs dépendances au sein d'un bâtiment		EI 60 si autorisé	EI 120 si autorisé
Parois intérieures de locaux de transformation de l'électricité	EI 60	EI 120	EI 120
Parois de locaux de transformation de l'électricité avec postes assemblés sur place ou postes préfabriqués	EI 60	EI 120	EI 120

	BB	BM	BE
Parois des gaines vide-ordures	interdit	interdit	interdit
Parois des locaux d'entreposage des ordures	EI 60	EI 60	EI 120
Parois des gaines verticales qui traversent des parois horizontales	EI 60	EI 60 (ou voir AR §5151)	EI 120 (ou voir AR §5151)
Parois entre parkings et le reste du bâtiment	EI 60	EI 60	EI 120
Parois entre cabines électriques, locaux d'archives, locaux techniques, etc., qui se situent dans le compartiment du parking	EI 60	EI 120	EI 120
Parois de salles	idem que parois de compartiments	EI 60	EI 120
Parois séparant des locaux commerciaux du reste du bâtiment	EI 60	EI 60	EI 120
Parois entre locaux commerciaux	EI 30	EI 30	EI 30
Parois entre cuisines collectives et autres parties du bâtiment	EI 60	EI 60	EI 120
Ascenseurs: l'ensemble constitué par une ou plusieurs gaines, et par leurs paliers d'accès, qui doivent former un sas pour les niveaux en sous-sol, est limité par des parois	EI 60	EI 60	EI 120
<i>Note 1: les parois des gaines d'ascenseur seront pleines, continues et de classe A1</i> <i>Note 2: ce qui précède ne vaut pas lorsque l'ascenseur ne dessert qu'un compartiment</i>			
Parois d'ascenseurs qui limitent l'ensemble formé par la gaine et le local des machines	EI 60	EI 60	EI 120
Ascenseurs oléo-hydrauliques: le local des machines est séparé de la gaine d'ascenseur: parois du local des machines des ascenseurs	EI 60	EI 120	EI 120
Paternosters, transporteurs à conteneurs et monte-charges à chargement et déchargement automatiques (interdits pour le transport de personnes): parois intérieures des salles des machines et des gaines, parois de sas incluses	EI 60	EI 60	EI 120
Parois de gaines pour escaliers mécaniques	EI 60	EI 60	EI 120

QUE FAUT-IL RETENIR?

- Réaction au feu: les blocs pour murs intérieurs Porotherm appartiennent toujours à la classe euro la plus élevée A1. Cette classification permet de les utiliser pour n'importe quelle application, sans prendre des mesures supplémentaires.
- Valeurs pour la résistance au feu REI des murs érigés avec des blocs pour murs intérieurs Porotherm mis en œuvre avec du mortier ou du mortier-colle:

	Épaisseur minimale (mm, nominale)		
	90	140	190
Sans plafonnage	60 minutes	120 minutes	240 minutes
Avec plafonnage	60 minutes	180 minutes	240 minutes

- Un mur de maçonnerie non-plafonné érigé avec des blocs Porotherm de 14 cm de largeur affichant une résistance au feu REI 120 minutes satisfait d'ores et déjà, en tant que mur porteur, aux exigences les plus strictes pour les bâtiments bas ou moyens.

3.8. STABILITÉ DIMENSIONNELLE ET JOINTS DE MOUVEMENT

La stabilité dimensionnelle constitue un critère important pour le choix d'un matériau de construction. De nombreux matériaux vont en effet se rétracter ou se dilater sous l'effet de la température, de l'humidité de l'air ou du dessèchement du gros œuvre. Cela peut entraîner la formation d'éclats et de fissures, qu'il convient d'éviter en réalisant des joints de mouvement et en appliquant des armatures. En travaillant avec des matériaux de forme extrêmement stable, comme la terre cuite, vous pourrez précisément éviter ces fissures d'origine thermique ou hygrométrique, et ce depuis le début.

critère important

éviter les éclats

la terre cuite présente une stabilité dimensionnelle extrêmement élevée

Stabilité dimensionnelle

La stabilité dimensionnelle d'un matériau (de construction) représente sa propriété à conserver ses dimensions dans un environnement externe variable.

La stabilité dimensionnelle est déterminée par trois paramètres:

- a) **La dilatation thermique α , exprimée en mm/m.K:**
il s'agit de la déformation générée par les fluctuations thermiques. Pour un même écart thermique, la déformation sera d'autant plus importante que le coefficient α sera élevé. Il est donc préférable d'opter pour un matériau présentant un α très faible.
- b) **Le retrait et gonflement hygrométrique ϵ_r , exprimé en mm/m.K:**
il s'agit de la déformation générée par la rétention d'eau. Il est conseillé d'utiliser un matériau de construction insensible ou peu sujet à ce phénomène.
- c) **Le retrait au durcissement, exprimé en mm/m.K**
il s'agit de la déformation subie par un matériau durant une longue période après la fabrication. Ce facteur ne s'applique pas aux briques car leur fabrication ne requiert aucun liant.

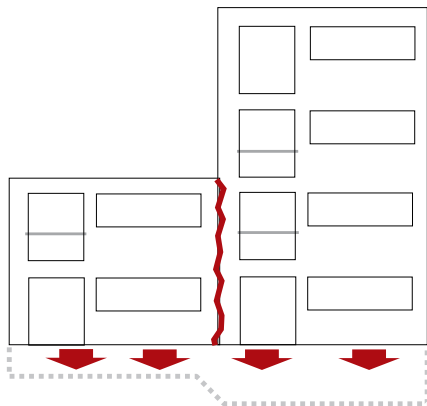
Blocs pour murs intérieurs Porotherm: VALEURS

Matériau	Dilatation thermique mm/m.K	Gonflement hygrométrique mm/m	Retrait au durcissement
Terre cuite	0,004 à 0,008	$\leq 0,1$	Aucun

Les fiches techniques mentionnent le retrait et gonflement hygrométrique selon la norme NBN B24-208. En Belgique, cette caractéristique est considérée comme facultative pour les blocs de maçonnerie en terre cuite selon les prescriptions techniques PTV 23-003, contrairement par exemple au comportement à l'humidité des blocs silicocalcaires, des blocs de maçonnerie en béton et des blocs de maçonnerie en béton cellulaire. Aucune valeur n'est par conséquent déclarée sur la DoP des blocs pour murs intérieurs Porotherm.

Joint de mouvement

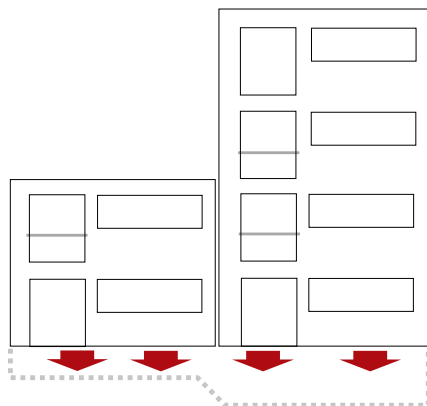
Tant les joints de mouvement que les joints de tassement sont réalisés sous forme de joints élastiques divisant la maçonnerie en sections indépendantes les unes des autres.



Distinction entre joints de tassement et joints de mouvement

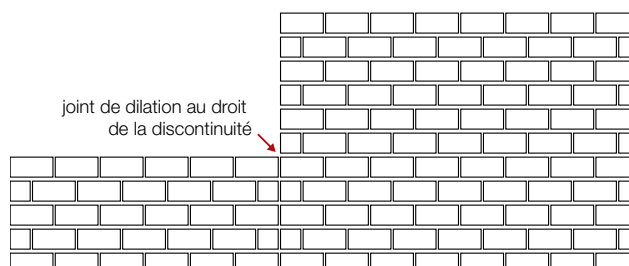
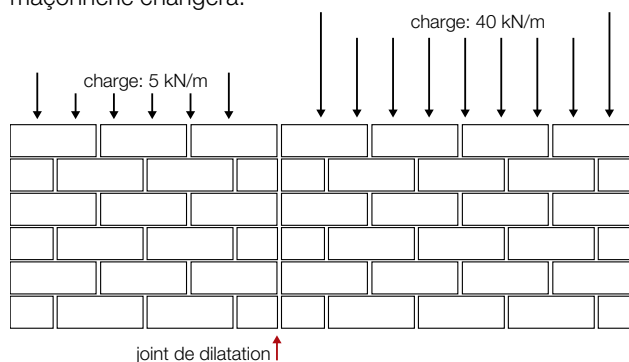
Les joints de tassement sont nécessaires lorsque des tassements différentiels risquent d'apparaître, par exemple en cas de différences de contraintes: lorsqu'un grand bâtiment jouxte un petit bâtiment, en cas de combinaison de plusieurs systèmes de fondations, etc. Les joints de tassement sont des coupes qui se prolongent de manière cohérente sur toute la hauteur du bâtiment, depuis la toiture jusqu'aux fondations en passant par le gros œuvre portant.

Même lorsque des joints de tassement ne sont pas nécessaires, il convient de tenir compte de la déformation des matériaux utilisés. C'est pourquoi on prévoira des joints de mouvement dans la structure, qui permettront au matériau de bouger sans qu'apparaissent des fissures indésirables.



Le joint de dilatation constitue donc pour ainsi dire une "fissure souhaitée", qui empêche que la structure ne se fissure aux endroits où cela n'est pas souhaitable ou pas permis. Sous l'influence d'une baisse du taux d'humidité et/ou de la température, la maçonnerie se rétractera et des contraintes de traction feront leur apparition. La maçonnerie résistant correctement à la compression, mais mal à la traction, les contraintes de traction inadmissibles devront donc être compensées par la réalisation de joints de mouvement ou l'application dans les joints horizontaux d'armature qui pourront absorber ces contraintes de traction.

Si l'emplacement des joints de tassement est déterminé par des conditions limites ayant rapport à la stabilité (nature du sous-sol, nature de la construction, fondations, charges, etc.), la distance entre les joints de mouvement dépend quant à elle du matériau utilisé. L'emplacement des joints de mouvement sera notamment déterminé par la géométrie du bâtiment et dépendra du type de mur ainsi que des détails constructifs spécifiques. Ceux-ci seront de préférence réalisés là où la géométrie et/ou la charge appliquée à la maçonnerie changera.



Distance entre les joints de mouvement verticaux

Vu que, pour la plupart des applications, les blocs pour murs intérieurs Porotherm ne sont pas soumis à de fortes fluctuations de température ni d'humidité et qu'ils ne sont pas sujets au retrait consécutif au durcissement, il ne sera généralement pas nécessaire de prévoir des joints de dilatation dans les murs de maçonnerie érigés avec des blocs pour murs intérieurs Porotherm.

Pour les murs extérieurs non-porteurs et non-armés, le tableau issu de la norme NBN EN 1996-2 ANB mentionne la distance maximale entre les joints de mouvement verticaux.

Maçonnerie érigée avec	Distance entre les joints verticaux selon l'ANB de l'Eurocode 6-2	Distance entre les joints verticaux si les conditions des STS relatives aux joints de mouvement sont remplies
Blocs céramiques	12 m	18 m
Blocs silico-calcaires	6 m	8 m
Blocs de béton	6 m	8 m
Blocs de béton cellulaire autoclavé	6 m	6 m
Bloc de pierre naturelle	12 m	18 m

Note: La distance du premier joint vertical à un joint vertical enclavé ne peut dépasser la moitié des distances mentionnées ci-dessus

Ce tableau montre clairement que les blocs de maçonnerie en terre cuite font partie des matériaux de construction les plus stables en termes de forme. Si vous souhaitez réaliser un bâtiment avec un minimum de joints de dilatation, il sera donc par conséquent préférable de choisir des briques en terre cuite pour la maçonnerie de parement.

utilisez de préférence une maçonnerie de parement en terre cuite

La grande stabilité dimensionnelle constitue un des principaux atouts des blocs pour murs intérieurs Porotherm et des briques de parement Terca et Desimpel, de telle sorte qu'il ne faudra prévoir qu'un minimum de joints de mouvement. Et qui dit moins de joints de mouvement, dit moins de joints élastiques dans la structure, et donc également moins d'entretien a posteriori ainsi que moins de problèmes lors de l'exécution.

avantages

En résumé, un minimum de joints de mouvement offrira les avantages suivants:

- Pour le maître de l'ouvrage: des coûts de construction et d'entretien moins élevés
- Pour l'architecte: une plus grande liberté lors de la conception
- Pour l'entrepreneur: une construction plus simple et plus facile à exécuter.

QUE FAUT-IL RETENIR?

- Les blocs pour murs intérieurs Porotherm font partie des matériaux de construction présentant la plus grande stabilité dimensionnelle.



3.9. ABSORPTION D'EAU, ABSORPTION D'EAU INITIALE ET TAUX D'HUMIDITÉ D'ÉQUILIBRE

La porosité des blocs pour murs intérieurs Porotherm explique plusieurs de leurs propriétés importantes. Chaque bloc pour murs intérieurs est en effet constitué de matière solide et d'une grande quantité "d'air" emprisonné: les pores.

Les pores déterminent l'absorption d'eau ou le caractère absorbant du bloc, ce qui aura à son tour un effet déterminant sur la qualité de la maçonnerie en terre cuite. Pour garantir une bonne adhérence, le bloc doit absorber suffisamment d'eau durant les premières minutes de mise en contact avec le mortier. Après quelque temps toutefois, le bloc ne pourra pas absorber trop d'eau, afin de ne pas entraîner un risque de combustion du mortier, avec comme conséquence une liaison insuffisante et une faible adhérence. L'ouvrabilité des blocs pour murs intérieurs sera par conséquent déterminée dans une grande mesure par la nature et la taille des pores présents.

Le caractère absorbant d'un bloc dépend de différents facteurs:

- la quantité de pores
- les dimensions des pores
- les liaisons entre les pores
- le caractère ouvert ou fermé des pores.

Pour se faire une idée de la quantité de pores dans un bloc, on a introduit la notion de porosité. La porosité d'un matériau est le rapport entre le volume des pores et le volume total du bloc. La porosité exerce une influence déterminante sur l'absorption d'eau du bloc, et donc sur sa mise en œuvre en maçonnerie, son isolation thermique, sa résistance au gel et son vieillissement.

Les dimensions des pores déterminent la vitesse avec laquelle l'eau est extraite de son environnement. Des canules larges absorbent l'eau lentement, mais en grande quantité, tandis que les canules étroites exercent une absorption plus rapide, mais absorbent moins d'eau au total.

Le caractère ouvert ou fermé des pores ou le fait qu'ils soient ou non reliés entre eux par des canules qui courent ou non à travers tout le bloc détermineront aussi l'absorption d'eau du bloc.

Absorption d'eau et absorption d'eau initiale

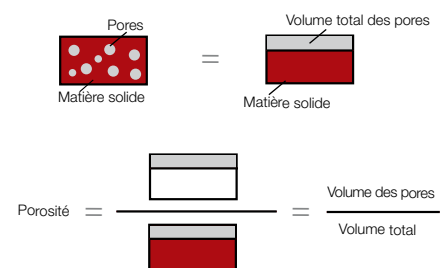
Sur la DoP, Wienerberger indique l'absorption d'eau selon la réglementation européenne. L'absorption d'eau initiale est déclarée selon la réglementation tant européenne que nationale.

- L'absorption d'eau: correspond au pouvoir d'absorption d'humidité du bloc sur une longue période, dans ce cas 24 heures. L'absorption d'eau s'exprime en pourcentage de la masse. Purement informative, cette donnée n'a aucun rapport avec les exigences de qualité technique. Déclarer ces paramètres ne constitue aussi aucune obligation pour les blocs pour murs intérieurs.

Exemple: Porotherm Thermobrick de Zonnebeke: absorption maximale $\leq 18\%$

l'absorption d'eau est déterminée par les pores

ouvrabilité



définition de l'absorption d'eau



- L'absorption d'eau initiale: est importante pour l'adhérence de la maçonnerie et fournit à l'utilisateur des informations pour choisir le mortier. Elle est déterminée par la norme d'essai européenne EN 772-11. Selon la norme EN 771, il faut déclarer pour l'absorption d'eau initiale les limites entre lesquelles se situera l'absorption d'eau initiale moyenne d'un échantillon prélevé parmi un lot de blocs selon une procédure spécifique. Les PTV définissent des classes d'absorption d'eau initiales (classes IW). On retrouvera les deux valeurs sur la DoP. La valeur minimale et la valeur maximale pour l'absorption d'eau initiale seront précisées dans la partie relative aux performances selon la norme EN 771. Les classes IW ont été reprises dans les spécifications nationales complémentaires. Vous trouverez aussi la classe IW sur les fiches techniques.

Exemple: Porotherm Thermobrick de Zonnebeke:

- classe IW: IW2
- l'absorption d'eau initiale moyenne se situe entre 0,5 et 1,5 kg/m².min.

Ci-dessous, nous approfondirons la détermination et la classification de l'absorption d'eau initiale.

Lorsqu'un bloc est plongé dans un récipient rempli d'eau, celui-ci absorbera une quantité d'eau en un laps de temps déterminé. L'absorption d'eau initiale reflète la capacité du bloc à absorber l'humidité en un laps de temps très court.

L'absorption d'eau initiale constitue un indicateur important pour les propriétés de séchage du bloc ainsi que pour l'adhérence à atteindre entre le bloc et le mortier. Les effets initiaux du transport d'humidité dans la terre cuite détermineront le développement de l'adhérence de la maçonnerie.

Un bloc est séché selon une méthode normalisée et pesé, permettant ainsi d'obtenir la valeur $m_{dry,s}$, exprimée en grammes. Une fois le bloc refroidi à température ambiante, on mesure la superficie hors tout de la face de pose: A_s , exprimée en mm². La face de pose du bloc est ensuite immergée durant 60 secondes \pm 2 secondes dans 5 mm \pm 1 mm d'eau. Le niveau d'eau est maintenu constant durant l'essai. Le bloc est ensuite essuyé avant d'être pesé à nouveau, permettant ainsi d'obtenir la valeur $m_{so,s}$, exprimée en grammes.

L'absorption d'eau initiale $c_{w,i}$ s'obtient par la formule suivante:

$$C_{w,i} = \frac{m_{so,s} - m_{dry,s}}{A_s \cdot t} \times 10^3 \text{ [kg/(m}^2\text{.min)]}$$

Avec $t = 1 \text{ min}$

Le tableau ci-dessous indique les classes d'absorption d'eau initiale:

Classe		Déclaration [kg/(m ² .min)]	Critères de réception pour l'absorption d'eau initiale moyenne [kg/(m ² .min)]
IW1	Très peu absorbant	$IW \leq 0,5$	$IW < 0,8$
IW2	Peu absorbant	$0,5 < IW \leq 1,5$	$0,3 < IW \leq 2$
IW3	Normalement absorbant	$1,5 < IW \leq 4,0$	$1 < IW \leq 5$
IW4	Très absorbant	$4,0 < IW$	$3 < IW$

Les critères de réception pour les différentes classes ont été adaptés en 2012 dans les prescriptions techniques PTV 23-003.

Les blocs pour murs intérieurs Porotherm appartiennent en grande partie à la classe IW2 'peu absorbant'.

La classe IW2 signifie que les blocs pour murs intérieurs absorbent suffisamment au cours des premières minutes, sans que la capacité d'absorption ne s'arrête à plus long terme consécutivement à une saturation apparente. En d'autres termes, le bloc 'prendra' bien. Il permettra ainsi d'ériger des murs d'une hauteur d'étage en une même journée, sans risque d'affaissement de la maçonnerie fraîche.

aucun risque d'affaissement

A côté de cela, il n'y a aucun risque de combustion du mortier. La combustion du mortier se produit lorsque la brique absorbe trop d'eau du mortier après disons 15 minutes. Si cela se produit, le processus d'hydratation dans le mortier n'aura pas été complet, avec comme conséquences une mauvaise liaison interne du mortier et une adhérence insuffisante de la maçonnerie.

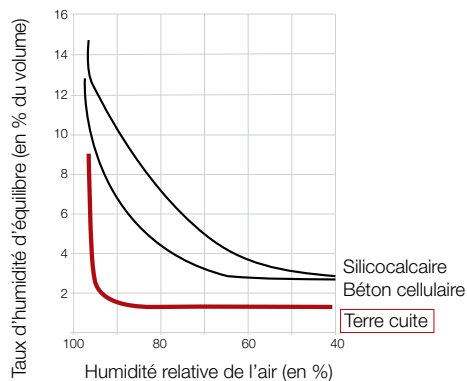
pas de risque de combustion du mortier

Il est important d'harmoniser correctement le mortier et la classe IW des éléments de maçonnerie.

Taux d'humidité d'équilibre

Le taux d'humidité d'équilibre équivaut au pourcentage d'eau retenu par le matériau à un taux d'humidité relative de l'air déterminé. Le taux d'humidité d'équilibre est important pour le comportement thermique de la maçonnerie. L'eau constitue en effet un bon conducteur thermique.

définition du taux d'humidité d'équilibre



Grâce à sa structure poreuse spécifique, la terre cuite présente un faible taux d'humidité d'équilibre pour toute humidité relative de l'air.

Dans une pièce où l'humidité relative de l'air baisse, le taux d'humidité d'équilibre de la maçonnerie en terre cuite atteindra le plus rapidement la valeur minimale. Un mur érigé avec des blocs pour murs intérieurs Porotherm séchera par conséquent beaucoup plus vite qu'un mur de maçonnerie érigé avec des blocs silicocalcaires ou de béton cellulaire. Les propriétés d'isolation thermique d'un mur érigé avec des blocs pour murs intérieurs Porotherm resteront optimales en pratiquement toutes circonstances.

QUE FAUT-IL RETENIR?

- L'absorption d'eau initiale des blocs utilisés en maçonnerie déterminera la qualité de la maçonnerie.
- Les blocs trop absorbants qui n'ont pas été préhumidifiés entraîneront une combustion du mortier, avec comme conséquences une liaison insuffisante du mortier et une faible adhérence. Les blocs trop absorbants devront donc toujours être préhumidifiés.
- Des blocs non-absorbants ou un choix de mortier non-réfléchi pourront aussi entraîner des problèmes d'adhérence et seront plus difficiles à mettre en œuvre en raison du risque d'affaissement de la maçonnerie fraîche. La mise en œuvre et le choix du mortier doivent être harmonisés au caractère absorbant des blocs.
- Les blocs pour murs intérieurs appartiennent pratiquement tous à la classe IW2. Ce qui signifie que ces blocs sont 'peu absorbants'. Peu après leur mise en œuvre, ils possèdent une capacité d'absorption suffisante pour bien adhérer au mortier, sans entraîner, avec le temps, un risque de combustion.
- La terre cuite présente un faible taux d'humidité d'équilibre. Un mur de maçonnerie en terre cuite séchera rapidement.
- L'utilisation de blocs pour murs intérieurs Porotherm offre la meilleure garantie pour réaliser une maçonnerie présentant une adhérence de qualité.

3.10. PERMÉABILITÉ À LA VAPEUR D'EAU

Pour les éléments de l'enveloppe extérieure, il est important d'avoir une idée de la perméabilité à la vapeur d'eau.

En physique de construction ont été introduites à cet effet les notions de coefficient de diffusion de la vapeur d'eau μ et de résistance à la diffusion de la vapeur d'eau μd .

La vapeur d'eau se déplace toujours des zones présentant une pression de vapeur plus élevée vers des zones présentant une pression de vapeur moins élevée.

Lorsque le mur extérieur entre, côté extérieur, en contact avec de l'air présentant une pression de vapeur inférieure à celle présente côté intérieur, la différence de pression de vapeur entraînera une migration de la vapeur d'eau de l'intérieur vers l'extérieur à travers le mur. Ce phénomène porte le nom de diffusion de la vapeur d'eau. Cette diffusion de la vapeur d'eau peut se produire de l'intérieur vers l'extérieur, mais aussi de l'extérieur vers l'intérieur.

La quantité de vapeur qui pourra migrer à travers une structure dépendra de la différence de pression de vapeur ainsi que de la résistance de la construction à la diffusion de vapeur. Cette résistance sera fonction du type de matériau utilisé et de son épaisseur.

La résistance à la diffusion de vapeur d'eau s'exprime au moyen du coefficient de diffusion de la vapeur d'eau μ , une valeur sans dimension qui reflète le rapport entre la résistance à la vapeur du matériau et la résistance à la vapeur d'une couche d'air immobile de même épaisseur.

$$\mu = \text{résistance du matériau à la diffusion de vapeur} / \text{résistance de l'air à la diffusion de vapeur}$$

La valeur μ indique donc combien de fois la résistance à la diffusion de vapeur d'un matériau est supérieure à celle d'une couche d'air de même épaisseur.

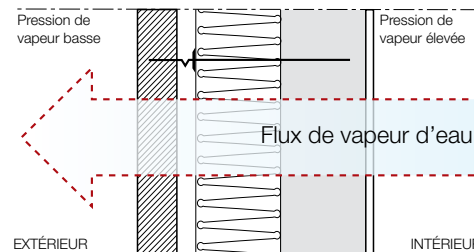
Plus la valeur μ sera basse, meilleure sera la diffusion de la vapeur, ce qui signifie que cette vapeur d'eau pourra s'évacuer d'autant plus vite. Une valeur μ élevée signifiera donc un matériau freinant davantage la vapeur voire même imperméable à la vapeur.

Les matériaux non-poreux, comme le verre, présentent une résistance à la diffusion de vapeur infinie.

La résistance à la diffusion de vapeur d'eau d'un bloc pour murs intérieur s'exprime en mètres et s'obtient en multipliant la valeur μ par l'épaisseur du bloc.

Une valeur μd de 150, par exemple, signifie que le matériau, à l'épaisseur donnée, présente la même diffusion de vapeur qu'une couche d'air de 150 m, et constitue dès lors clairement un matériau freine-vapeur. Un matériau perméable à la vapeur présentera par contre une valeur μd peu élevée.

Le comportement à la diffusion de vapeur d'eau sera différent lorsque le flux de vapeur d'eau pénètre dans le bloc et lorsque la vapeur quitte le bloc. La valeur μ sera plus élevée pour la diffusion de vapeur d'eau quittant le bloc, en d'autres termes pour le séchage du bloc.



coefficient μ bas = matériau plus perméable à la vapeur

valeur μ sur la DoP

La norme EN 771-1 impose au producteur de blocs pour murs intérieurs destinés à être appliqués dans des parties de construction extérieures de communiquer les valeurs du coefficient de diffusion de vapeur d'eau μ .

Wienerberger mentionne la valeur μ sur la DoP des blocs pour murs intérieurs Porotherm selon la norme NBN EN 1745.

La valeur μ des blocs pour murs intérieurs Porotherm équivaut à 5 pour la diffusion de vapeur d'eau pénétrant dans le bloc. Et à 10 pour la diffusion de vapeur quittant le bloc.

QUE FAUT-IL RETENIR?

- Plus la valeur μ est basse, plus le matériau est perméable à la vapeur.
- Bloc pour murs intérieurs Porotherm: $\mu = 5$ (pénétration dans le bloc); $\mu = 10$ (séchage)
- Les blocs pour murs intérieurs Porotherm sont extrêmement appropriés pour réaliser une enveloppe respirante.

3.11. RÉSISTANCE AU GEL

La résistance au gel d'une brique reflète la propriété de cette brique à résister à une succession de cycles gel-dégel. En Belgique, il s'agit d'un critère important pour chaque brique utilisée à l'extérieur, vu que notre climat est caractérisé par de la pluie avec des températures qui flirtent avec le seuil de gel.

La résistance au gel des blocs pour murs intérieurs peut être évaluée tant par un essai de gel belge que par un essai de gel européen. Lors de la rédaction de cet ouvrage de référence, l'essai de gel européen était dans une phase où, en tant que spécification technique (CEN/TS 772-22), il était ouvert aux commentaires afin d'évoluer vers une norme européenne.

Tant que cette norme européenne n'a pas été acceptée, chaque brique de parement devra être évaluée selon la réglementation en vigueur du pays dans lequel elle sera appliquée.

La détermination de la résistance au gel belge s'effectue selon des méthodes d'essai normalisées qui, d'une part, se basent sur les propriétés capillaires des briques (NBN B27-010) et qui, d'autre part, évaluent les dégâts après un essai de gel direct (NBN B27-009 et son annexe).

Sur base des résultats des essais, la norme NBN B23-003 distingue trois classes de résistance au gel:

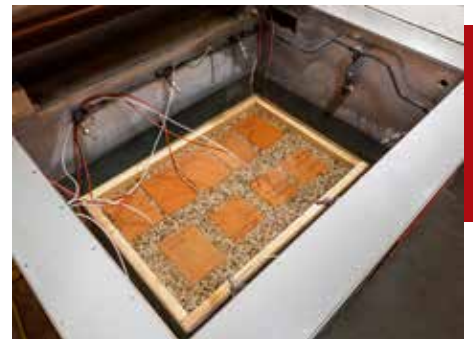
- Résistance nulle: la brique ne convient pas pour les maçonneries extérieures apparentes
- Résistance normale: la brique peut être affectée à toutes les applications, sauf à celles qui requièrent une résistance au gel élevée
- Résistance élevée: la brique peut être affectée aux applications suivantes:
 - Murs non-protégés et fortement exposés
 - Parois extérieures de murs creux non-ventilés
 - Parois extérieures peintes
 - Murs de soutènement
 - Surfaces horizontales.

L'utilisation de briques de la catégorie "résistance élevée au gel" doit s'effectuer conformément aux règles de l'art, qui exigent notamment de drainer les surfaces horizontales et de ne pas peindre la face extérieure avec une peinture imperméable à la vapeur.

Lorsque la résistance au gel de la brique est déterminée et évaluée selon l'essai de gel européen, les briques sont classifiées en trois classes d'exposition:

- F0 – conditions climatiques passives
- F1 – conditions climatiques modérées
- F2 – conditions climatiques sévères.

Autrement dit: F0 équivaut à aucune résistance au gel et F2 correspond à la résistance au gel la plus élevée. L'essai de gel belge pour la classe 'résistance élevée au gel' est plus sévère que la classe F2 actuellement renseignée dans la spécification technique CEN/TS 722-22.



Dans l'attente de suffisamment de données disponibles sur la relation entre la classification selon la future norme européenne et selon la méthode d'évaluation belge, on applique en Belgique l'accord conventionnel selon le tableau ci-dessous:

norme belge vs. norme européenne

NBN B23-003	EN 771-1
Résistance nulle	F0
Résistance normale	F1 or F2 (*)
Résistance élevée	F2

*** Les prescriptions techniques PTV 23-003 stipulent:**

- Pour les briques cataloguées d'une résistance au gel normale selon NBN B23-002, la déclaration F2 est également acceptée à condition de démontrer que les briques ne sont pas endommagées après 100 cycles gel-dégel lors d'essais selon la spécification technique CEN/TS772-22.
- Pour les briques cataloguées d'une résistance au gel normale selon NBN B23-002, mais qui n'ont pas été testées selon la spécification technique CEN/TS 772-22 ou qui ne réussissent pas le test des 100 cycles sans dégâts, la déclaration F1 est acceptée.

La marque Benor ne soutient pas les déclarations de type F1 ou F2, si aucune classification selon NBN B23-003 n'est disponible.

Quand la résistance au gel des blocs pour murs intérieurs PoroTherm joue-t-elle un rôle?

Les spécifications techniques STS 22 et la norme NBN EN 1996-2 distinguent les classes

d'exposition suivantes:

Classe	Micro-conditions d'exposition de la maçonnerie	Exemples
MX1	Dans un environnement sec	Intérieur d'immeubles d'habitation normaux ou de bureaux ainsi que la paroi intérieure d'un mur creux où l'infiltration d'humidité est improbable. Maçonnerie plafonnée des murs extérieurs non-exposée à des averses modérées ou fortes et séparée de l'humidité provenant d'une maçonnerie ou de matériaux voisins
MX2	Exposition à l'humidité ou à la pluie	
MX2.1	Exposition à l'humidité, mais pas à des cycles gel/dégel ou à des sources externes de sulfates ou à des produits chimiques agressifs	Maçonnerie intérieure exposée à une quantité élevée de vapeur d'eau, par exemple dans une blanchisserie. Murs extérieurs protégés de la pluie par des toitures en débord ou panneaux muraux. Maçonnerie dans des zones non-exposées au gel, dans un sol non-agressif correctement drainé
MX2.2	Exposition aux averses, mais pas à des cycles gel/dégel ou à des sources externes de sulfates ou à des produits chimiques agressifs	Maçonnerie qui n'est pas exposée au gel ou à des produits chimiques agressifs, dans des murs extérieurs avec revêtement sans débord, dans des murets de jardin ou murets individuels, dans le sol, sous eau
MX3	Exposition à l'humidité et à des cycles gel/dégel	
MX3.1	Exposition à l'humidité ou à la pluie et à des cycles gel/dégel, mais pas à des sources externes avec apport important de sulfates ou de produits chimiques agressifs.	Maçonnerie exposée à des cycles gel/dégel comme dans la classe MX2.2
MX3.2	Exposition à de fortes averses et à des cycles gel/dégel, mais pas à des sources externes de sulfates ou de produits chimiques agressifs	Maçonnerie exposée à des cycles gel/dégel comme dans la classe MX2.2
MX4	Exposition à un air saturé en sel, à de l'eau de mer ou aux sels de déneigement	Maçonnerie dans les régions côtières. Maçonnerie située à côté de voiries sur lesquelles seront épandus des sels de déneigement en hiver.
MX5	Dans un environnement chimique agressif	Maçonnerie en contact avec le sol naturel ou remblayé ou avec des eaux souterraines renfermant des quantités significatives de sulfates. Maçonnerie en contact avec des sols très acides, des sols ou des eaux souterraines fortement pollués. Maçonnerie située à proximité de zonings industriels où des produits chimiques agressifs sont présents dans l'air.

Note: Pour déterminer le niveau d'exposition, il convient de tenir compte de l'impact des traitements de surface et/ou des revêtements protecteurs.

En fonction de la classe d'exposition, les spécifications techniques STS 22 et la norme NBN EN 1996-2 imposent à la brique les règles minimum ci-dessous. La teneur en sels solubles actifs joue ici également un rôle.

Exigences minimum pour l'élément de maçonnerie:

Classe	Selon STS 22	Selon NBN EN 1996-2
Essai de gel	NBN B27-009 + Add. 2	prEN 772-22
MX1	Tous	Tous
MX2.1	Résistance au gel nulle / S1,S2	F0, F1 of F2 / S1 of S2
MX2.2	Résistance au gel nulle / S1,S2	F0, F1 of F2 / S1 of S2
MX3.1	Résistance au gel normale / S2 – Résistance au gel élevée / S2	F1 of F2 / S1 of S2
MX3.2	Résistance au gel élevée / S2	F2 / S1 of S2
MX4	Déterminez le niveau d'exposition au sel ainsi qu'aux autres facteurs et consultez le fabricant	
MX5	Déterminez l'exposition spécifique et l'impact des produits chimiques en fonction de leur concentration, de leur quantité, etc., et consultez le fabricant	

Note: La classe MX1 est uniquement valable tant que la maçonnerie n'est pas totalement ou partiellement exposée à des charges lourdes sur une longue période durant l'exécution.

Pour les applications où la maçonnerie ne sera dotée que d'une protection limitée, qui n'offrira pas une sécurité suffisante pour une protection totale contre des infiltrations d'humidité et où le risque de gel restera présent, les éléments de maçonnerie en terre cuite appartiendront au minimum à la classe de 'résistance au gel normale' ou F1. Ce sera le cas en présence de fines couches de plafonnage, de couches de peinture, etc., sur la maçonnerie.

La maçonnerie parachevée avec une couche de plafonnage épaisse, un bardage de façade en tuiles ou Façatile, les parois intérieures d'un mur creux, etc., seront répertoriées parmi les applications relatives à la maçonnerie protégée MX1.

Pour la plupart des applications de blocs pour murs intérieurs, il ne sera pas nécessaire que les blocs soient résistants au gel.

C'est pourquoi la plupart des blocs pour murs intérieurs Porotherm appartiennent à la classe Euro F0, et qu'ils ont été certifiés selon la norme NBN B27-009.

Pour les applications où il sera souhaitable d'utiliser un bloc Porotherm à résistance au gel élevée, comme pour les parois extérieures des murs creux qui seront ensuite parachevées avec une couche de peinture, Wienerberger propose des productions spécifiques à base d'un mélange d'argile permettant de créer des blocs Porotherm présentant une résistance au gel élevée ou possédant la classe Euro F2 en plus de la classe S2 pour leur teneur en sels solubles. Informez-vous toujours afin de savoir si les formats et types de blocs disponibles présentent une résistance élevée au gel ou possèdent la classe Euro F2.

Si l'application requiert une classe de 'résistance au gel élevée' ou la classe Euro F2, cette exigence devra être reprise explicitement dans le cahier des charges.

QUE FAUT-IL RETENIR?

- Attention lorsque vous comparez des classes Euro avec la norme belge plus sévère.
- Tant pour les applications exigeant la classe de 'résistance au gel élevée' que pour les applications intérieures ordinaires, vous trouverez chez Porotherm le bloc approprié.

3.12. TENEUR EN SELS SOLUBLES ACTIFS

Sous l'effet de l'eau, les sels solubles expansifs peuvent se dilater par cristallisation et causer des dégâts à la brique.

La teneur en sels solubles actifs sera déterminée selon un essai européen, décrit dans la norme NBN EN 772-5.

La déclaration de la teneur en sels solubles selon EN 771-1 est obligatoire pour les blocs destinés à des maçonneries à protection limitée ou sans protection.

Vous trouverez dans le tableau ci-dessous les classes relatives à la teneur en sels solubles actifs:

Classe	Total % m/m, inférieur ou égal à	
	Na ⁺ + K ⁺	Mg ²⁺
S0	Pas d'exigences	Pas d'exigences
S1	0,17	0,08
S2	0,06	0,03

Lorsque des blocs pour murs intérieurs Porotherm sont utilisés dans une maçonnerie protégée (une couche de plafonnage adapté épaisse, la paroi intérieure d'un mur creux, un revêtement par exemple au moyen de tuiles en terre cuite ou Façatile, des murs intérieurs), aucune exigence ne sera posée concernant la teneur en sels solubles actifs (S0).

aucune exigence pour la maçonnerie protégée

Si des blocs pour murs intérieurs Porotherm sont appliqués dans une maçonnerie à protection limitée (couche de plafonnage fine, couche de peinture) selon les classes d'exposition MX, mentionnées dans le tableau que vous retrouverez au chapitre 3.11. consacré à la résistance au gel, les éléments de maçonnerie en terre cuite devront appartenir au minimum à la classe S1 ou S2.

Si l'application requiert la classe S1 ou S2, Porotherm dispose de productions spécifiques qui, outre une résistance au gel élevée ou une classe Euro F2, possèdent également une classe S2 pour leur teneur en sels solubles actifs. Informez-vous toujours afin de savoir si les formats et types de blocs disponibles présentent une la classe S2. Cette exigence de la classe S2 devra être reprise explicitement dans le cahier des charges.

QUE FAUT-IL RETENIR?

- La classe S0 suffit pour la plupart des applications de blocs pour murs intérieurs.
- Pour les applications exigeant la classe S1 ou S2, Porotherm dispose de productions spécifiques répondant à cette exigence.



3.13. EFFLORESCENCES

Les efflorescences sont des dépôts salins qui peuvent apparaître sous forme de pellicules, flocons ou croûtes résistantes. Lorsque l'eau se déplace par capillarité dans les pores de la maçonnerie, des sels solubles sont transportés dans l'eau. Ceux-ci se déposent à la surface de la maçonnerie, où ils cristallisent après évaporation de l'eau. Les composés de sels les plus fréquents sont les alcalins (sodium et potassium) et les sulfates de magnésium. Les efflorescences de salpêtre se produisent exclusivement à proximité d'engrais.

Ces sels peuvent se retrouver dans la maçonnerie par remontée de l'humidité ascensionnelle du sol, mais aussi par réaction du mortier avec la brique par temps de pluie. Le risque sera d'autant plus grand en cas de maçonnerie fraîche, étant donné que la structure des pores de la pâte de ciment sera encore trop peu formée pour empêcher que de l'eau disparaisse dans les capillaires de la brique. Il s'avère par conséquent indispensable de protéger correctement la maçonnerie fraîche contre la pluie.

Les sels déjà présents dans la brique peuvent également provoquer des efflorescences. Un essai selon la norme belge NBN B24-209 permet de classer les briques selon leur sensibilité ou non aux efflorescences. Les briques ne seront pas sensibles aux efflorescences si, lors de l'essai, aucune tache blanche d'une superficie supérieure à 5 cm² n'apparaît. Un voile légèrement blanchâtre ou une fine auréole ne seront pas pris en compte.

Vu que cette classification ne s'applique pas à la maçonnerie non-décorative, les blocs pour murs intérieurs Porotherm ne subissent pas de test de sensibilité aux efflorescences.

Les efflorescences resteront cependant généralement inoffensives pour la maçonnerie. Lorsque la maçonnerie a été érigée dans les 'règles de l'art', en mettant l'accent sur la nécessité de couvrir soigneusement la maçonnerie fraîche, le risque d'efflorescences sera extrêmement minime.

Nous aborderons les principales mesures pour éviter les efflorescences au chapitre 5 'Conseils de mise en œuvre'.

QUE FAUT-IL RETENIR?

- La classification relative aux efflorescences ne sera généralement pas pertinente pour la maçonnerie intérieure. C'est pourquoi ces valeurs ne seront pas déclarées.
- Vous pourrez éviter les efflorescences au maximum en suivant les mesures mentionnées dans les 'Conseils de mise en œuvre'.

3.14. SUBSTANCES DANGEREUSES

L'impact potentiel des matériaux de construction sur la qualité de l'air intérieur a été repris dans la Directive Produits de Construction (DPC) en 1989. En 2011, cette directive a été transposée en Règlement européen 305/2011 pour la commercialisation des produits de construction (RPC). L'exigence essentielle n°3 du RPC stipule qu'il convient, pour la commercialisation des produits de construction, d'accorder de l'attention à l'hygiène, à la santé et à l'environnement durant tout le cycle de vie des ouvrages de construction. Outre aux exigences relatives à la sécurité incendie, à la résistance mécanique, etc., tous les matériaux de construction devront également, à l'avenir, répondre à plusieurs critères en matière de santé.

Conformément aux exigences du mandat attribué par la Commission Européenne, le nouveau comité technique CEN/TC 351 'Produits de construction - Evaluation de l'émission de substances dangereuses' planche sur des méthodes de mesure pour déterminer les substances dangereuses pouvant être émises par les matériaux de construction durant leur phase d'utilisation. Dès que ces méthodes d'essai seront mises à disposition et dès qu'il existera une obligation légale de déclarer la 'lixiviation des substances dangereuses' à l'endroit où les produits seront commercialisés, celle-ci devra être reprise dans la DoP.

Une telle obligation n'existait pas encore en Belgique en 2017, contrairement par exemple à l'Allemagne et aux Pays-Bas.

Les blocs pour murs intérieurs Porotherm disposent des labels natureplus et DUBOkeur. Ces labels évaluent notamment l'impact des matériaux de construction sur la santé de l'homme. Les émissions nocives ainsi que la présence de composants dangereux, irritants et toxiques doivent rester sous des valeurs acceptables établies.

DUBOKEUR®



QUE FAUT-IL RETENIR?

- Les blocs pour murs intérieurs Porotherm disposent des labels natureplus et DUBOkeur.



Qualité et réglementation

4

4.1. RÈGLEMENT SUR LES PRODUITS DE CONSTRUCTION

Afin d'encore mieux garantir la libre circulation des produits de construction dans l'Union Européenne, la Commission Européenne a révisé la directive européenne 89/106/CEE (d'application sur les produits de construction), mieux connue sous l'appellation de directive sur les produits de construction (DPC).

Cette révision a donné naissance au Règlement Européen (UE) n° 305/2011, mieux connu sous l'appellation de règlement sur les produits de construction (RPC). Contrairement à une 'directive', un 'règlement' est directement applicable dans tous les pays de l'Union Européenne, sans transposition dans les législations nationales.

déclaration des performances obligatoire

Depuis le 1^{er} juillet 2013, les produits de constructions, qui sont couverts par une norme harmonisée ou qui se sont vu délivrer une évaluation technique européenne, doivent obligatoirement être accompagnés d'une déclaration des performances lorsqu'ils sont commercialisés par un fabricant ou proposés sur le marché par un distributeur.

Les blocs pour murs intérieurs Porotherm sont couverts par la norme harmonisée NBN EN 771-1. Wienerberger doit par conséquent, en tant que fabricant, élaborer et mettre à disposition leur déclaration des performances.

La déclaration des performances porte sur les caractéristiques essentielles du produit de construction. C'est-à-dire les caractéristiques du produit de construction par rapport aux exigences fondamentales applicables aux ouvrages de construction.

7 exigences fondamentales

Les ouvrages de construction doivent en effet répondre à sept exigences fondamentales:

1. Résistance mécanique et stabilité
2. Sécurité en cas d'incendie
3. Hygiène, santé et environnement
4. Sécurité d'utilisation et accessibilité
5. Protection contre le bruit
6. Économie d'énergie et isolation thermique
7. Utilisation durable des ressources naturelles

Ce règlement sur les produits de construction s'applique aux produits de construction, comme les blocs pour murs intérieurs Porotherm, tandis que les exigences fondamentales sont déterminées par les ouvrages de construction. C'est pourquoi il est important que les produits de construction soient appropriés à un usage dans un ouvrage de construction.

performances d'un produit de construction

Par les performances d'un produit de construction, on entend les performances relatives aux caractéristiques essentielles. Ces performances peuvent être exprimées en niveaux, en classes ou au moyen d'une description. Les performances déterminent si un produit de construction est approprié à un usage dans un ouvrage de construction déterminé.

Pour les blocs pour murs intérieurs Porotherm, les caractéristiques essentielles sont énumérées dans l'annexe ZA de la norme NBN EN 771-1.

4.2. DÉCLARATION DES PERFORMANCES OU DOP (DECLARATION OF PERFORMANCE)

La déclaration des performances porte sur les caractéristiques essentielles du produit de construction, exprimées en niveaux, en classes ou au moyen d'une description, conformément à la norme harmonisée applicable.

Cette déclaration est établie par le fabricant, compte tenu du produit et de l'utilisation visée. Elle est diffusée en version papier ou sous forme électronique. La DoP doit être établie dans la langue du pays où le produit est commercialisé.

La déclaration des performances offre à l'utilisateur ou au prescripteur la possibilité de choisir un produit de construction en parfaite connaissance de ses performances pour l'utilisation visée. Elle assure que l'ouvrage de construction satisfera aux exigences fondamentales applicables, compte tenu de l'endroit où celui-ci sera érigé. En Europe, les conditions environnementales (températures extrêmes, gel, nombre d'heures d'ensoleillement, tremblements de terre...) différeront notamment en fonction de la région.

Les performances relatives à une caractéristique essentielle doivent obligatoirement être déclarées dans les quatre cas suivants:


1. Lorsqu'il existe une réglementation pour cette caractéristique essentielle dans le pays où le produit sera commercialisé
2. Lorsque la Commission Européenne impose cette mention
3. Lorsque la caractéristique essentielle concernée est pertinente pour déterminer l'utilisation visée du produit
4. Lorsque le fabricant, l'importateur ou le distributeur diffuse de l'information concernant cette caractéristique essentielle, sous quelle forme que ce soit (par exemple dans de la documentation technique ou commerciale, sur un site Internet, etc.).

La déclaration des performances peut reprendre la notion NPD (No Performance Determined), ce qui signifie qu'aucune performance n'a été déterminée.

Cela pourra être le cas uniquement si les deux conditions suivantes ont été remplies:

1. Au moins une performance pertinente doit être déclarée
2. La caractéristique dont le fabricant ne souhaite pas déclarer les performances n'est pas soumise, pour l'utilisation déterminée, à des exigences réglementaires de l'état-membre destinataire ou de la Commission Européenne.

Au moyen d'un exemple, nous vous présentons ci-après le contenu d'une déclaration des performances. Les spécifications techniques nationales complémentaires seront abordées ultérieurement.

DÉCLARATION DES PERFORMANCES			
Numéro DoP: 1343300-B1W1240 2		 1 Wienerberger Wienerberger NV Kapel ter Bede - 8500 Kortrijk Belgique	
Désignation du produit: PTH TB 288X138X188 10N 3			
Le code d'identification du produit est le numéro de la Dop. 4			
Application dans les murs de maçonnerie, des colonnes et parois de séparation:		maçonnerie protégée 5	
Système d'évaluation et de vérification de la constance des performances:		System 2+ 6	
Norme harmonisée:		EN 771-1:2011+A1:2015 7	
Organisme(s) notifié(s):		0749 8	
Performance(s) déclarée(s) de P - brique de terre cuite			
Dimensions et tolérances			
Longueur:	mm	288 ± 7	T1 R1
Largeur:	mm	138 ± 5	7
Hauteur:	mm	188 ± 5	8
Valeur moyenne:	catégorie	T1	
Plage:	catégorie	R1	
Planéité des faces de pose:	mm	NPD	
Parallélisme des faces:	mm	NPD	
Configuration			
Groupe selon EC6:	-	2	
Volume des vides:	%	NPD	
Pourcentage de vide:	%	NPD	
Masse volumique			
Masse volumique apparente sèche:	kg/m ³	850	
Masse volumique absolue sèche:	kg/m ³	1750	
Catégorie:	catégorie / %	D1 / 10	
Résistance à la compression I Produit			
Perpendiculaire à la face de pose:	N/mm ²	10	(*)
Perpendiculaire à l'about:	N/mm ²	NPD	
Perpendiculaire à l'about 2:	N/mm ²	NPD	
Adhérence:	N/mm ²	NPD	
Conductivité thermique λ10,sec,elt:	W/(m·K)	0.23	Valeur calculée selon EN 1745:2012 P2
Perméabilité à la vapeur d'eau:	-	μ = 5/10	Valeur tabulée mini et maxi selon EN 1745
Durabilité vis-à-vis du gel/dégel:	catégorie	F0 Conforme CEN/TS 772-22	
Absorption d'eau:	%	18	Selon EN 772-21
Taux initial d'absorption d'eau:	kg/(m ² ·min)	0.5-1.5	Selon EN 772-11
Teneur en sels solubles actifs:	catégorie	S0 Selon EN 772-5	
Dilatation à l'humidité:	mm/m	NPD	
Réaction au feu:	classe	A1 Décision n° 96/603/EC de la Commission, amendée par	
Substances dangereuses:	-	NPD	
<p>Les performances du produit identifié ci-dessus sont conformes aux performances déclarées. Conformément au règlement (UE) no 305/2011, la présente déclaration des performances est établie sous la seule responsabilité du fabricant mentionné ci-dessus.</p> <p>Signé pour le fabricant et en son nom par:</p>			
 10 2016-03-17 CEO Johan Van Der Biest		Wienerberger NV Kapel ter Bede - 8500 Kortrijk Belgique	

9



La configuration actuelle peut varier légèrement

La déclaration des performances comporte les données suivantes:

- 1 Coordonnées du fabricant**
- 2 Numéro de référence de la déclaration des performances**
- 3 Nom du bloc pour murs intérieurs + format**
- 4 Code d'identification du produit type**

Celui-ci sera utilisé pour la traçabilité. Vu que, pour les blocs pour murs intérieurs Porotherm, Wienerberger met à disposition une DoP distincte pour chaque type et chaque format de bloc pour murs intérieurs, le numéro d'identification sera identique au numéro de la DoP. Un même type de blocs fabriqué dans une autre usine recevra un numéro de DoP différent.

- 5 Utilisation visée**

Selon la norme harmonisée NBN EN 771-1, l'utilisation visée des blocs pour murs intérieurs Porotherm est la suivante: 'maçonneries protégées dans des murs de maçonnerie, colonnes et cloisons de séparation'. Il s'agit donc de maçonneries non-exposées à l'eau et qui ne sont pas en contact avec le sol ni les eaux souterraines. Lorsque la maçonnerie dans des murs extérieurs est parachevée avec un enduit de façade ou un bardage de façade, cette maçonnerie sera également considérée, selon la norme, comme une 'maçonnerie protégée'.

- 6 Le système d'évaluation et de vérification de la constance des performances du produit de construction**

La Commission Européenne définit quel système est d'application, compte tenu des conséquences pour la santé et la sécurité de l'homme et de l'environnement: On émet ici une distinction entre les systèmes 1+, 1, 2+, 3 et 4.

Système	1+	1	2+	3	4
Tâches du fabricant					
Détermination du produit-type sur base d'essais de type du produit			x		x
Contrôle de la production en usine	x	x	x	x	x
Essais additionnels d'échantillons prélevés en usine selon le plan de test prescrit	x	x	x		
Déclaration des performances	x	x	x	x	x
Tâches de l'organisme notifié					
Evaluation des performances du produit fondée sur des essais, des calculs, des valeurs issues de tableaux ou sur la documentation descriptive du produit	x	x		x	
Inspection initiale à l'usine + contrôle de la production en usine	x	x	x		
Surveillance continue, évaluation et appréciation permanentes du contrôle de la production en usine	x	x	x		
Essais par sondage sur des échantillons avant leur mise sur le marché	x				

Aperçu des systèmes d'évaluation et vérification de la constance des performances

Cette classification tient compte du rôle des produits dans la sécurité des ouvrages. Les produits considérés comme ayant le rôle le plus important sont classés dans le système 1+. Les blocs pour murs intérieurs Porotherm ressortent du système 2+. Ce qui implique que l'intervention d'un organisme notifié pour le contrôle de la production en usine est nécessaire vu que les blocs pour murs intérieurs jouent un rôle important dans la sécurité des ouvrages de construction. C'est le fabricant qui détermine le produit type pour le système 2+.

7 **Numéro de référence et année de publication de la norme harmonisée à laquelle correspond le produit**

8 **Numéro d'identification de l'organisme notifié**

L'organisme notifié est ici la BCCA ou 'Belgian Construction Certification Association', représentée par son numéro d'identification 0749.

9 **Performances déclarées**

Il s'agit des performances déclarées selon la liste des caractéristiques essentielles, telles que décrites dans la norme harmonisée NBN EN 771-1.

Ces performances seront abordées de façon détaillée dans le chapitre 'Techniques de construction'.

10 **Date et signature du CEO de Wienerberger**

4.3. MARQUAGE CE



Le marquage CE est appliqué sur un produit de construction par le fabricant. Ce dernier reconnaît ainsi qu'il est responsable de la conformité de son produit de construction aux performances déclarées dans la déclaration des performances (DoP).

Dans le cadre du règlement relatif à la commercialisation des produits de construction, le marquage CE ne peut être apposé lorsqu'aucune déclaration des performances n'a été établie.

Le marquage CE est appliqué sur les lots de blocs pour murs intérieurs Porotherm sous la forme d'une étiquette appliquée sur le film d'emballage.

4.4. LE RÔLE DE BENOR



Le label BENOR atteste que les blocs pour murs intérieurs Porotherm sont conformes aux prescriptions techniques de la PTV 23-003.

La licence BENOR est toujours basée sur une certification du bloc pour murs intérieurs. Cela signifie que Wienerberger garantit la continuité de la conformité de ses blocs pour murs intérieurs Porotherm sur la base d'un autocontrôle. Le BCCA confirme sur base d'un contrôle externe périodique l'existence de garanties suffisantes pour maintenir la confiance en Wienerberger.

Quelle est la différence entre le marquage CE et le label BENOR?

En appliquant le marquage CE, Wienerberger garantit que les blocs pour murs intérieurs Porotherm sont conformes aux valeurs déclarées dans la DoP et que tout est conforme au RPC. Le label BENOR garantit que les valeurs déclarées par Wienerberger ont également été vérifiées par un organisme tiers indépendant, dans le cas présent la BCCA. En outre, le label BENOR offre encore la possibilité de faire certifier certaines caractéristiques non-reprises dans la norme harmonisée.

Ci-après, nous vous expliquons la signification du label BENOR au moyen d'un exemple concret pour le bloc Porotherm Thermobrick 29/14/19.

Règles d'applications nationales complémentaires:		 1 Wienerberger Wienerberger NV Kapel ter Bede - 8500 Kortrijk Belgique	
Numéro DoP: 1343300-B1W1240 2 Désignation du produit: PTH TB 288X138X188 10N 3			
Selon PTV 23-002 (Brique pour maçonnerie décorative) 4		 5	
Format	288X138X188		
Résistance au gel selon NBN B 27-009	Classe NON CERTIFIE		
Efflorescence selon NBN B 24-209	NPD		
Absorption d'eau initiale moyenne pour le choix du mortier	Catégorie IW2		
Lambda 10,sec,brique(90/90) selon EN 1745	W/m.K 0,24		
Conductivité thermique: Lambda Ui selon NBN B 62-002/A1, Tableau C	W/m.K 0,26	 6	
Conductivité thermique: Lambda Ue selon NBN B 62-002/A1, Tableau C	W/m.K Inapplicable		
N° de certification Benor	BB/202/676/032-00-P/13 8		

- 1 **Coordonnées du fabricant**
- 2 **Numéro de référence de la déclaration des performances**
- 3 **Nom du bloc pour murs intérieurs + format**
- 4 **Référence aux 'Prescriptions techniques – Technische Voorschriften (PTV)' d'application**
- 5 **Le label BENOR**
- 6 **Autres labels nationaux**
- 7 **Caractéristiques certifiées non-reprises dans la norme harmonisée**
 Pour les blocs pour murs intérieurs Porotherm, il s'agit des dimensions nominales, de la classe de résistance au gel selon NBN B27-009, de la classe d'absorption d'eau initiale moyenne pour le choix du mortier, $\lambda_{10, \text{sec, unité}}$ (90/90) selon EN 1745, λ_{Uj} et λ_{Ue} selon NBN B62-002.
- 8 **Le numéro de certification BENOR**

4.5. SUR CHANTIER: COMMENT LIRE LE MARQUAGE CE SUR LES LOTS?

- 1 **Coordonnées du fabricant**
- 2 **Nom du bloc pour murs intérieurs + format**
- 3 **Code d'identification unique du bloc pour murs intérieurs**
 Sur base de ce code, Wienerberger saura parfaitement dans quelle usine et sur quelle ligne de production ce bloc pour murs intérieurs a été produit.
- 4 **Numéro de référence de la déclaration des performances**
- 5 **Les deux derniers chiffres de l'année durant laquelle le marquage CE a été apposé pour la première fois** - dans ce cas 2013
- 6 **Numéro de référence et année de publication de la norme harmonisée à laquelle correspond le produit**
- 7 **Numéro d'identification de l'organisme notifié BCCA**
- 8 **Code QR avec lien vers la déclaration des performances**
- 9 **Site Internet sur lequel vous pourrez retrouver la déclaration des performances**
- 10 **Code de désignation** : les caractéristiques du bloc peuvent être indiquées dans un code de désignation selon une trame fixe et par défaut (A, B ou C). Ce code n'est pas beaucoup utilisé à ce jour.
- 11 **Utilisation visée**
 Selon la norme harmonisée NBN EN 771-1, l'utilisation visée des blocs pour murs intérieurs Porotherm est la suivante: 'maçonneries protégées dans des murs de maçonnerie, colonnes et cloisons de séparation'. Il s'agit donc de maçonneries non-exposées à l'eau et qui ne sont pas en contact avec le sol ni les eaux souterraines. Lorsque la maçonnerie dans des murs extérieurs est parachevée avec un enduit de façade ou un bardage de façade, cette maçonnerie sera également considérée, selon la norme, comme une 'maçonnerie protégée'.

12 Performances déclarées

Il s'agit des performances déclarées selon la liste des caractéristiques essentielles, telles que décrites dans la norme harmonisée NBN EN 771-1. Ces performances seront abordées de façon détaillée dans le chapitre 'Techniques de construction'. Sur le marquage CE doivent être mentionnées toutes les performances reprises dans la déclaration des performances, à l'exception des NPD.

13 Nombre de blocs par palette

14 Date d'emballage

15 Numéro du lot






Chaque bloc est agrémenté d'un numéro de lot, constitué de 14 chiffres, permettant de déduire l'année, le jour et la production exacte.

16 Poids brut, palette incluse

17 Dimensions de fabrication

18 Spécifications techniques nationales complémentaires



Wienerberger NV Kapel ter Bede 121 8500 Kortrijk		Wienerberger																																																												
POROTHERM																																																														
THERMOBRICK 29/14/19																																																														
Ref. No.: 12592070		DoP No.: CE - 703011801W1262 - CE																																																												
 13 EN 771-1:2011+A1:2015 NB No.: 0749			 ce.wienerberger.co																																																											
CL P I 10 850(D1) 288x138x188 A L0.230 N1750(D1) W18 I1.5-4																																																														
intended use: in walls, columns and partitions for protected masonry																																																														
<table border="1"> <tr> <td>Toepassing:</td><td>P</td><td>Categorie:</td><td>I</td></tr> <tr> <td>Lengte (mm):</td><td>288</td><td>Druksterkte (N/mm²):</td><td>10 NPD</td></tr> <tr> <td>Breedte (mm):</td><td>138</td><td>Hechsterkte (N/mm²):</td><td>NPD</td></tr> <tr> <td>Hoogte (mm):</td><td>188</td><td>Thermische geleiding λ10,dry,unit (W/m K):</td><td>0.23</td></tr> <tr> <td>Tolerantie:</td><td>T1</td><td>Dampdoorlatendheid μ:</td><td>5/10</td></tr> <tr> <td>Maatspreiding:</td><td>R1</td><td>Vorst/dooi-weerstand:</td><td>F0</td></tr> <tr> <td>Planparalleliteit (mm):</td><td>NPD</td><td>Wateropneming (%):</td><td>18</td></tr> <tr> <td>Vlakheid (mm):</td><td>NPD</td><td>Gehalte actieve oplosbare zouten:</td><td>S0</td></tr> <tr> <td>EC6 - Metselbaksteengroep:</td><td>2</td><td>Vochtexpansie (mm/m):</td><td>NPD</td></tr> <tr> <td>Bruto droge vol massa (kg/m³):</td><td>850</td><td>Brandreactie:</td><td>A1</td></tr> <tr> <td>Tolerantie:</td><td>D1</td><td>Gevaarlijke stoffen:</td><td>NPD</td></tr> </table>		Toepassing:	P	Categorie:	I	Lengte (mm):	288	Druksterkte (N/mm²):	10 NPD	Breedte (mm):	138	Hechsterkte (N/mm²):	NPD	Hoogte (mm):	188	Thermische geleiding λ10,dry,unit (W/m K):	0.23	Tolerantie:	T1	Dampdoorlatendheid μ:	5/10	Maatspreiding:	R1	Vorst/dooi-weerstand:	F0	Planparalleliteit (mm):	NPD	Wateropneming (%):	18	Vlakheid (mm):	NPD	Gehalte actieve oplosbare zouten:	S0	EC6 - Metselbaksteengroep:	2	Vochtexpansie (mm/m):	NPD	Bruto droge vol massa (kg/m³):	850	Brandreactie:	A1	Tolerantie:	D1	Gevaarlijke stoffen:	NPD	<table border="1"> <tr> <td>Aantal - Nombre</td><td>Verpakkdatum / Date d'emballage</td><td>Batch: Zie steen - Voir brique</td></tr> <tr> <td>168</td><td>30/03/2017</td><td></td></tr> <tr> <td>Brutogewicht - Poids brut</td><td colspan="2">Fabricage maten - Dimensions de fabricage</td></tr> <tr> <td>± 1.12 t</td><td colspan="2">288 x 138 x 188 mm</td></tr> <tr> <td>Bruto droge volumieke massa Masse volumique 850 kg/m³</td><td colspan="2">Gedeclareerd gemiddelde druksterkte Résistance à la compression moyenne déclarée ≥ 10 N/mm²</td></tr> </table>		Aantal - Nombre	Verpakkdatum / Date d'emballage	Batch: Zie steen - Voir brique	168	30/03/2017		Brutogewicht - Poids brut	Fabricage maten - Dimensions de fabricage		± 1.12 t	288 x 138 x 188 mm		Bruto droge volumieke massa Masse volumique 850 kg/m³	Gedeclareerd gemiddelde druksterkte Résistance à la compression moyenne déclarée ≥ 10 N/mm²	
Toepassing:	P	Categorie:	I																																																											
Lengte (mm):	288	Druksterkte (N/mm²):	10 NPD																																																											
Breedte (mm):	138	Hechsterkte (N/mm²):	NPD																																																											
Hoogte (mm):	188	Thermische geleiding λ10,dry,unit (W/m K):	0.23																																																											
Tolerantie:	T1	Dampdoorlatendheid μ:	5/10																																																											
Maatspreiding:	R1	Vorst/dooi-weerstand:	F0																																																											
Planparalleliteit (mm):	NPD	Wateropneming (%):	18																																																											
Vlakheid (mm):	NPD	Gehalte actieve oplosbare zouten:	S0																																																											
EC6 - Metselbaksteengroep:	2	Vochtexpansie (mm/m):	NPD																																																											
Bruto droge vol massa (kg/m³):	850	Brandreactie:	A1																																																											
Tolerantie:	D1	Gevaarlijke stoffen:	NPD																																																											
Aantal - Nombre	Verpakkdatum / Date d'emballage	Batch: Zie steen - Voir brique																																																												
168	30/03/2017																																																													
Brutogewicht - Poids brut	Fabricage maten - Dimensions de fabricage																																																													
± 1.12 t	288 x 138 x 188 mm																																																													
Bruto droge volumieke massa Masse volumique 850 kg/m³	Gedeclareerd gemiddelde druksterkte Résistance à la compression moyenne déclarée ≥ 10 N/mm²																																																													
		Baksteen voor niet decoratief metselwerk - Brique pour maçonnerie non décorative																																																												
 PTV 23-003 BB/202/0676/D42-00-P/34		Vorstbestandheid (klasse) Résistance au gel (classe) NBN B 27 - 209	niet gecertificeerd non certifiée																																																											
IW klasse - classe		IW3																																																												



4.6. SUR CHANTIER: COMMENT CONSULTER LA DoP?

La DoP peut être obtenue de trois manières:

- Via le code QR sur le marquage CE
- Via le site Internet ce.wienerberger.com
- En version papier via le négociant en matériaux de construction ou en la demandant directement chez Wienerberger

Via le code QR sur le marquage CE

Les utilisateurs d'un smartphone ou d'une tablette peuvent télécharger gratuitement l'appli Wienerberger DoP dans l'app store. Après avoir sélectionné la langue, cette appli pourra lire le code QR sur le marquage CE. La déclaration des performances au DoP apparaîtra à l'écran dans la langue sélectionnée.

Via le site Internet ce.wienerberger.com

Via ce.wienerberger.com, vous pourrez consulter le 'Legal Product Information Locator'. Après avoir sélectionné le pays et la langue apparaîtra le moteur de recherche de marquages CE. En encodant le numéro de référence de la déclaration des performances (numéro 4 dans l'illustration), la DoP sera visible. Ce document au format pdf pourra être enregistré ou imprimé.

4.7. AGRÉMENT TECHNIQUE ATG

L'ATG est un avis favorable sur un produit de construction déterminé, d'un seul fabricant et pour une application bien définie. Les ATG sont délivrés pour des produits pour lesquels il n'existe pas de normes produits. Il s'agit donc principalement de systèmes, produits innovants et produits faits de plusieurs composants. Avec une fréquence déterminée, un contrôle externe sera exercé sur la conformité de la production avec l'agrément publié. En compagnie de la formation et de l'agrément en tant qu'entrepreneur certifié, cela représentera une garantie de qualité supplémentaire. Le système innovant Porotherm *Dryfix* sera couvert par l'ATG demandé. Le programme d'essais effectués dans le cadre de cet ATG avait pour objectif de déterminer les propriétés de la maçonnerie finale. Le programme d'essais pour Porotherm *Dryfix* comprenait des essais portant notamment sur la résistance à la compression, la résistance à la flexion, la résistance au feu, la durabilité, etc.

QUE FAUT-IL RETENIR?

- Les blocs pour murs intérieurs Porotherm sont couverts par la norme harmonisée NBN EN 771-1, de telle sorte que Wienerberger doit, en tant que fabricant, établir et mettre à disposition leur déclarations des performances ou DoP.
- En apposant le marquage CE sur ses blocs pour murs intérieurs, Wienerberger reconnaît sa responsabilité en matière de conformité de ses blocs pour murs intérieurs aux performances déclarées dans la déclaration des performances (DoP).
- Le label BENOR garantit que les valeurs déclarées par Wienerberger ont également été vérifiées par un organisme tiers indépendant. BENOR constitue dès lors une garantie de qualité.
- La DoP peut être facilement consultée au moyen d'un smartphone sur chantier ou via le site internet ce.wienerberger.com
- Le système innovant Porotherm *Dryfix* sera couvert par l'ATG demandé.





Conseils de mise en œuvre

5



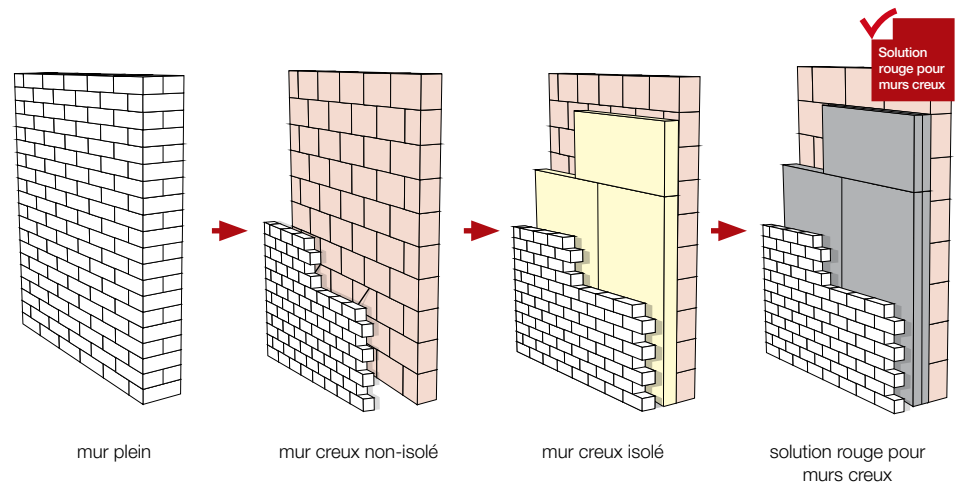
5.1. LE MUR CREUX ISOLÉ ÉRIGÉ AVEC DES BLOCS CÉRAMIQUES POUR MURS INTÉRIEURS

5.1.1. DU MUR PLEIN MASSIF AU MUR CREUX ISOLÉ

solution parfaite pour notre climat

Le mur creux isolé constitue le résultat de la recherche d'une structure de mur qui soit parfaitement adaptée à notre climat.

Les 'averses' sont spécifiques de notre climat tempéré. Il s'agit de la combinaison d'une pluie incessante et d'un vent fort. En raison de ce vent, les gouttes de pluie sont pour ainsi dire projetées vers l'intérieur via toutes sortes de petites fentes et pores.



mur plein

Auparavant, on construisait des murs extérieurs pleins massifs. En cas de pluie, l'enveloppe extérieure de ce mur était mouillée. En cas d'averses ou de précipitations abondantes, il y avait un risque réel que l'ensemble du mur devienne humide. C'est le phénomène des infiltrations d'eau: l'intérieur du mur devenait humide.

mur creux non-isolé

Depuis les années '20 du siècle précédent, le mur massif a été de plus en plus remplacé par le mur creux non-isolé. Le premier objectif consistait à maintenir à l'extérieur l'humidité provenant des averses. Le dédoublement du mur plein massif a permis d'éliminer le risque d'infiltrations d'eau. La paroi extérieure repoussait la pluie tandis que la paroi intérieure servait d'élément portant pour le bâtiment. On parle désormais de briques de parement et de blocs pour murs intérieurs. Les blocs pour murs intérieurs ont connu une évolution technologique différente de celle des briques de parement.

mur creux isolé

Dans les années '70, avec la première crise pétrolière, s'est également ajoutée à la fonction anti-pluie du mur creux une fonction isolante. Dans le creux a été placé un matériau isolant contre la paroi intérieure du mur creux. Une petite lame d'air de minimum 2 à 3 cm entre la face avant de l'isolation et le dos de la brique de parement était ici conseillée pour garantir l'étanchéité à la pluie.

solution rouge pour murs creux

Avec l'évolution récente vers des bâtiments nZEB, le matériau isolant devient plus épais, avec comme conséquence des crochets d'ancrage plus longs. L'isolation est fixée au moyen de chevilles dans lesquelles sont ensuite vissés les crochets d'ancrage.

Cela permet de minimiser la déperdition de chaleur le long des crochets d'ancrage. Afin d'éviter l'érosion du vent derrière l'isolation, il convient de placer l'isolation de creux de façon parfaitement affleurante et d'appliquer celle-ci de préférence en deux couches. En cas d'isolation rigide, il sera conseillé d'obturer les raccords avec une bande adhésive. Les panneaux isolants des deux couches seront posés en quinconce. Le plafonnage intérieur lisse recevra un rôle plus important: il garantira l'étanchéité à l'air nécessaire du mur creux.

Pour limiter l'épaisseur du mur creux isolé, on utilise de plus en plus des briques de parement plus minces. L'Eco-brick de Wienerberger convient ici à merveille.

La 'solution rouge pour murs creux' de Wienerberger répond aux exigences les plus sévères posées aux murs creux isolés contemporains et fait ainsi partie des Meilleures Techniques Disponibles pour construire durable.

5.1.2. CONSTRUIRE ÉTANCHE À L'AIR

Qu'est-ce que l'étanchéité à l'air?

L'étanchéité à l'air d'un bâtiment représente sa capacité à contenir les flux d'air de l'extérieur vers l'intérieur, mais aussi de l'intérieur vers l'extérieur.

Il ne faut pas confondre l'étanchéité à l'air et l'étanchéité au vent. Le fait d'obturer les raccords de l'isolation du creux et la pose parfaitement affleurante des panneaux isolants garantissent l'étanchéité au vent.

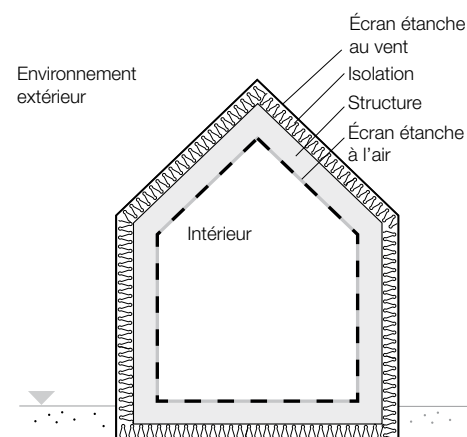
Pour obtenir une bonne étanchéité à l'air, on posera un pare-air afin de contenir les flux d'air de l'extérieur vers l'intérieur et de l'intérieur vers l'extérieur. Ce pare-air sera posé côté intérieur, c'est-à-dire du côté chaud de l'isolation. Le plafonnage intérieur lisse en constitue un exemple.

L'étanchéité à l'air des bâtiments a des répercussions importantes sur leur performance énergétique.

L'étanchéité à l'air d'un bâtiment ne peut pas être calculée à l'avance, mais uniquement être mesurée une fois les travaux terminés. A ce stade, il sera difficile voire impossible – sans une augmentation importante des coûts – d'encore apporter des améliorations. Il est donc nécessaire d'accorder de l'attention à l'étanchéité à l'air à chaque phase de construction.

Une bonne étanchéité à l'air exige d'accorder de l'attention:

- à un concept étanche à l'air: non seulement la délimitation du volume protégé jouera un rôle, mais aussi le positionnement du pare-air
- au choix et à la nature du pare-air
- à la finition étanche à l'air des raccords entre les différents éléments de l'enveloppe et les traversées du pare-air
- au contrôle et à la surveillance de l'exécution, avec d'éventuels mesurages intermédiaires.



LE CHOIX ET LA NATURE DU PARE-AIR EN CAS DE MAÇONNERIE ÉRIGÉE AVEC DES BLOCS CÉRAMIQUES POUR MURS INTÉRIEURS

plafonnage intérieur

Une couche d'enduit de 10 mm d'épaisseur assurera l'étanchéité à l'air de la maçonnerie érigée avec des blocs céramiques pour murs intérieurs. La finition étanche à l'air de la maçonnerie intérieure apparente pourra s'effectuer en appliquant un cimentage dans le creux. Gardez cependant à l'esprit le fait que ce pare-air pourra être régulièrement transpercé en cas d'application ultérieure des crochets d'ancrage. Ce pare-air ne sera également plus accessible a posteriori pour procéder à d'éventuelles réparations.

Peindre directement une maçonnerie correctement rejointoyée entraînera une moins bonne étanchéité à l'air qu'un mur plafonné.

FINITION ÉTANCHE À L'AIR DES RACCORDS ENTRE DIFFÉRENTS ÉLÉMENTS DE L'ENVELOPPE ET DES TRAVERSÉES DU PARE-AIR

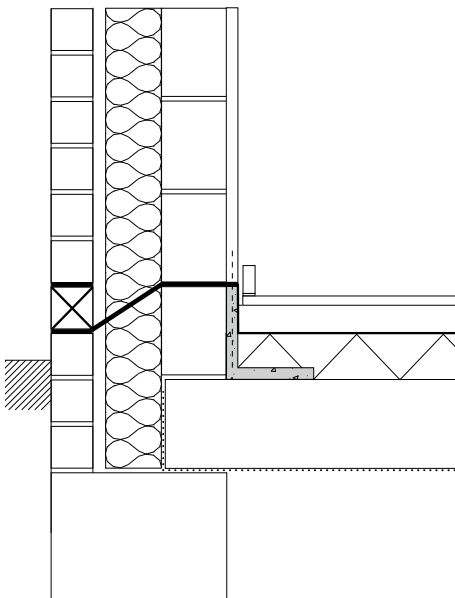
solution simple et peu coûteuse

Bien que le plafonnage intérieur lisse permette de garantir l'étanchéité à l'air de la maçonnerie érigée avec des blocs céramiques pour murs intérieurs d'une manière simple et peu coûteuse, il conviendra d'accorder l'attention nécessaire au détail des raccords entre les différents éléments de l'enveloppe et des traversées du pare-air, tels que:

- raccords avec les dalles de sol
- prises électriques et conduits
- portes intérieures à proximité d'une façade
- raccords avec des toitures en pente
- raccords avec des toits plats
- raccords avec les menuiseries
- réalisation de traversées.

RACCORDS AVEC LES DALLES DE SOL

La dalle du gros œuvre pourra être raccordée de façon étanche à l'air au plafonnage qui sera appliqué comme finition intérieure du mur au moyen d'un cimentage. Ce cimentage partira de la dalle de gros œuvre sur une distance d'au moins 10 cm, pour s'arrêter juste sous la barrière d'étanchéité au pied du mur. Le plafonnage s'arrêtera au-dessus de la barrière d'étanchéité. Si vous aspirez à des étanchéités à l'air poussées, le cimentage pourra être raccordé de façon étanche à l'air au plafonnage au moyen d'un film étanche à l'air qui pourra être revêtu d'enduit.



Le raccord mur/plafond pourra s'effectuer en incisant le plafonnage et en réalisant un joint souple suffisamment large et étanche à l'air.

PRISES ÉLECTRIQUES ET CONDUITS

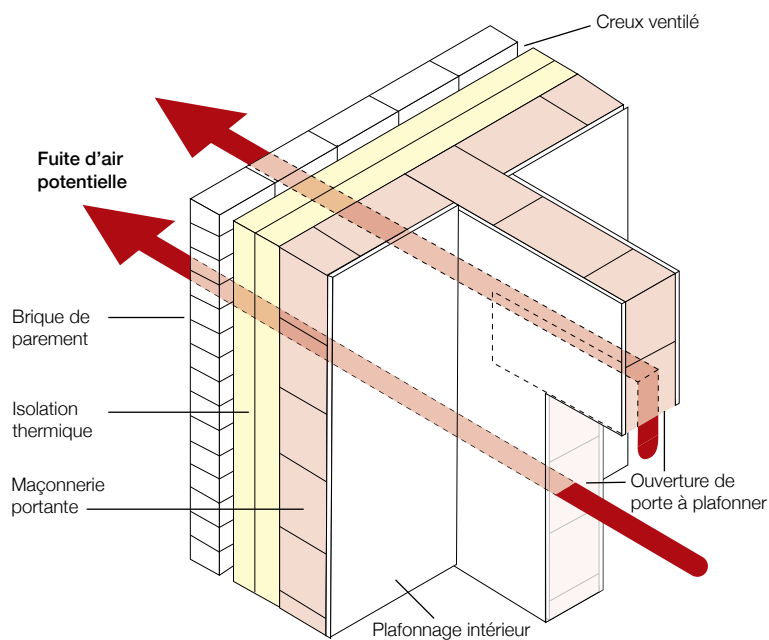
Il sera préférable de ne pas prévoir des prises électriques, interrupteurs ni traversées de conduits dans les murs extérieurs. Si vous ne pouvez faire autrement, il conviendra d'accorder le soin nécessaire au cimentage et plafonnage à hauteur des rainures et des blochets. Il faudra en tout cas garantir un raccord étanche à l'air entre le plafonnage et la prise électrique.

En cas de hautes exigences en matière d'étanchéité à l'air, vous pourrez utiliser des prises électriques dotées d'une étanchéité à l'air améliorée. Il sera également conseillé d'installer la boîte à fusibles dans le volume protégé.

PORTES INTÉRIEURES À PROXIMITÉ D'UNE FAÇADE

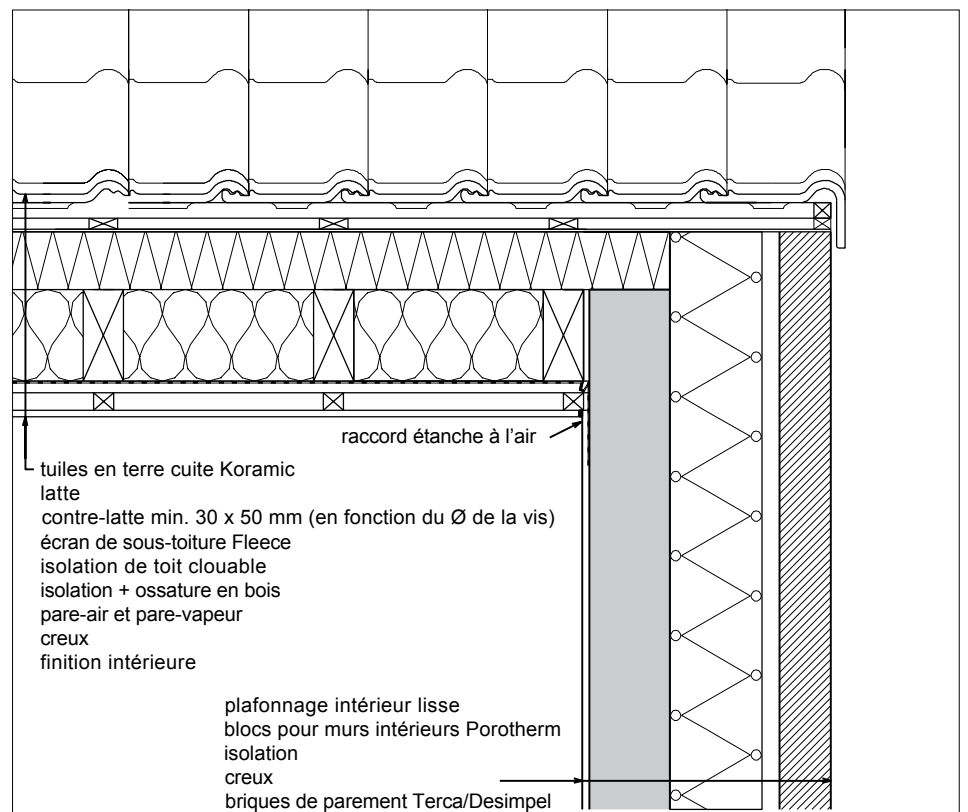
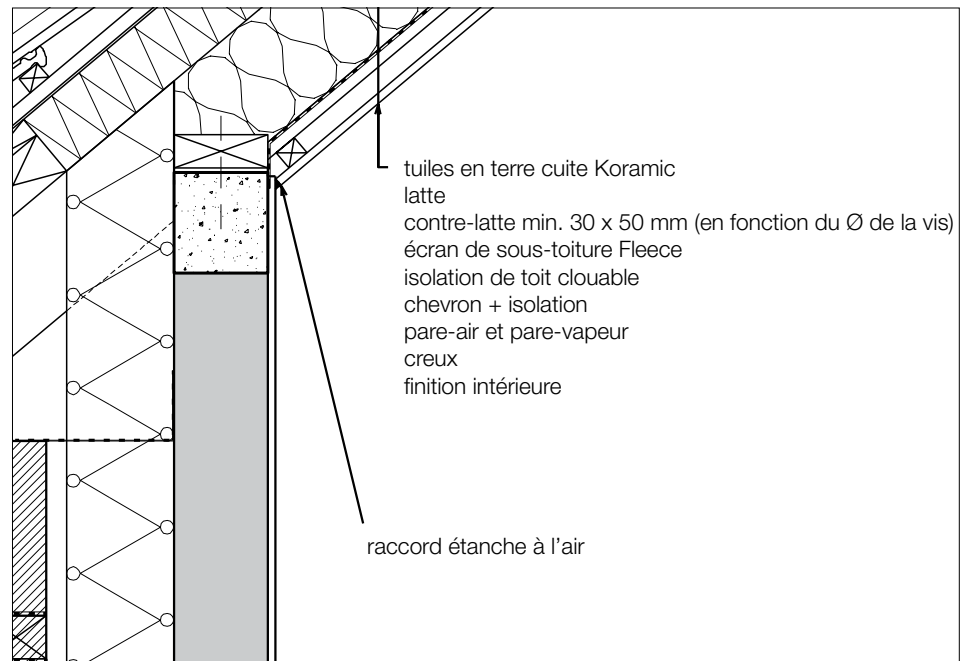
En cas d'ouverture de porte dans un mur transversal à proximité d'un mur extérieur, les battées en maçonnerie devront recevoir une finition étanche à l'air. Cela pourra se faire en plafonnant ou cimentant ces battées.

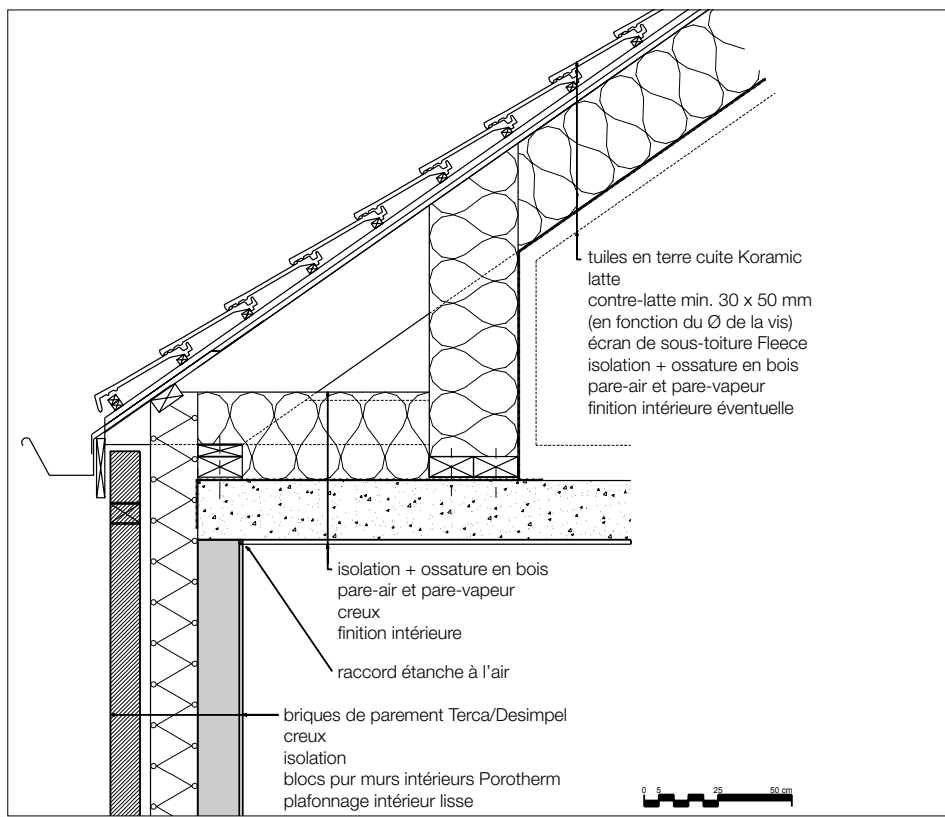
plafonnage des battées



RACCORDS AVEC DES TOITURES EN PENTE

Dès la phase de conception, il faut veiller à ce que l'écran pare-air du toit soit correctement raccordé soit à l'écran pare-air du mur (= plafonnage), soit à la dalle de béton étanche à l'air. Les schémas ci-dessous présentent différents exemples de raccords.



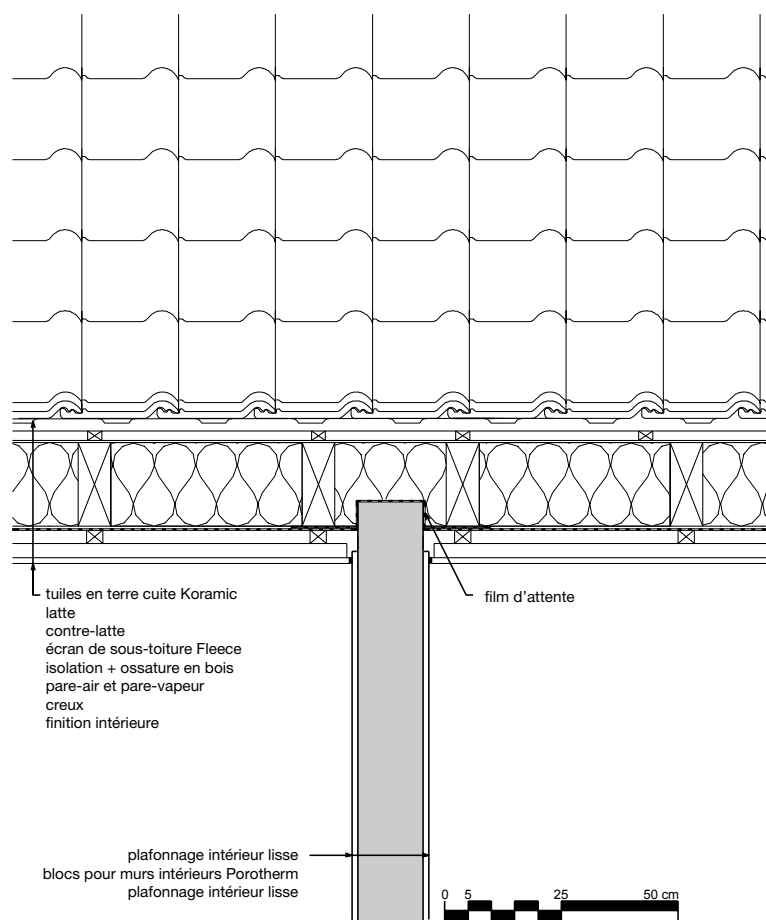


Pour assurer le raccord entre l'écran pare-air du toit et le plafonnage du mur, vous pouvez utiliser des bandes de raccordement qui garantiront une jonction étanche à l'air. Il existe également des profilés de plafonnage avec treillis intégré, derrière lesquels l'écran étanche à l'air du toit pourra être coincé. Il convient de prévoir un chevauchement suffisant entre l'écran étanche à l'air et le plafonnage.

A hauteur du raccord entre l'écran pare-air du versant de toiture et les murs adjacents, il sera préférable de prévoir un pli pour permettre d'éventuels mouvements différentiels.

Pour raccorder un mur intérieur au versant de toiture, trois possibilités s'offrent à vous:

- la solution identique à celle pour les murs extérieurs: assurer la jonction étanche à l'air de l'écran pare-air du toit avec le plafonnage sur le mur intérieur
- équiper les murs intérieurs d'un film d'attente avant d'appliquer la structure du toit.



- Ériger les murs intérieurs après avoir appliqué l'écran pare-air sur tout le versant de toiture.

RACCORDS AVEC DES TOITS PLATS

Toits plats lourds

Appliquer une couche d'enduit permettra d'assurer l'étanchéité à l'air de la jonction dalle de toit/mur extérieur. Le plafonnage dans l'angle formé par ces deux éléments pourra être incisé, après quoi vous pourrez remplir le joint ainsi formé au moyen d'un mastic de jointoiement élastique. Vous éviterez ainsi que d'éventuelles microfissures dans l'angle décrit (consécutives à des déformations différentielles) mettent l'étanchéité à l'air en péril.

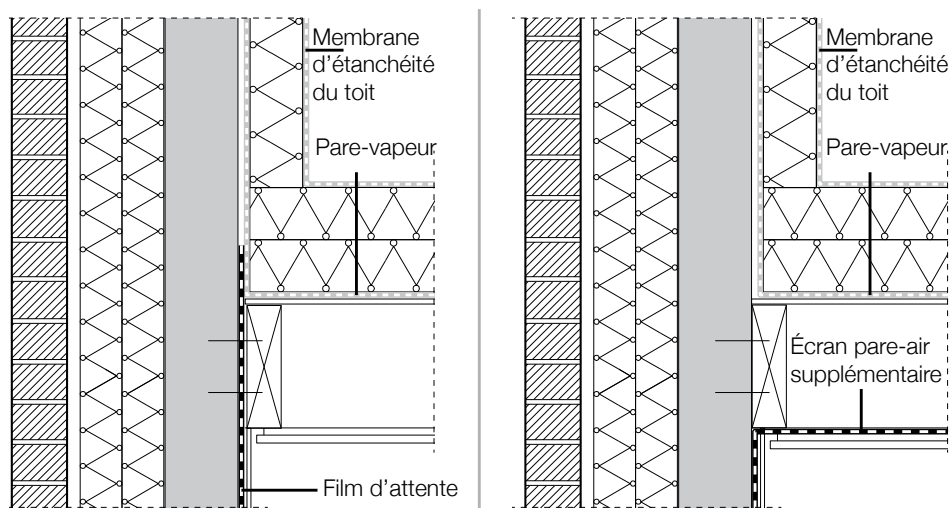
plafonnage = étanchéité à l'air

Il faudra éviter que des conduits (d'électricité) ne traversent toute l'épaisseur du sol porteur et transpercent ainsi les écrans pare-air. Il sera donc conseillé d'installer les conduits avant de couler une couche de compression, par exemple.

installer les conduits avant de couler la couche de compression

Toits plats légers

L'écran pare-vapeur du toit plat léger doit être raccordé au plafonnage de façon étanche à l'air.

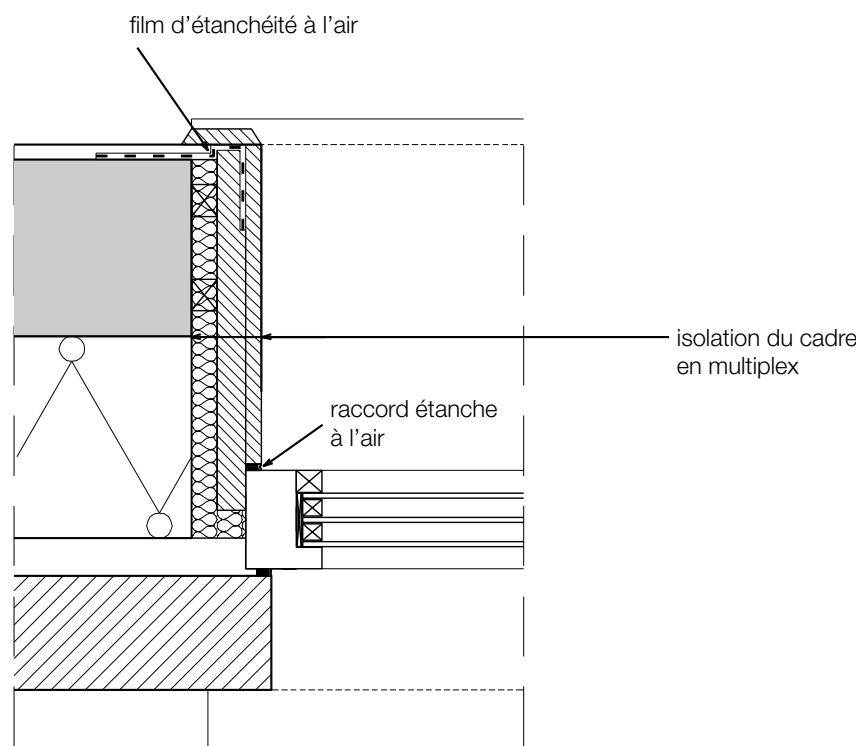


RACCORDS AVEC LES MENUISERIES

Le raccord étanche à l'air entre les menuiseries extérieures et le plafonnage intérieur pourra s'effectuer en utilisant un cadre, en plaçant des membranes d'étanchéité, en utilisant des mousses élastiques étanches à l'air, en plafonnant toutes les battées et en réalisant des joints de mastic élastiques, ou en combinant ces différentes solutions.

En cas d'épaisseurs d'isolation plus élevées, la menuiserie se situera entre l'isolation du creux, et donc à une distance importante de la paroi intérieure du mur creux. En cas de vitrage lourd, il sera conseillé d'appliquer un cadre en multiplex autour de la menuiserie. Ce cadre sera posé de façon affleurante par rapport à la paroi intérieure du mur creux, dans laquelle il sera ancré. Entre la menuiserie extérieure et le cadre en multiplex sera appliqué un mastic étanche à l'air. La cavité éventuelle entre ce cadre et le mur intérieur sera remplie d'isolation. Le cadre en multiplex et l'enduit intérieur seront raccordés de façon étanche à l'air au moyen de films d'étanchéité à l'air. Certains fabricants ont également développé des mousses performantes pour réaliser des raccords étanches à l'air sans utiliser de tels films.

La solution avec cadre a été appliquée au Quartier Durable, le projet de construction durable de Wienerberger.



Une autre possibilité consistera à ancrer les menuiseries extérieures à l'aide de goujons dans le mur intérieur. Ce sera possible uniquement pour les petites fenêtres d'un poids plus léger et qui ne dépassent pas trop de la paroi intérieure du mur creux. Ici aussi, on utilisera un film d'étanchéité à l'air qui sera collé sur le côté de la menuiserie extérieure et qui sera également incorporé dans le plafonnage. Il est important que les goujons ne perforent pas le film.

Une solution simple et peu coûteuse consistera à plafonner toutes les battées, également la battée supérieure et la battée inférieure, afin d'obtenir des niveaux d'étanchéité à l'air acceptables.

Les appuis de fenêtre ne seront posés qu'après avoir également assuré le raccord étanche à l'air avec la partie inférieure de la fenêtre.

RÉALISATION DE TRAVERSÉES

Comme nous l'avons déjà mentionné, il sera conseillé d'intégrer autant que possible les conduits, gaines et câbles dans le volume protégé. Dans certains cas, il sera cependant nécessaire d'également appliquer certains conduits et gaines dans des espaces en dehors du volume protégé (par ex.: greniers, vides ventilés, etc.). Ceux-ci traverseront alors l'écran pare-air. Tant le positionnement des conduits (suffisamment espacés les uns par rapport aux autres) que les accessoires pour assurer l'étanchéité revêtiront ici de l'importance.

Le plafonnage intérieur fera office d'écran pare-air. Chaque traversée du mur extérieur plafonné du volume protégé devra être parachevée de façon étanche à l'air au moyen de manchons préformés, de bande adhésive, d'une étanchéité liquide armée, etc.

5.1.3. LA SOLUTION ROUGE POUR MURS CREUX PRÔNÉE PAR WIENERBERGER



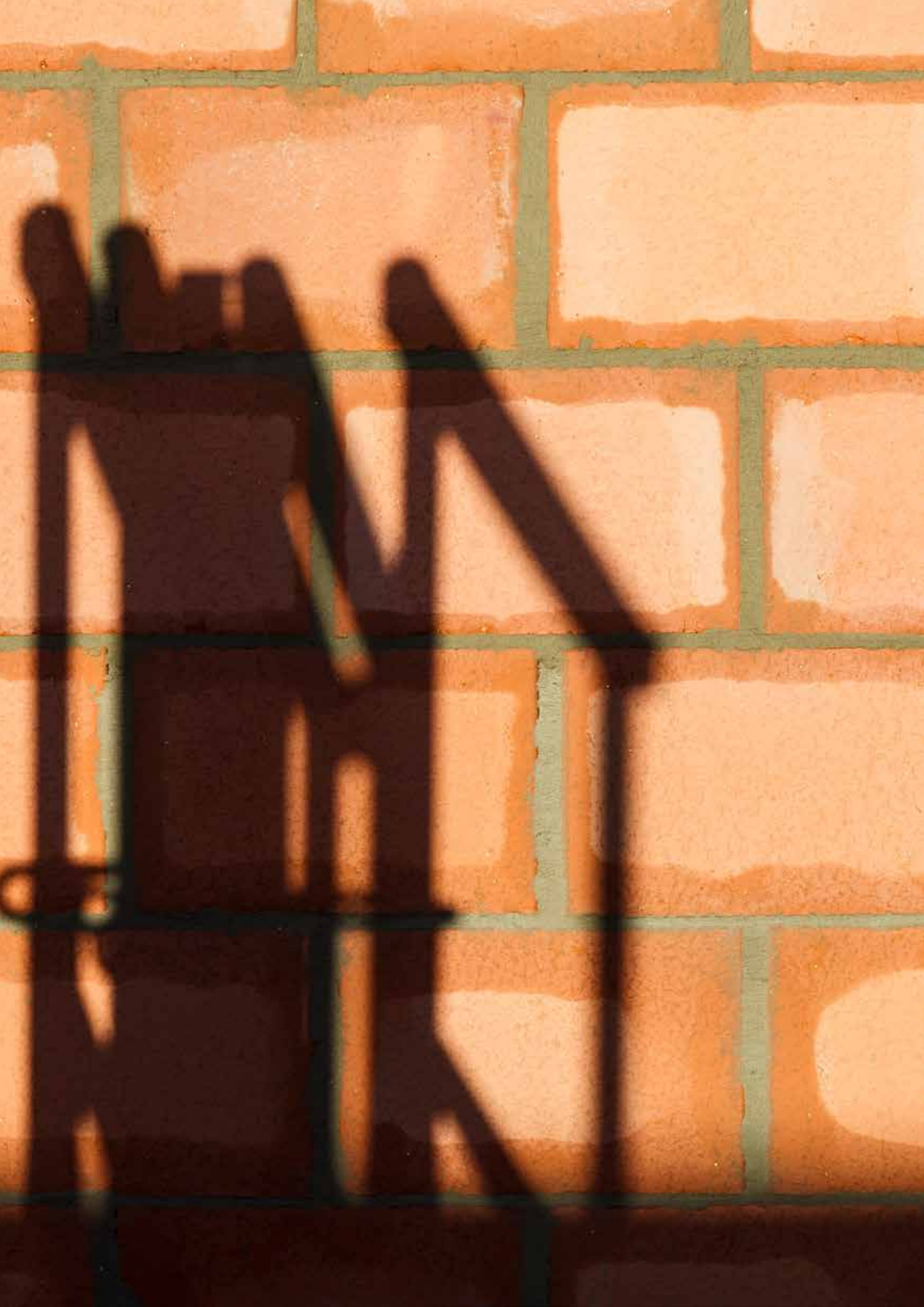
- 1 Plafonnage intérieur lisse
- 2 PLS *Lambda*
- 3 Isolation ($12 \text{ cm} \leq \text{épaisseur} \leq 21 \text{ cm}$ et $0,019 \text{ W/mK} \leq \lambda \leq 0,035 \text{ W/mK}$)
- 4 Creux 30 mm
- 5 Eco-brick

$U \leq 0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$

$36 \text{ cm} \leq \text{épaisseur totale} \leq 45 \text{ cm}$

Avantages:

- mur creux isolé
- matériaux en terre cuite
- nœuds constructifs faciles à solutionner
- solution made in Belgium
- longue durée de vie
- nZEB
- étanche à l'air



5.2. MAÇONNERIE TRADITIONNELLE: MORTIER DE MAÇONNERIE ET ACCESSOIRES

Outre de blocs pour murs intérieurs Porotherm, le mur creux isolé est également constitué de mortier de maçonnerie, d'isolation, d'un parachèvement de façade, de membranes d'étanchéité, de crochets d'ancrage et d'éventuelles armatures dans les joints ainsi que d'une finition intérieure.

La pose correcte des membranes d'étanchéité sera abordée au chapitre 6 (détails d'exécution). Pour l'isolation du creux, Wienerberger vous renvoie à la documentation technique des fournisseurs de tels isolants. La finition intérieure sera abordée au point 5.5. Pour la façade, Wienerberger offre différentes possibilités: briques de parement Terca et Desimpel, tuiles en terre cuite Facatile, revêtements de façade avec tuiles en terre cuite, mais aussi le système d'isolation de façade avec plaquettes Façabrick. Nous aborderons ci-après le mortier de maçonnerie, les crochets d'ancrage et les éventuelles armatures dans les joints.

5.2.1. MORTIER DE MAÇONNERIE

Le mortier de maçonnerie est généralement défini comme un mélange de sable, de liant(s) et d'eau auquel pourront être ajoutés certains adjuvants et/ou additifs. L'objectif du mortier consiste à liasonner les briques et à répartir les charges.

définition du mortier de maçonnerie

Nous commencerons par aborder les composants du mortier de maçonnerie traditionnel avant de vous proposer un aperçu des différents types de mortiers. Ensuite, nous nous pencherons sur les propriétés du mortier frais et durci.

LES COMPOSANTS DU MORTIER DE MAÇONNERIE HYDRAULIQUE

GRANULATS

Un granulats est un matériau granulométrique qui ne contribue pas au processus de durcissement du mortier. Pour le mortier de maçonnerie hydraulique est utilisé du sable. Celui-ci forme le squelette inerte du mortier durci: il donne au mortier sa texture.

définition du granulats

Le sable doit être propre et ne peut contenir des éléments nuisibles, tels que sels, limon, polluants organiques, ni de trop gros grains. Il doit être conforme aux exigences de la norme NBN EN 13139 'Granulats pour mortiers'. Des exigences supplémentaires peuvent encore être posées en Belgique (PTV 411).

Le sable doit présenter une bonne répartition granulométrique. Bien que le maçon choisisse traditionnellement un sable fin, il est également possible de confectionner du mortier correctement ouvrable avec du sable moyen à gros ($D_{\max} = 2 \text{ mm}$). Un tel mortier exigera moins de liant et donnera néanmoins de bons résultats sur le plan de la résistance mécanique. De plus, il aura un retrait limité. La présence d'une quantité réduite de matériaux fins ou d'adjuvants empêchera le ressuage de l'eau de gâchage (bleeding).

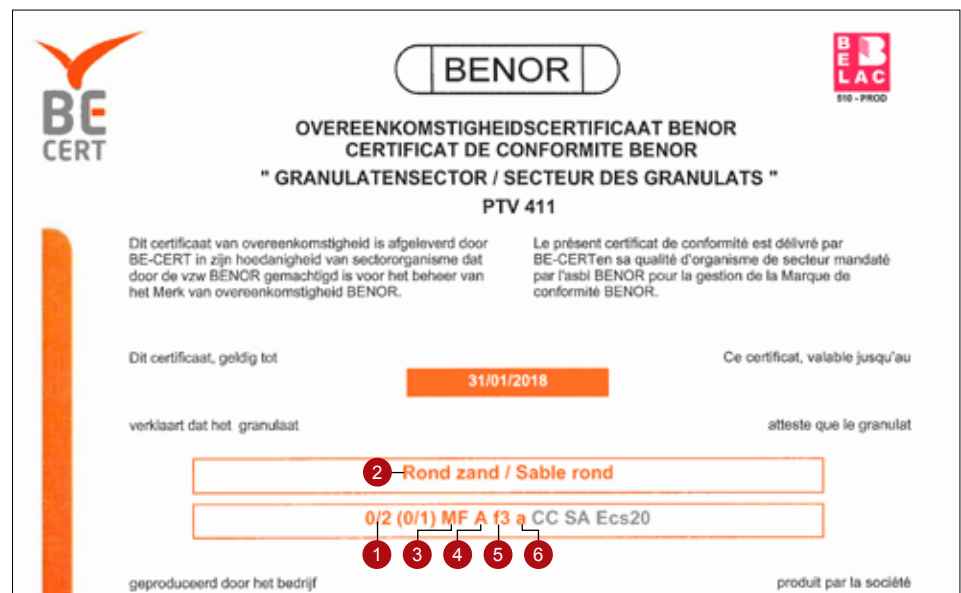
bonne répartition granulométrique

Le sable fin, et surtout le sable argileux (sable jaune gras), exige un dosage trop élevé en eau, et par conséquent aussi en liant, ce qui augmente la sensibilité au retrait. Les particules argileuses absorbent beaucoup d'eau et la structure du mortier durci pourra, de ce fait, être sensible au gel. Vu que le sable jaune gras réduira en outre l'adhérence, son utilisation est dès lors déconseillée.

sable jaune gras déconseillé

Lors de la livraison de sable sur chantier, il sera utile de demander une attestation de la composition et de la granulométrie.

COMMENT LIRE L'IDENTIFICATION DU SABLE SUR BASE DE LA PTV 411?



1 0/2 (0/1): la classe granulaire d/D pour une catégorie de granularité ou répartition granulométrique G_{F85}

La classe d/D reflète les dimensions du plus petit et du plus gros grain en mm, entre lesquelles se situent la majorité des grains. G_{F85} signifie que, pour le sable considéré, plus de 85% de la masse passe à travers un tamis D.

Dans le cas des sables pour lesquels le passant au tamis D est supérieur à 99%, le producteur doit définir le plus grand tamis D^* pour lequel le passant (au tamis D^*) est compris entre 85 et 99% et compléter la classe granulaire 0/D par l'indication du tamis réel D^* entre parenthèses, soit 0/D (0/ D^*).

2 sable rond

On distingue trois groupes de sables: les sables ronds, les sables de concassage et les sables mixtes. Ces derniers résultent du mélange de sables ronds et de sables de concassage.

3 Mf: module de finesse

La finesse du sable s'exprime au moyen du module de finesse Mf. Celui-ci est égal à la somme des refus cumulés, en pourcentage de masse, mesurés sur une série de tamis allant de 4 mm à 0,125 mm.

On distingue:

FF	Sable fin	$0,6 \leq Mf \leq 2,1$
MF	Sable moyen	$1,5 \leq Mf \leq 2,8$
CF	Gros sable	$Mf \geq 2,4$

4 A : tolérances sur la granularité

On distingue:

A	Tolérance restreinte
B	Tolérance réduite
C	Tolérance normale

5 f3 : teneur en fines

La catégorie f3 désigne les sables dont le passant à travers le tamis de 0,063 mm est inférieur ou égal à 3% de la masse

6 a : catégorie de pureté

On distingue ici les catégories a à c, la catégorie a représentant le sable le plus pur.

Des catégories ou propriétés supplémentaires pourront également être déclarées.

LIANTS

Les liants servent à agglomérer les grains de sable. Ce sont de fines matières minérales sous forme de poudre. Il existe des liants hydrauliques (réagissant avec l'eau) ou à hydraulité latente; des liants pouzzolaniques (réagissant avec la chaux) et des liants durcissant par réaction avec le CO₂ présent dans l'air.

liants

Concrètement, il s'agit du ciment, de la chaux et des matières hybrides, c'est-à-dire qui présentent les caractéristiques tant du ciment que de la chaux. Vu que les blocs pour murs intérieurs Porotherm sont généralement mis en œuvre avec des mortiers de ciment, nous nous pencherons ci-après uniquement sur le ciment.

Ciment

Le ciment est un liant hydraulique qui durcit au contact de l'eau de gâchage pour donner un produit (la pierre de ciment) indissoluble, même dans l'eau. Les variétés de ciment utilisées comme liant hydraulique dans les mortiers de maçonnerie doivent répondre aux exigences soit de la norme NBN EN 413-1 (ciment de maçonnerie), soit de la norme NBN EN 197-1 (ciment courant). En Belgique peuvent encore être posées des exigences supplémentaires.

qu'est-ce que le ciment?

Le ciment est classifié sur base de son type, de ses composants principaux et de sa classe de résistance à la compression.

Types de ciment

Principaux types	Notation / indication	Constituants principaux (%)		Classes de résistance ^[2]	
		Clinker (K)	Autre ^[1]		
Ciment pour maçonnerie ^{[3] [4] - NBN EN 413-1}					
MC	Ciment pour maçonnerie	MC	≥ 25	-	5
			≥ 40		12,5 22,5
Ciments courants ^{[5] [6] - NBN EN 197-1}					
CEM I ^[7]	Ciment Portland	CEM I	95-100	-	
	Ciment Portland au laitier	CEM II/A-S	80-94	S: 6-20	
		CEM II/B-S	65-79	S: 21-35	
	Ciment Portland à la fumée de silice	CEM II/A-D	90-94	D: 6-10	
	Ciment Portland à la pouzzolane	CEM II/A-P	80-94	P: 6-20	
		CEM II/B-P	65-79	P: 21-35	
		CEM II/A-Q	80-94	Q: 6-20	
		CEM II/B-Q	65-79	Q: 21-35	
	Ciment Portland aux cendres volantes	CEM II/A-V	80-94	V: 6-20	
		CEM II/B-V	65-79	V: 21-35	
		CEM II/A-W	80-94	W: 6-20	
		CEM II/B-W	65-79	W: 21-35	32,5 L 32,5 N 32,5 R
	Ciment Portland au schiste calciné	CEM II/A-T	80-94	T: 6-20	
		CEM II/B-T	65-79	T: 21-35	42,5 L 42,5 N 42,5 R
	Ciment Portland au calcaire	CEM II/A-L	80-94	L: 6-20	
		CEM II/B-L	65-79	L: 21-35	
		CEM II/A-LL	80-94	LL: 6-20	
		CEM II/B-LL	65-79	LL: 21-35	52,5 L 52,5 N 52,5 R
Ciment Portland composé	CEM II/A-M	80-88	12-20		
	CEM II/B-M	65-79	21-35		
CEM III ^[7]	Ciment de haut fourneau	CEM III/A	35-64	S: 36-65	
		CEM III/B	20-34	S: 66-80	
		CEM III/C	5-19	S: 81-95	
CEM IV	Ciment pouzzolanique	CEM IV/A	65-89	D/P/Q/V/W: 11-35	
		CEM IV/B	45-64	D/P/Q/V/W: 36-55	
CEM V	Ciment composé	CEM V/A	40-64	S: 18-30 P/Q/V: 18-30	
		CEM V/B	20-38	S: 31-49 P/Q/V: 31-49	

^[1] S: Laitier de haut fourneau, D: Fumée de silice, P: Pouzzolanes naturelles, Q: Pouzzolanes naturelles calcinées, V: Cendres volantes siliceuses, W: Cendres volantes calciques, T: Schiste calciné, L et LL: Calcaire.

^[2] Basé sur la résistance à la compression minimale après 28 jours d'un mortier normalisé, exprimées en MPa (N/mm²), ainsi que sur la vitesse du développement de résistance: Lente – uniquement pour les mortiers CEM III-, N: Normale, R: Rapide (caractérisée par la résistance initiale, c'est-à-dire la résistance à 2 ou 7 jours).

^[3] Le ciment pour maçonnerie peut être caractérisé par des propriétés supplémentaires: X: ciment pour maçonnerie qui ne contient pas d'entraîneur d'air.

^[4] Exemple d'indication: EN 413-1 MC 12,5 X.

^[5] Les types de ciment courant peuvent également être caractérisés par des propriétés supplémentaires: LH: ciment à faible chaleur d'hydratation. (H)SR: ciment à haute résistance aux sulfates – NBN B 12-108. LA: ciment à teneur limitée en alcalis – NBN B 12-109. HES: ciment Portland à hautes résistances initiales (à 1 jour) – NBN B 12-110

^[6] Exemple d'indication: EN 197-1 CEM II/A-M 32,5 N CE HSR BENOR

^[7] Appartiennent aux types de ciment les plus utilisés pour les mortiers de maçonnerie

NIT Maçonnerie – ébauche n° 6bis - 2016-12

Les classes de résistance de chaque type répondent aux exigences mécaniques et physiques suivantes; une distinction étant effectuée entre le ciment de haut fourneau à prise lente (L), le ciment à prise normale (N) et le ciment à prise rapide (R):

Classe de résistance	Résistance à la compression [MPa]			Temps de début de prise [min]	Expansion [mm]
	2 jours	7 jours	28 jours		
32,5 L		≥ 12,0	≥ 32,5	≤ 52,5	≥ 75
32,5 N		≥ 16,0			
32,5 R	≥ 10,0				
42,5 L (*)		≥ 16,0	≥ 42,5	≤ 62,5	≥ 60
42,5 N	≥ 10,0				
42,5 R	≥ 20,0				
52,5 L (*)	≥ 10,0		≥ 52,5	≥ 45	
52,5 N	≥ 20,0				
52,5 R	≥ 30,0				

(*) Classe de résistance définie uniquement pour les ciments de type CEM III

La température ambiante et la durée d'utilisation souhaitée peuvent entraîner qu'on accordera une légère préférence à tel ou tel ciment. Un mortier à base de ciment CEM I présente une résistance initiale plus élevée et nécessite par conséquent une mise en œuvre plus rapide. Il s'avère dès lors plus approprié par temps froid. L'expérience nous a appris qu'il est interdit d'utiliser du ciment CEM I 52,5 par temps très chaud (> 20°C). Il est également interdit d'utiliser la classe de résistance 32,5 par temps très froid (< 5°C). Avec du ciment CEM III, le mortier sera plus longtemps ouvrable par temps chaud, à condition que l'eau de gâchage ne s'évapore pas prématurément.

Pour les mortiers industriels, le choix du ciment sera fonction des exigences de performances souhaitées.

Dans l'eau de mer, on utilisera exclusivement du ciment présentant une résistance élevée aux sulfates (HSR).

EAU

On entend par eau de gâchage, l'eau destinée à la fabrication de mortier frais.

fonctions de l'eau de gâchage

Pour les liants hydrauliques, l'eau de gâchage remplit deux fonctions:

- une petite quantité d'eau est nécessaire pour l'hydratation du liant: le liant est activé par l'eau. En d'autres termes, cette quantité d'eau est liée chimiquement
- le reste de l'eau a une utilité temporaire, à savoir: améliorer l'ouvrabilité du mortier. Elle s'évapore ensuite.

En ajoutant trop d'eau, le mortier devient plus poreux, moins résistant, plus sensible au gel et aux substances agressives. Le mortier sera davantage sujet au retrait et durcira beaucoup plus lentement. La contribution de l'eau à l'ouvrabilité sera dès lors remplacée dans les mortiers modernes par l'utilisation contrôlée d'adjuvants.

facteur E/C Le coefficient eau/ciment (coefficient E/C) revêt donc une grande importance. D'autre part, l'eau ne doit pas être enlevée trop vite du mortier. L'absorption d'eau initiale de la brique joue ici un rôle. En été, il pourra même s'avérer conseillé d'humidifier les briques.

L'eau impure aura un impact extrêmement néfaste sur la qualité du mortier et pourra en outre entraîner la formation d'efflorescences sur la maçonnerie. L'eau de gâchage doit être conforme aux dispositions de la norme NBN EN 1008.

ADDITIFS

définition des additifs Les additifs sont des matériaux anorganiques sous forme de poudre, mais ne sont pas des granulats ni des liants. Ils sont ajoutés au mortier pour améliorer ou obtenir certaines propriétés. Ils ont une influence favorable sur l'onctuosité et le pouvoir de rétention d'eau. Par contre, si vous en utilisez trop, la résistance du mortier diminuera.

ADJUVANTS

définition des adjuvants Les adjuvants sont, par définition, des substances ajoutées au mortier en très petites quantités, soit sous forme de poudre, soit en solution aqueuse, afin d'améliorer le comportement du mortier frais ou du mortier durci.

La norme européenne EN 934-3 'Adjuvants pour béton, mortier et coulis - Partie 3 : adjuvants pour mortier de montage' est ici d'application. En Belgique pourront encore être posées des exigences supplémentaires.

On ajoutera des adjuvants pour obtenir une ouvrabilité suffisante du mortier sans influencer négativement ses propriétés, ou pour pouvoir maçonner sous certaines conditions climatiques problématiques.

Il convient d'être extrêmement prudent avec les adjuvants et de toujours respecter strictement les prescriptions de leur fabricant. Certains adjuvants auront une action positive sur tel paramètre, mais une action négative sur tel autre. On évitera même de préférence d'ajouter des adjuvants. Suffisamment de compositions de mortier présentant les caractéristiques requises sont en effet disponibles.

entraîneurs d'air Les entraîneurs d'air ont un effet lubrifiant et réducteur d'eau. Ils donnent un mortier présentant une rétention d'eau améliorée et une résistance au gel plus élevée, mais s'accompagnant en général d'une réduction de la résistance à la compression et de l'adhérence.

retardateurs de prise Les retardateurs de prise prolongent l'ouvrabilité du mortier.

réteneurs d'eau Les réteneurs d'eau augmentent la capacité du mortier frais à retenir l'eau. Ils s'avèrent utiles en cas de briques très absorbantes et en cas de travaux de maçonnerie par temps chaud.

plastifiants et réducteurs d'eau Les plastifiants et réducteurs d'eau s'utilisent pour maçonner les briques faiblement absorbantes, permettant ainsi de combiner une bonne ouvrabilité temporaire avec une prise plus rapide.

Les accélérateurs de prise et de durcissement s'utilisent lorsqu'une résistance à la compression élevée est requise rapidement ainsi que pour maçonner en hiver.

accélérateurs de prise et de durcissement

Les polymères ont démontré leur action favorable sur l'ouvrabilité, l'effet de rétention d'eau, la résistance intrinsèque à la traction et l'adhérence.

polymères

TYPES DE MORTIER DE MAÇONNERIE

Les spécifications techniques unifiées STS 22 distinguent les mortiers produits sur place des mortiers appartenant à la norme harmonisée NBN EN 998-2.

Pour ce qui concerne les mortiers de maçonnerie normalisés, la norme NBN-EN 998-2 précise les types suivants:

- type de mortier selon le projet (art. 3.2 de EN 998-2): mortier performantiel et mortier prescrit
- type de mortier selon les propriétés et l'usage (art. 3.3 de NBN EN 998-2): mortier de maçonnerie d'application générale (G), mortier-colle (T) et mortier de maçonnerie allégé (L)
- type de mortier selon la méthode de fabrication (art. 3.4 de EN 998-2): mortier humide industriel, mortier sec industriel et mortier partiellement préparé en usine.

MORTIER ALLÉGÉ (L)

Selon la NBN EN 998-2, un mortier de maçonnerie allégé est un 'mortier de maçonnerie dont la densité, une fois sec et à l'état durci, est inférieure à 1.300 kg/m³'. Les mortiers de ciment ordinaires présentent une densité à sec de 1.900 kg/m³.

Certains adjuvants rendent ces mortiers de maçonnerie plus légers et donc, plus isolants. Un mortier allégé ou isolant permettra d'améliorer quelque peu la résistance thermique de la maçonnerie.

Les mortiers isolants sont toujours des mortiers industriels.

MORTIER DE MAÇONNERIE INDUSTRIEL OU MORTIER PRÉPARÉ EN USINE

Maintenir la stabilité du rapport entre les composants du mortier s'avèrera difficile avec une bétonnière classique. C'est pourquoi on pourra envisager l'usage de mortiers fabriqués de façon industrielle et disposant d'une qualité certifiée.

Pour les mortiers fabriqués en usine, toutes les matières premières (parfois à l'exception de l'eau) seront réunis et mélangés en usine dans des rapports préalablement définis. Moyennant un usage correct, cela permettra de satisfaire aux exigences posées au niveau des performances ou de la composition.

Nous distinguons trois types: le mortier humide préparé en usine, le mortier sec préparé en usine et le mortier partiellement préparé en usine.

3 types

mortier humide préparé en usine

Un mortier humide préparé en usine est un mortier composé et mélangé en usine, et est prêt à l'emploi. Il est livré sur chantier dans des bacs, des retardateurs de prise étant ajoutés pour maintenir l'ouvrabilité du mortier pendant 24 heures, par exemple. Le processus de durcissement s'amorce au contact de la brique.

mortier sec préparé en usine

Un mortier sec préparé en usine est un mortier composé et mélangé en usine. Il sera mélangé sur chantier avec l'eau selon les prescriptions de mise en œuvre du fabricant. Le mélange sec pour fabriquer du mortier frais sera livré dans un silo.

mortier partiellement préparé en usine

Un mortier partiellement préparé en usine est un mortier où, en usine, les composants sont stockés dans un silo à plusieurs compartiments. Le dosage et l'ajout d'eau s'effectuent sur chantier selon les prescriptions de mise en œuvre du fabricant. Le silo comprend deux compartiments: un pour le sable et l'autre pour le liant – agrémenté ou non d'adjuvants et/ou additifs.

avantages du mortier en silo

Les avantages du mortier en silo en deux mots:

- précision et régularité du dosage
- possibilité d'ajuster la fluidité
- peu de perte de temps durant la préparation du mortier
- absence de retardateurs de prise
- possibilité d'ajouter d'éventuels adjuvants à l'aide d'un doseur
- protection des composants contre les intempéries
- aucun gaspillage de matières premières, aucun déchet d'emballage.

PROPRIÉTÉS DU MORTIER FRAIS

Le fabricant du mortier déclarera, en fonction du type de mortier frais, les propriétés suivantes:

- le temps ouvrable
- la teneur en chlorures (si d'application pour l'usage)
- la teneur en air (si d'application pour l'usage)
- la masse volumique
- l'étalement
- le rapport entre les éléments constituants.

Les exigences relatives aux quatre premières propriétés pour les mortiers de ciment ordinaires, utilisés en maçonnerie intérieure avec des joints horizontaux de plus de 8 mm, sont mentionnées dans le tableau.

Propriété	Unité	Norme d'essai	Exigence
Temps ouvrable	heures	NBN EN 1015-9	≥ 2
Teneur en chlorures	% de la masse volumique à sec	-	$\leq 0,1$
Teneur en air	% (du volume)	NBN EN 1015-17 / NBN EN 1015-6	≤ 20
Masse volumique	kg/m ³	NBN EN 1015-6	≥ 1.700

L'étalement du mortier humique fabriqué pour application générale (G), testé selon la norme NBN EN 1015-3, doit s'élever à (175 ± 10) mm au moment de la livraison. Pour les mortiers allégés, l'étalement ne peut pas s'écarter au moment de la livraison de ± 10 mm de l'étalement déclaré.

Pour les mortiers composés à la demande, le fabricant déclarera le rapport des éléments constitutants, soit sur base de leur volume, soit sur base de leur poids. Il doit aussi déclarer la résistance à la compression. En l'absence d'autres données, il devra le faire selon le tableau indicatif ci-dessous issu de la norme NBN EN 1996-1-1 –ANB (2010).

Résistance à la compression moyenne du mortier à 28 jours f_m (N/mm ²)	Exemples de composition du mortier					Dénominations européennes		
	En masse (kg) de liant par m ³ de sable sec	Parts en volume				Mortier		Éléments de maçonnerie
		Ciment (C)	Chaux hydratée (CL)	Chaux hydraulique (HL)	Sable	Rapport indicatif	Performance	
20	C 400	1	-	-	3	M 1 : 0 : 3	20	$f_b > 20$
12	C 300	1	-	-	4	M 1 : 0 : 4	12	$12 < f_b < 48$
8	C 250 CL 50	2	1	-	9	M 2 : 1 : 9	8	$8 < f_b < 5.32$
	C 200 HL 100	2	-	1	10	M 2 : 1 : 10		
5	C 200 CL 100	1	1	-	6	M 1 : 1 : 6	5	$5 < f_b < 20$
	C 150 HL 150	1	-	1	7	M 1 : 1 : 7		
2,5	C 150 CL 150	1	2,5	-	7	M 1 : 2,5 : 7	2,5	$2,5 < f_b < 10$
	C 100 HL 200	1	-	2,5	11	M 1 : 2,5 : 11		
	HL 400	-	-	2	5	M 0 : 2 : 5		

Les résistances à la compression mentionnées ci-dessus de 12 N/mm² et 8 N/mm² sont des mortiers appartenant respectivement à la classe M10 et M5

PROPRIÉTÉS DU MORTIER DURCI

Le fabricant du mortier pourra, en fonction du type et de l'application du mortier, déclarer les propriétés suivantes du mortier durci appliqué en maçonnerie intérieure:

- la résistance à la compression
- l'adhérence
- le coefficient de conductivité thermique
- la réaction au feu
- la présence de substances dangereuses.

RÉSISTANCE À LA COMPRESSION

Pour les mortiers performanciers, le fabricant doit déclarer la résistance à la compression du mortier de maçonnerie conformément au tableau ci-dessous.

Classe	M 1	M 2,5	M 5	M 10	M 15	M 20	M d
Résistance à la compression [N/mm ²]	1	2,5	5	10	15	20	d

d est la résistance à la compression déclarée, supérieure à 20 N/mm² et par multiple de 5

La résistance à la compression déclarée par le fabricant sera égale ou supérieure à la classe de résistance à la compression déclarée. Le mortier pour une application en maçonnerie intérieure appartiendra au minimum à la classe de résistance à la compression M 2,5.

ADHÉRENCE

Pour les mortiers destinés à une application dans des parties de bâtiment devant répondre à des exigences constructives, comme par exemple une maçonnerie portante soumise à des charges horizontales telles que pression du vent, pression du sol, tremblements de terre..., la résistance au cisaillement initiale caractéristique revêtera de l'importance.

Cette valeur pourra être déduite de tableaux ou d'essais. Nous vous renvoyons ici au point 3.4.3. du chapitre 3.

COEFFICIENT DE CONDUCTIVITÉ THERMIQUE

Si les mortiers sont appliqués dans des parties de bâtiment auxquelles des exigences sont posées sur le plan de l'isolation thermique, le producteur devra déclarer le coefficient de conductivité thermique du mortier.

Veillez cependant à utiliser la valeur appropriée pour les calculs PEB. Au niveau européen, le producteur du mortier doit déclarer la valeur moyenne, à savoir la moyenne de la valeur $\lambda_{10, \text{mortier sec}}$. Pour la réglementation PEB, les calculs devront cependant s'effectuer avec la valeur $\lambda_D = \lambda_{10, \text{mortier sec}} (90/90)$ celle-ci devant encore être convertie en tenant compte du taux d'humidité (application dans λ_{ui} ou hors λ_{ue}).

RÉACTION AU FEU

Le fabricant est obligé de déclarer la classe de réaction au feu du mortier. Les mortiers dont la teneur en matières organiques réparties de façon homogène, exprimée en pourcentage de la masse ou du volume (la plus défavorable), est $\leq 0,1\%$ sont déclarés comme appartenant la classe européenne de réaction au feu A1 sans faire l'objet d'essais. Les mortiers dont la teneur en matières organiques réparties de façon homogène, exprimée en pourcentage de la masse ou du volume (la plus défavorable), est $> 0,1\%$, appartiennent à la classe de réaction au feu selon les dispositions de la norme EN 13501-1.

PRÉSENCE DE SUBSTANCES DANGEREUSES

En cas de réglementation nationale disponible en matière de 'substances dangereuses', le producteur devra procéder à une vérification et déclarer le rejet de substances dangereuses, ou parfois la teneur en substances dangereuses.

5.2.2. CROCHETS D'ANCRAGE

La paroi intérieure et la paroi extérieure du mur creux isolé sont reliées au moyen de crochets d'ancrage.

Ces crochets doivent être conformes à la norme NBN EN 845-1 – "Spécifications pour composants accessoires de maçonnerie - Partie 1: Attaches, brides de fixation, étriers de support et consoles".

Cette norme définit le crochet d'ancrage comme un 'produit destiné à fixer, à travers le creux, une paroi d'un mur creux à l'autre paroi ou à une ossature ou à un mur arrière'.

La norme européenne fait une distinction entre les crochets asymétriques et symétriques.

Le crochet symétrique présente une conception physique identique aux deux extrémités de sa longueur d'ancrage **1**.

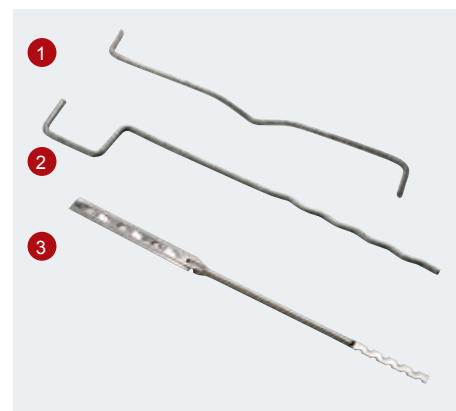
Le crochet asymétrique présente une conception physique différente aux deux extrémités de sa longueur d'ancrage. La partie centrale peut présenter des détails symétriques ou asymétriques **2 3**.

Il existe différents types de crochets d'ancrage en fonction de la méthode choisie pour maçonner la paroi intérieure et la paroi extérieure du mur creux. Pour la maçonnerie de parement collée, il faudra utiliser des crochets d'ancrage adaptés, appropriés à la largeur du joint. Les extrémités de ces crochets d'ancrage ont été aplaties.

Il est conseillé d'appliquer les crochets d'ancrage après la pose de l'isolation thermique. Les matériaux isolants doivent être posés contre la paroi intérieure du mur creux, afin de ne laisser aucune lame d'air entre la couche d'isolation et la paroi intérieure. Et ce pour éviter des transports d'air et d'eau incontrôlés.

Pour une pose soignée de l'isolation, on utilisera de préférence des chevilles en plastique qui seront enfoncées après perçage dans la paroi intérieure du mur creux. Le crochet d'ancrage sera ensuite placé dans cette cheville. Cela permettra d'endommager au minimum l'isolation. Pour les murs intérieurs érigés au moyen de blocs à coller Porotherm, les crochets d'ancrage seront toujours appliqués de cette manière.

Lors de la pose des crochets d'ancrage, il faudra veiller à ce que ceux-ci ne puissent acheminer de l'eau depuis la paroi extérieure vers la paroi intérieure du mur creux. Cela pourra se faire en les installant de façon inclinée vers l'extérieur, en glissant des clips spéciaux sur les crochets ou en prévoyant un casse-goutte dans la lame d'air du creux. On utilisera des clips lorsqu'on ne pourra utiliser des chevilles enfoncées après perçage. Ces clips seront clipsés sur le crochet d'ancrage afin de maintenir l'isolation du creux correctement en place.



utiliser de préférence des chevilles en plastique

pose correcte du crochet d'ancrage

PROPRIÉTÉS DES CROCHETS D'ANCRAGE

Les fabricants de crochets d'ancrage mentionnent les propriétés pertinentes suivantes:

- la résistance à la traction
- la résistance à la compression
- la longueur d'ancrage
- le déplacement sous charge
- le matériau.

RÉSISTANCE À LA TRACTION ET À LA COMPRESSION

Le fabricant déclare la résistance à la traction et à la compression des crochets d'ancrage par le biais d'essais réalisés conformément à la norme NBN EN 846-5 ou NBN EN 846-6. Il doit également déclarer la longueur d'ancrage minimale avec laquelle le crochet a été intégré dans la maçonnerie lors de l'essai. Dans le cas de crochets d'ancrage asymétriques, les deux extrémités feront l'objet d'essais distincts. La valeur déclarée ne pourra être supérieure à la plus petite des valeurs obtenues pour les deux extrémités.

LONGUEUR D'ANCRAGE

Lorsque le crochet d'ancrage sera intégré dans le mortier, la longueur d'ancrage minimale équivalra à la longueur minimale nécessaire pour garantir la résistance à l'arrachement déclarée du crochet. Dans la pratique, la longueur d'ancrage dans le mortier devra être supérieure à la longueur d'ancrage minimum déclarée par le producteur, afin de tenir compte des tolérances lors de la pose sur chantier.

DÉPLACEMENT SOUS CHARGE

Les essais réalisés conformément à la norme NBN EN 846-5 ou NBN EN 846-6 permettent de déclarer le déplacement moyen des crochets échantillonnés pour une charge atteignant 1/3 de la valeur déclarée pour la résistance à la traction ou à la compression du crochet.

MATÉRIAU

Le matériau dont doivent être constitués les crochets d'ancrage dépendra de la classe d'exposition, abordée au chapitre 3.11.

A l'intérieur du pays vaut la classe d'exposition MX3, contre MX4 à la côte. Le tableau ci-après donne un aperçu des matériaux autorisés pour les crochets d'ancrage en fonction de la classe d'exposition.

Matériau ^a	Réf n°	Classe d'exposition				
		MX1	MX2	MX3	MX4	MX5
Acier inoxydable austénitique (alliages molybdène chrome nickel)	1	U	U	U	U	R
Plastique utilisé pour le corps des crochets	2	U	U	U	U	R
Acier inoxydable austénitique (alliages chrome nickel)	3	U	U	U	R	R
Acier inoxydable ferritique	4	U	X	X	X	X
Bronze phosphorique	5	U	U	U	X	X
Bronze d'aluminium	6	U	U	U	X	X
Cuivre	7	U	U	U	X	X
Fil en acier galvanisé (940 g/m ²)	8	U	U	U	R	X
Fil en acier galvanisé (940 g/m ²)	9	U	U	U	R	X
Fil en acier galvanisé (710 g/m ²)	10	U	U	U	R	X
Fil en acier galvanisé (460 g/m ²)	11	U	R	R	R	X
Tôle ou feuillard en acier galvanisé (300 g/m ²) avec revêtement synthétique sur les autres éléments	12,1	U	U	U	R	X
Tôle ou feuillard en acier galvanisé (300 g/m ²) avec revêtement synthétique sur les surfaces extérieures ou sur toute la pièce	12,2	U	U	U	R	X
Fil d'acier galvanisé (265 g/m ²)	13	U	R	R	X	X
Tôle ou feuillard d'acier galvanisé (300 g/m ²) avec revêtement synthétique sur les bords de coupe	14	U	R	R	X	X
Tôle ou feuillard d'acier galvanisé (300 g/m ²)	15	U	R	R	X	X
Tôle ou feuillard d'acier galvanisé (137 g/m ²) avec revêtement synthétique sur toutes les surfaces extérieures de la pièce finie	16,1	U	U	U	U	X
Tôle ou feuillard d'acier galvanisé (137 g/m ²) avec revêtement synthétique sur toutes les surfaces extérieures de la pièce finie	16,2	U	U	U	R	X
Feuillard d'acier galvanisé (137 g/m ²) avec des bords galvanisés	17	U	R	R	X	X
Fil d'acier galvanisé (60 g/m ²) avec revêtement synthétique sur toutes les surfaces extérieures de la pièce finie	18	U	R	R	R	X
Fil d'acier galvanisé (105 g/m ²)	19	U	R	R	X	X
Fil d'acier galvanisé (60 g/m ²)	20	U	X	X	X	X
Tôle d'acier prégalvanisé (137 g/m ²)	21	U	X	X	X	X

LÉGENDE

U: utilisation sans limites du matériau dans la classe d'exposition indiquée.

R: utilisation limitée. Demandez conseil au fabricant ou à un spécialiste.

X: matériau non-recommandé pour une utilisation dans cette classe d'exposition.

^a Les spécifications complètes des matériaux et du revêtement en béton correspondant au numéro ou à la lettre sont données dans la norme EN 845-1. Les données relatives au poids des couches du revêtement de surface sont des moyennes pour une surface.

Wienerberger conseille de toujours utiliser des crochets en acier inoxydable.

DÉTERMINATION DU NOMBRE DE CROCHETS D'ANCRAGE

Les crochets d'ancrage doivent être suffisamment solides pour, d'une part, transmettre les forces horizontales de la paroi extérieure vers la paroi intérieure du mur creux et ainsi assurer la stabilité de la paroi extérieure, tout en permettant d'autre part un mouvement indépendant suffisant de la paroi extérieure par rapport à la paroi intérieure.

Le nombre de crochets d'ancrage par m² sera déterminé par des essais ou calculs sur base:

- de la résistance à la flexion, de la résistance au cisaillement et de la rigidité de la maçonnerie
- des propriétés du crochet d'ancrage
- de la charge horizontale appliquée (charge du vent, par exemple).

Lorsque ces données ne sont pas disponibles, le tableau ci-dessous, issu des spécifications techniques STS 22, donnera une indication du nombre de crochets d'ancrage en fonction de la largeur du creux et de l'épaisseur des parois intérieure et extérieure du mur creux.

indication du nombre de crochets
d'ancrage par m²

Paroi intérieure	Paroi extérieure	Largeur du creux	ø crochet	Nombre min.
140	90	≤ 90 mm	≥ 3,5 mm	5
140	90	≤ 110 mm	≥ 4,0 mm	5
140	90	≤ 110 mm	≥ 3,5 mm	6
140	90	≤ 130 mm	≥ 4,0 mm	6
140	70/65	≤ 90 mm	≥ 3,5 mm	6,5
140	70/65	≤ 90 mm	≥ 4,0 mm	6
140	70/65	≤ 130 mm	≥ 4,0 mm	6,5

En cas d'écarts encore plus grands au niveau de la largeur du creux et/ou de la paroi extérieure, on vérifiera l'équivalence avec la situation traditionnelle.

Malheureusement, ce tableau donne uniquement des valeurs pour des largeurs de creux jusqu'à 130 mm.

Le nombre de crochets d'ancrage pourra aussi être déduit de la valeur de l'action du vent ainsi que de la valeur de calcul pour la résistance à la traction et la résistance à la compression du crochet d'ancrage.

Nombre minimal (n) de crochets à prévoir par m² (cf. norme NBN EN 845-1, l'Eurocode 6 et son ANB)

Résistance du crochet Valeur de calcul F_d (*) [kN]	Valeur de calcul de l'action du vent W_{Ed} (**) [Pa]		
	≤ 1500	≤ 2000	≤ 2500
≥ 0,278	6	8	9
≥ 0,370	5	6	7
≥ 0,463	5	5	6
≥ 0,556	5	5	5

(*) $F_d = F_k / \gamma_M$, soit $\gamma_M = 2,7$ (contrôle normal des travaux).

(**) Cf. norme NBN EN 1991-1-4 ANB (remarque : 1000 Pa = 1 kN/m²).

Note: La norme harmonisée NBN EN 845-1 décrit les spécifications auxquelles les attaches doivent répondre. Elle requiert d'un producteur qu'il déclare leur résistance F_k tant en compression qu'en traction (suction du vent) et ce, en fonction de leur inclinaison maximale admise, de la largeur du creux et des produits de maçonnerie concernés (blocs et mortier).

5.2.3. ARMATURES POUR JOINTS HORIZONTALS

L'armature pour joints horizontaux est une armature préfabriquée destinée à être appliquée dans la couche de mortier entre les faces de pose des éléments de maçonnerie.

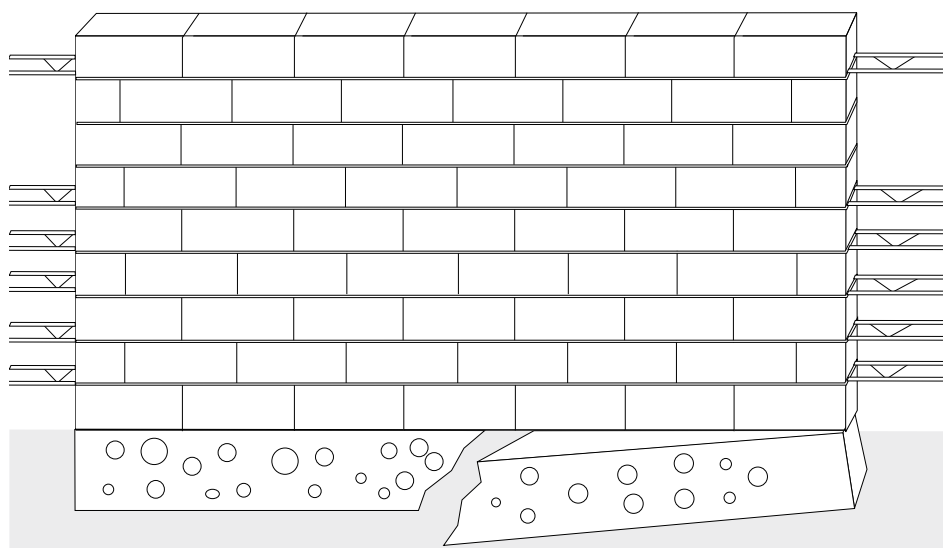
Les armatures pour joints horizontaux en acier doivent être conformes à la norme européenne harmonisée NBN EN 845-3: 'Spécifications pour composants accessoires de maçonnerie - Partie 3: Treillis d'armature en acier pour joints horizontaux.'

Les armatures pour joints horizontaux en acier sont fabriquées avec des barres rondes ou plates, en acier souple, lisse ou cannelé. Elles peuvent être constituées d'acier à faible teneur en carbone protégé contre la corrosion ou d'acier résistant à la corrosion. Les treillis en acier déployés sont produits à partir de feuillard avec une épaisseur et résistance à la corrosion adaptées.

À côté de cela, il existe également des armatures pour joints horizontaux en matière plastique, comme des treillis en fibre d'aramide.

Les armatures pour joints horizontaux servent à accroître les propriétés mécaniques (résistance à la traction, à la compression et au cisaillement) de la maçonnerie. Elles réduisent le risque de formation de fissures inadmissibles et la largeur des fissures.

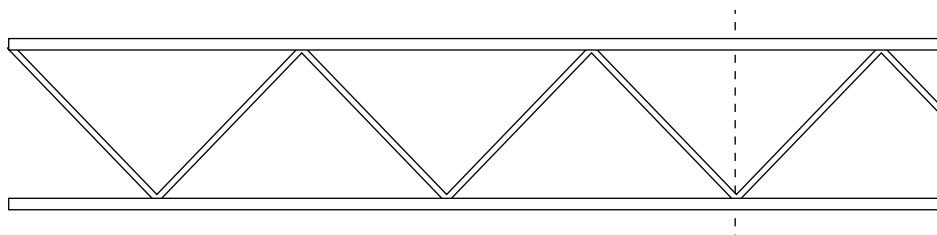
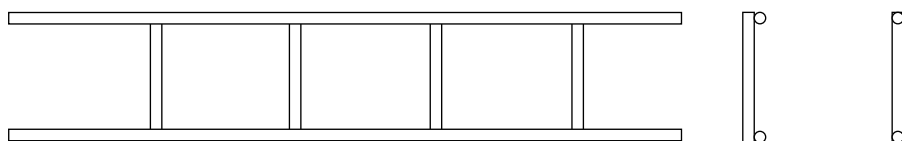
La maçonnerie armée peut par exemple être utilisée pour limiter les conséquences de tassements différentiels ou pour éviter des fissures consécutives à des concentrations de contraintes autour des ouvertures de portes et fenêtres.



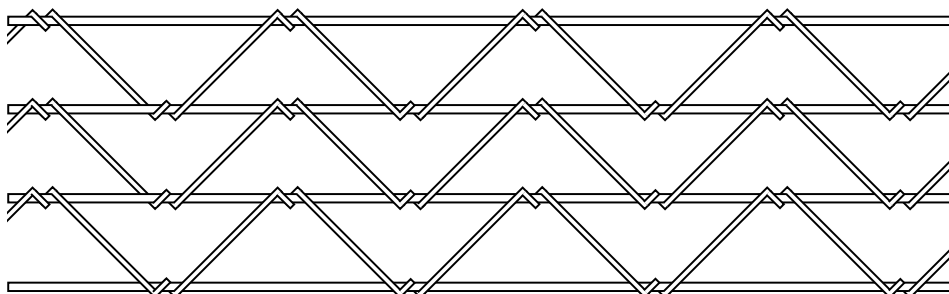
TYPES D'ARMATURES POUR JOINTS HORIZONTAUX EN ACIER

La norme européenne classe les armatures pour joints horizontaux en acier en différents types. Voici la classification principale:

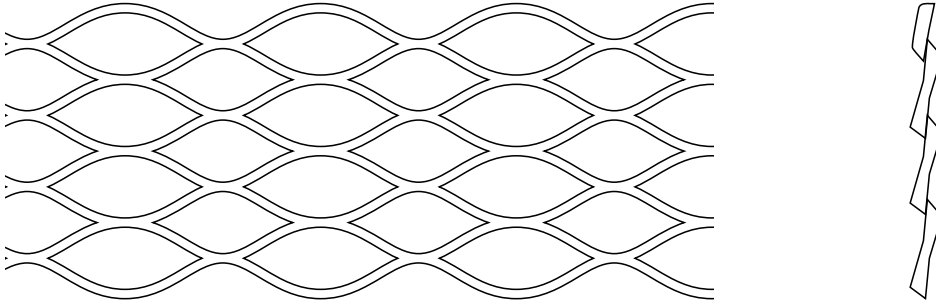
- treillis soudés: de type échelle ou treillis



- treillis tissés (inappropriés pour des applications structurales)



- treillis en acier déployé (inappropriés pour des applications structurales)



Les treillis les plus fréquemment utilisés en Belgique sont les treillis soudés.

CHOIX DU MATÉRIAU EN FONCTION DE LA CLASSE D'EXPOSITION

La norme produit européenne relative aux armatures pour joints horizontaux (NBN EN 845-3) exige que le producteur déclare de quel matériau l'armature de maçonnerie est constituée. Il pourra le mentionner explicitement sur l'étiquette CE (par ex.: 'acier inoxydable austénitique'), ou mentionner la classe R. Ces classes R (par ex. 'R3' pour l'acier inoxydable austénitique) sont définies dans la norme NBN EN 845-3. Vous trouverez dans le tableau ci-dessous les matériaux admis pour les armatures pour joints horizontaux en acier en fonction de la classe d'exposition.

Classe MX	Galvanisé (60g/m ²), matériau classe R20 selon EN845-3	Galvanisé (60g/m ²) avec couche d'époxy (épaisseur 100 microns en moyenne), matériau classe R18 selon EN845-3	Inoxydable austénitique (alliages de chrome et nickel), matériau classe R3 selon EN845-3	Inoxydable austénitique (alliages molybdène chrome nickel), matériau classe R3 selon EN845-3
MX1 'milieu sec'	✓	✓	✓	✓
MX2 'milieu humide non-exposé au gel'	✗	✓	✓	✓
MX3 'milieu humide exposé au gel'	✗	✓	✓	✓
MX4 'milieu chlorure'	✗	⊘	⊘	✓
MX5 'milieu chimique agressif'	✗	✗	⊘	⊘

⊘ Usage limité (non-recommandé). Pour ce qui concerne l'usage, il faudra contacter le fabricant.

QUE FAUT-IL RETENIR?

- Il convient de faire le bon choix pour le mortier de maçonnerie, les crochets d'ancrage et les éventuelles armatures pour joints.
- Accordez de l'attention aux normes en vigueur relatives au mortier de maçonnerie et aux accessoires.



CIERM
Lijsteem
Stone-Collat

Bak

5.3. MAÇONNERIE COLLÉE

Pour ériger les murs intérieurs de façon rapide et efficace, Wienerberger a développé Porothersm Système-Collage et Porothersm *Dryfix*. Ces deux systèmes permettent de coller les blocs pour murs intérieurs à l'horizontale les uns sur les autres. Au lieu du mortier traditionnel, on applique ici un mortier-colle au moyen d'un rouleau spécial (Porothersm Système-Collage) ou on applique de la colle PU au moyen d'un pistolet à colle universel (Porothersm *Dryfix*). L'épaisseur du joint est minimale. Pour permettre le collage, les faces de pose des blocs pour murs intérieurs ont été rectifiées.

techniques de construction avant-gardistes

5.3.1. POURQUOI COLLER LES BLOCS POUR MURS INTÉRIEURS?

LE COLLAGE DES BLOCS POUR MURS INTÉRIEURS OFFRE DE NOMBREUX AVANTAGES:

- La mise en œuvre plus rapide, des blocs de plus grand format et le système de tenons et mortaises permettent d'obtenir des résultats plus rapides.
- Après une brève formation, les maçons inexpérimentés pourront également maîtriser cette technique de maçonnerie.
- Aucun risque d'affaissement des murs ou de blocs 'flottants'. Les murs intérieurs peuvent donc directement être érigés à hauteur d'étage.
- Le mortier-colle exige moins d'eau pour son gâchage. La colle PU n'exige pas d'eau du tout. Le parachèvement pourra ainsi démarrer plus rapidement.
- Grâce à la consommation d'eau limitée, à la découpe facile des blocs (pas de déchets de construction), à l'absence d'excédents de mortier et à l'impact environnemental réduit de la colle, le collage constitue une technique écologique.
- Les murs collés offrent une meilleure isolation thermique.
- L'isolation présente un meilleur raccordement grâce à l'absence de bavures de mortier.

5.3.2. POROTHERM SYSTÈME-COLLAGE

5.3.2.1. BLOCS, MATÉRIAUX ET ACCESSOIRES

Blocs: Les blocs pour murs intérieurs rectifiés Porothersm PLS sont équipés de tenons et mortaises garantissant une mise en œuvre rapide.

Mortier-colle: Pour le collage des blocs pour murs intérieurs est utilisé un mortier-colle durable d'une résistance supérieure. Pour la mise en œuvre de blocs à coller par basses températures (en-dessous de 5°C), il existe un mortier-colle spécial basses températures, pouvant être utilisé entre 0°C et 8°C.

Rouleau: Il existe des rouleaux de différentes épaisseurs. Ces rouleaux limitent la consommation de colle et garantissent un lit de colle uniforme.

5.3.2.2. COMMENT COLLER DES MURS INTÉRIEURS AVEC POROTHERM SYSTÈME-COLLAGE?

Étape par étape



- 1 Installez des profilés et reportez les mesures au laser
- 2 Posez la couche d'assise
- 3 Contrôlez le niveau à la perpendiculaire
- 4 Contrôlez le niveau dans le sens longitudinal
- 5 Brossez les blocs (répétez l'opération avant l'application de chaque couche de colle)
- 6 Appliquez la couche de colle
- 7 Posez la membrane d'étanchéité
- 8 Appliquez la colle sur le côté inférieur de la seconde rangée de blocs
- 9 Retournez les blocs et posez-les sur la membrane d'étanchéité
- 10 Brossez les blocs
- 11 Appliquez la colle sur la première couche et les suivantes
- 12 Posez les blocs
- 13^a Découpez les blocs à l'aide d'une scie alligator
- 13^b Découpez les blocs à l'aide d'une scie à refroidissement par eau

Pour des raisons de sécurité, il est interdit de circuler sur les couches supérieures.

Les perforations des blocs collés seront moins remplies de mortier. Durant la phase de construction, la résistance aux impacts latéraux des murs non-soumis à des charges sera inférieure à celle d'une maçonnerie traditionnelle. Ne posez donc pas d'échelle ou de poutre en bois contre un mur fraîchement collé.

Les blocs ont un côté gauche et un côté droit. Pour un rendement optimal réduisant les manipulations au minimum, tenez compte de la direction dans laquelle les palettes seront disposées.

5.3.3. POROTHERM DRYFIX

5.3.3.1. QUELS SONT LES AVANTAGES DE POROTHERM DRYFIX?

1. Construction plus rapide:

- Plus besoin de préparer du mortier ou du mortier-colle.
- Plus besoin de remplir des seaux, cuvettes ni rouleaux.
- Application plus rapide: 'Plug & Spray'
- Durcissement plus rapide: possibilité d'ériger immédiatement des murs jusqu'à une hauteur d'étage.
- Le lendemain, le mur pourra déjà être soumis à des contraintes, permettant ainsi la pose des dalles de sol. Avec du mortier ou du mortier-colle, l'attente aurait été plus longue.
- Les travaux de maçonnerie s'effectuent sans eau. Pas besoin de respecter un délai de séchage.
- Nettoyage plus rapide: pas besoin d'entretenir rouleaux, seaux, cuvettes, malaxeurs, etc. Seul le pistolet doit être nettoyé avec *Dryfix cleaner*. Cela ne prendra pas plus de quelques secondes.



2. Construction plus qualitative:

- Pas de consommation d'eau (maçonnerie traditionnelle: 23 l d'eau par m² / maçonnerie collée: 0,9 l d'eau par m²) et moins de poussière.
- Pas d'excédents de mortier ou mortier-colle.
- Ergonomique: pas besoin de transporter des sacs de mortier ni cuvelles.
- Solution plus compacte que les sacs de sable et ciment ou de mortier-colle.
- Formation certifiée par des experts Wienerberger.
- Système agréé au niveau technique: ATG demandé.

3. Construction plus efficiente:

- L'entrepreneur peut démarrer les travaux plus rapidement le matin et poursuivre ceux-ci plus longtemps.
- Flexibilité accrue grâce au temps de mise en œuvre illimité.
- Pas besoin d'accessoires ou matériel supplémentaires: rien qu'une bombe et des blocs PLS à coller.
- Une plus grande liberté par rapport aux conditions climatiques lors des travaux construction: application par températures ambiantes de -5°C à +35°C.

AGRÉMENT TECHNIQUE ATG POUR POROTHERM DRYFIX

Un ATG a été demandé pour le système innovant Porotherm *Dryfix*. Cet agrément certifié des propriétés techniques de la maçonnerie est octroyé par l'Union belge pour l'Agrément technique de la construction (UBAtc). À fréquence déterminée, des contrôles externes sont effectués sur la conformité de la production par rapport à l'agrément publié. En association avec la formation et l'agrément d'entrepreneur certifié, cela signifie une garantie supplémentaire d'une qualité supérieure.

Dans le cadre de cet ATG, un programme d'essais poussés a été élaboré et effectué aux laboratoires Magnel (Université de Gand) et ArGEnCo (Université de Liège) ainsi qu'au laboratoire interne accrédité de Wienerberger sous contrôle de la BCCA. Ce programme d'essais avait pour objectif de déterminer les propriétés de la maçonnerie finale et comprenait des essais portant notamment sur:

- **la résistance à la compression** • **la résistance à la flexion**
- **la résistance au feu** • **la durabilité** • ...

Pour tout complément d'information concernant les résultats du programme d'essais et l'ATG correspondant, n'hésitez pas à contacter Wienerberger.

Seuls les entrepreneurs certifiés peuvent appliquer Porotherm *Dryfix*. Wienerberger organise des formations à cet effet et vous conseille lors du démarrage des chantiers.

5.3.3.2. BLOCS, MATÉRIAUX ET ACCESSOIRES

Blocs: Porotherm *Dryfix* a été développé pour des applications avec les blocs PLS 500 et PLS *Lambda*.

Porotherm *Dryfix extra*: Pour coller les blocs pour murs intérieurs est utilisée une colle polyuréthane (colle PU) monocomposante. Cette colle présente une adhérence extrêmement élevée. Elle s'utilise à des températures entre -5°C et +35°C. A 18°C et 60% d'humidité relative de l'air, elle garantit un temps de collage de 3 à 5 minutes, tandis que le cordon de colle PU pourra être coupé après 20 à 25 minutes. En fonction de la température et de l'humidité de l'air, le délai de durcissement sera de 1h30 à 5h.

La colle PU est conditionnée en bombes et s'utilise jusqu'à la dernière goutte. 1 bombe permet de réaliser 5 m² de maçonnerie (avec des blocs de format 500 x 138 x 249). Les bombes ne doivent pas être vidées en une seule fois. Après une plus longue pause, vous pourrez continuer à travailler avec la même bombe.

Pistolet à colle universel: Les bombes Porotherm *Dryfix extra* s'adaptent sur un pistolet à colle universel. L'utilisation de ce pistolet à colle garantit une mise en œuvre simple, rapide et propre.

Porotherm *Dryfix cleaner*: Porotherm *Dryfix cleaner* permet de nettoyer rapidement et efficacement la tête de projection du pistolet. Pour nettoyer ce dernier, il suffit de monter la bombe de Porotherm *Dryfix cleaner* sur le pistolet puis de pulvériser celui-ci à travers le pistolet.

5.3.3.3. COMMENT COLLER LES MURS INTÉRIEURS AVEC POROTHERM DRYFIX?

Étape par étape





- 1 Installez les profilés
- 2 Mettez-les de niveau
- 3 Placez le cordeau de maçon pour la première couche de blocs
- 4 Maçonnez la première couche (couche d'assise) avec du mortier traditionnel
- 5 Contrôlez la planéité perpendiculairement au mur
- 6 Contrôlez la planéité de l'assemblage à tenons et mortaises
- 7 Contrôlez la planéité dans le sens longitudinal sur 3 blocs (longueur du niveau \geq 80 cm)
- 8 Brossez les blocs (répétez l'opération pour l'application de chaque couche)
- 9 Appliquez le cordeau de maçon à une hauteur de \pm 2 cm sous la hauteur de la seconde couche
- 10 Appliquez *Dryfix extra* en 2 cordons de 3 cm de largeur, à \pm 1 cm des côtés extérieurs du bloc
- 11 Placez la membrane d'étanchéité et compressez celle-ci correctement sur la mousse *Dryfix extra* appliquée
- 12 Appliquez 2 cordons de *Dryfix extra* sur la barrière anti-humidité
- 13 Posez la seconde couche de blocs
- 14 Brossez les blocs
- 15 Appliquez le cordeau de maçon à une hauteur de \pm 2 cm sous la hauteur de la couche suivante
- 16 Appliquez *Dryfix extra* en 2 cordons de 3 cm de largeur, à \pm 1 cm des côtés extérieurs du bloc*
- 17 Posez les blocs
- 18 Découpez les blocs au moyen d'une scie à table

* En cas de largeur du mur de 10 cm, appliquez 1 seul cordon au centre du bloc

5.3.3.4. POROTHERM DRYFIX START ET STOP

Étape par étape



- 1 Agitez 20x correctement la bombe *Dryfix extra*
- 2 Retirez le clip de protection
- 3 Vissez la bombe *Dryfix extra* sur la tête de projection nettoyée et tournez légèrement
- 4 Réglez le débit au moyen de la vis
- 5 En cas de courtes pauses, nettoyez la tête de projection avec *Dryfix cleaner*
- 6 En cas de pauses plus longues, retirez la bombe *Dryfix* et nettoyez la tête de projection avec *Dryfix cleaner*

5.3.3.5. QUELQUES POINTS D'ATTENTION

- Pour des raisons de sécurité, on ne pourra pas marcher sur les couches supérieures.
- Les perforations des blocs à coller ne sont pas remplies de mortier. De telle sorte que, durant la phase de chantier, la résistance aux impacts latéraux des murs non-soumis à des contraintes sera inférieure à celles des murs en maçonnerie traditionnelle. Ne posez donc pas d'échelles ni de poutres en bois contre les murs fraîchement érigés avec Porotherm *Dryfix*.
- Les blocs présentent un côté gauche et un côté droit. Pour un rendement optimal avec le moins possible d'opérations, il faudra tenir compte du sens dans lequel les palettes seront placées.



5.3.4. PLS LAMBDA

Afin de répondre à la demande de nœuds constructifs PEB-conformes sans utiliser des éléments isolants interposés, Wienerberger a investi dans la recherche pour développer un bloc céramique pour murs intérieurs présentant une valeur lambda inférieure à 0,20 W/mK.

A côté de cela, les autres qualités des blocs céramiques pour murs intérieurs devaient rester intactes: résistance à la compression, stabilité dimensionnelle, inertie thermique, mise en œuvre aisée, etc.

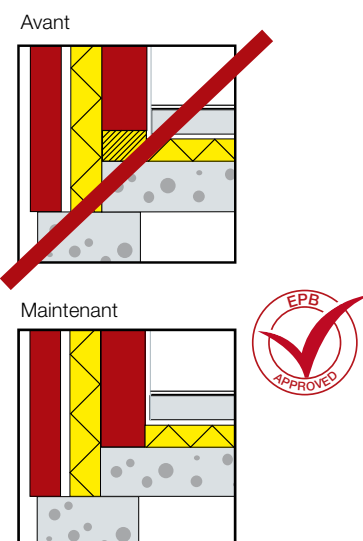
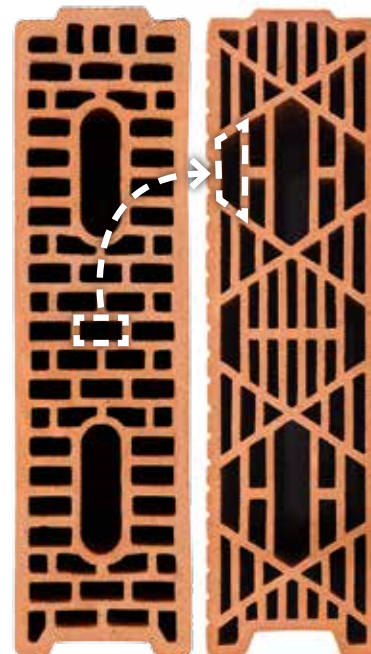
La modification des performances du bloc pour murs intérieurs PLS a permis de créer un nouveau bloc céramique pour murs intérieurs: PLS *Lambda*.

Le bloc pour murs intérieurs PLS *Lambda* présente une valeur λ_{uj} de 0,185 W/mK et une résistance à la compression moyenne f_{mean} d'au moins 10 N/mm². En conservant la résistance à la compression, les blocs pour murs intérieurs PLS *Lambda* permettent de solutionner de nombreux nœuds constructifs suivant la règle de base 1 de la réglementation PEB. Cela signifie que les blocs pour murs intérieurs PLS *Lambda* offrent une solution économique pour les nœuds constructifs. Il n'est notamment plus nécessaire de recourir à des éléments isolants interposés. Ce qui simplifie tant la conception que l'exécution.

Le bloc pour murs intérieurs PLS *Lambda* présente une longueur de 500 mm. Il est ainsi possible de coller de plus grandes surfaces sur le même laps de temps et avec le même nombre d'opérations, ce qui élève le rendement.

Une étude au niveau ergonomique montre que le collage de blocs PLS *Lambda* n'est pas plus contraignant pour le maçon que la maçonnerie traditionnelle. Et ce principalement grâce à la variation pendant l'exécution. Pour la maçonnerie traditionnelle, le maçon tient pendant toute la journée un bloc de 7 kg dans une main et une truelle de mortier dans l'autre. Pour Porotherm Système-Collage et Porotherm *Dryfix*, la pose de blocs de 14 kg avec les deux mains alterne avec l'application de la colle, le dépoussiérage, la découpe des blocs, etc.

Le parachèvement rapide de la structure reste assuré. L'intégration des éléments techniques peut s'effectuer de la même manière. Comme pour les blocs pour murs intérieurs Porotherm maçonnés de façon traditionnelle. Le collage des blocs pour murs intérieurs Porotherm PLS *Lambda* ne nécessite pas de préparatifs de planification supplémentaires. Ni de grues, ni de matériel coûteux supplémentaire, etc.





Pour pouvoir coller ce bloc, les faces de pose ont été rectifiées.

PLS LAMBDA: TOUS LES AVANTAGES EN UN CLIN D'ŒIL

+ RENDEMENT SUPÉRIEUR:

- Le collage est plus rapide que la maçonnerie traditionnelle
- Grâce à la grande longueur (500 mm) et à la hauteur (jusqu'à 249 mm) ainsi qu'au système de tenons et mortaises
- Adhérence rapide entre les blocs, permettant de travailler jusqu'à une hauteur d'étage
- Pas besoin d'éléments isolants interposés à hauteur de l'appui de fondation; seuls les blocs PLS *Lambda* suffisent vu qu'ils font partie de la couche d'isolation
- Pas besoin de grue supplémentaire

+ RÉSISTANT

- Aussi résistant que d'autres murs intérieurs en terre cuite
- Pas d'interruption de la structure portante consécutive à des matériaux moins résistants
- Conservation de la portance de la maçonnerie, offrant donc une plus grande liberté de conception
- L'absence d'éléments isolants interposés simplifie les calculs

+ ISOLANT

- La maçonnerie collée fait partie de l'enveloppe isolante
- Isole mieux avec la même structure de mur

+ LA SOLUTION 'ROUGE' POUR LES NŒUDS CONSTRUCTIFS

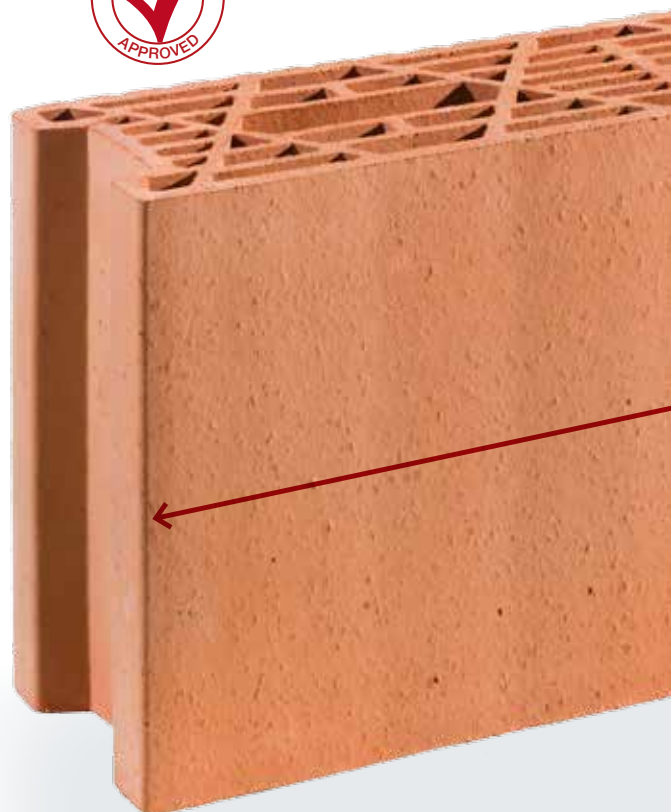
- Une solution pour chaque nœud constructif, via la règle de base 1 ou calcul de la valeur psi
- Détails simplifiés
- Simplification des métrés et cahiers des charges
- Exécution plus aisée
- Moins de risques d'erreurs



www.noedsconstructifs.be

+ ÉCONOMIQUE

- Plus besoin d'éléments isolants interposés
- Simplification de la conception et de l'exécution
- Moins de déchets de coupe



+ DURÉE DE VIE

- Plus de 150 ans
- Résistant à l'humidité
- Dimensionnellement stable, pour une qualité durable du plafonnage intérieur
- Étanchéité à l'air garantie à long terme

+ ERGONOMIE

- Faible poids
- Mortier-colle ou colle PU sans dégagement de poussière
- Deux poignées ergonomiques
- Exécution plus facile
- Superposition à la verticale sur la palette
- Rouleau ou pistolet pratique



+ QUALITÉ

- Qualité supérieure du parachèvement
- Inertie thermique
- Dimensionnellement stable
- Gestion de l'humidité
- Résistant au feu
- Porotherm *Dryfix* sera couvert par l'ATG demandé

+ FLEXIBILITÉ

- Intégration des éléments techniques avec la même simplicité que pour les murs intérieurs Porotherm maçonnés de façon traditionnelle
- Découpe facile et précise
- Disponible en différentes hauteurs et largeurs
- Pas de contrôle du plan

+ DURABILITÉ

- Made in Belgium
- Natureplus
- DUBOkeur
- Cradle to Cradle
- Clean Site System

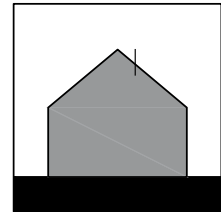
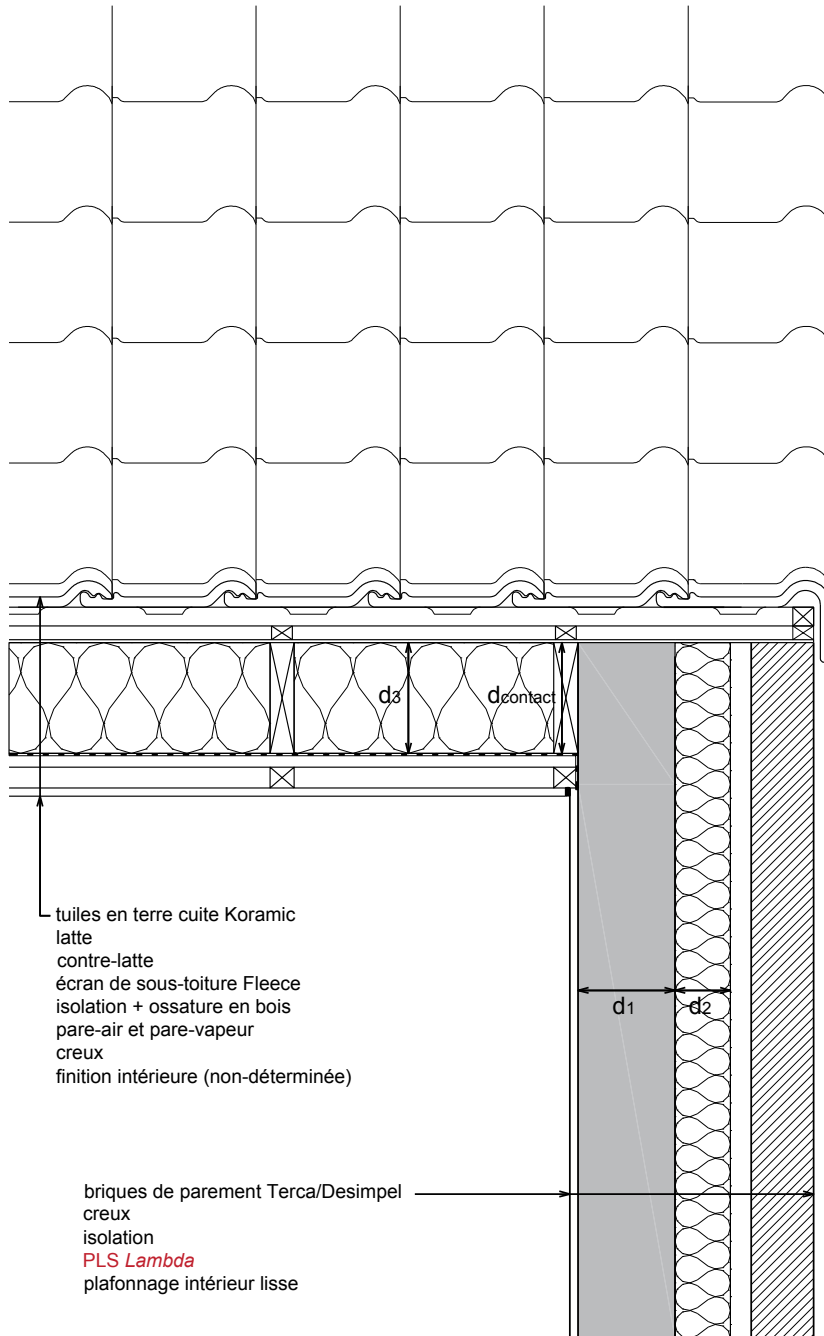
+ SERVICE WIENERBERGER

- Assistance pour le démarrage du chantier
- Assistance technique
- Service après-vente
- Accessoires disponibles: rouleau, mortier-colle basse température (mise en œuvre de 0°C à 8°C), colle PU *Dryfix extra* (mise en œuvre de -5°C à 35°C), *Dryfix cleaner*, etc.
- De nombreuses simulations et détails de nœuds constructifs sur www.noedsconstructifs.be



TROIS EXEMPLES DE NŒUDS CONSTRUCTIFS PEB-CONFORMES AVEC PLS LAMBDA SUIVANT LA RÈGLE DE BASE 1

RIVE DE TOIT – TOIT INCLINÉ

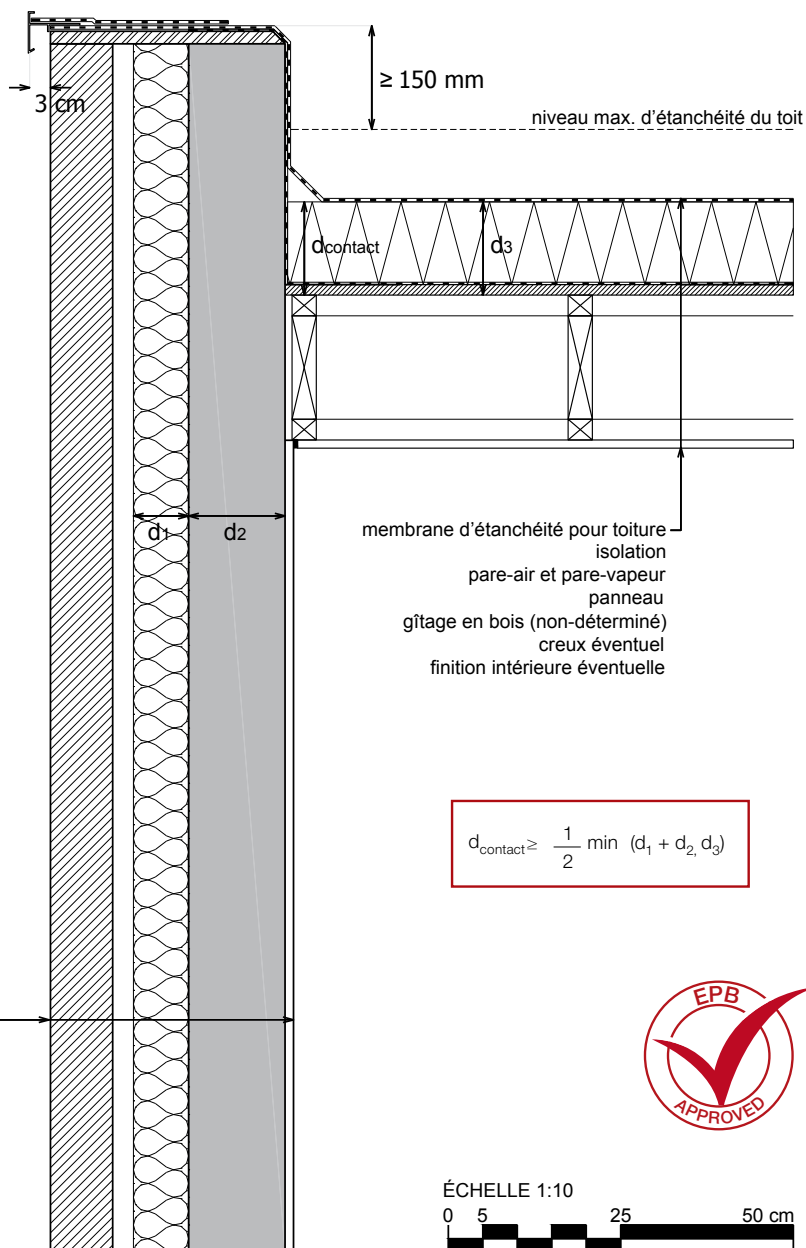
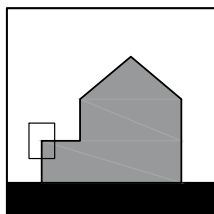


$$d_{\text{contact}} \geq \frac{1}{2} \min (d_1 + d_2, d_3)$$



Retrouvez tous les détails schématisés sur www.noedsconstructifs.be

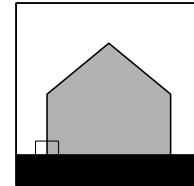
RIVE DE TOIT – TOIT PLAT LÉGER



Retrouvez tous les détails schématisés sur www.noedsconstructifs.be

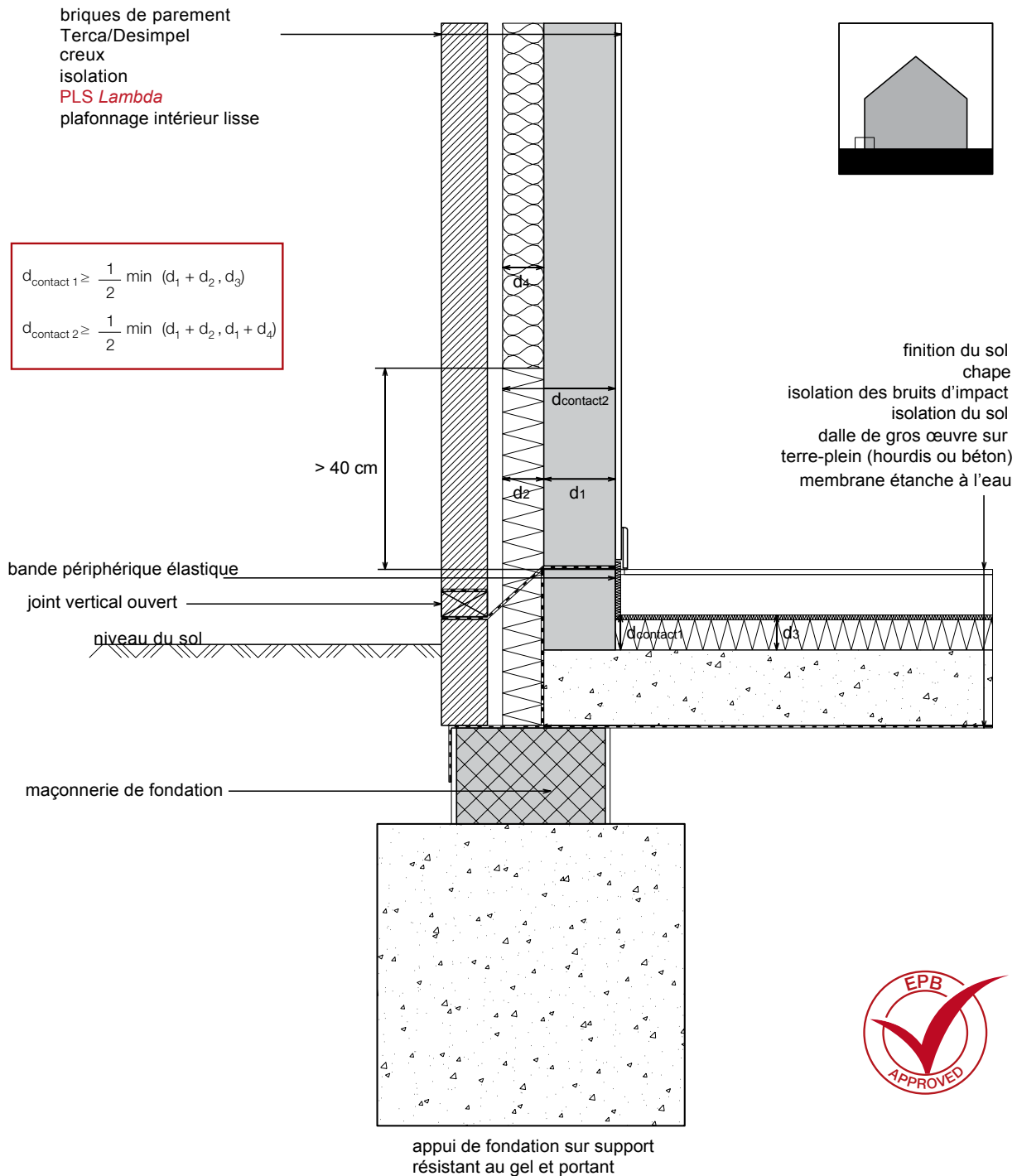
APPUI DE FONDATION

briques de parement
Terca/Desimpel
creux
isolation
PLS Lambda
plafonnage intérieur lisse



$$d_{\text{contact 1}} \geq \frac{1}{2} \min (d_1 + d_2, d_3)$$

$$d_{\text{contact 2}} \geq \frac{1}{2} \min (d_1 + d_2, d_1 + d_4)$$



Retrouvez tous les détails schématisés sur www.noeudsconstructifs.be

5.4. EXÉCUTION DE LA MAÇONNERIE INTÉRIEURE

5.4.1. TOLÉRANCES DE MAÇONNERIE

ÉCARTS ADMISSIBLES

Les dimensions de la maçonnerie sur chantier diffèrent toujours des dimensions théoriques sur plans. Il convient de limiter ces écarts afin de pouvoir garantir que, malgré les erreurs d'exécution inévitables, les exigences fonctionnelles soient respectées et que l'assemblage correct des éléments de construction s'effectue sans adaptations nécessaires a posteriori. Les écarts admissibles devront déjà être déterminés lors de la conception.

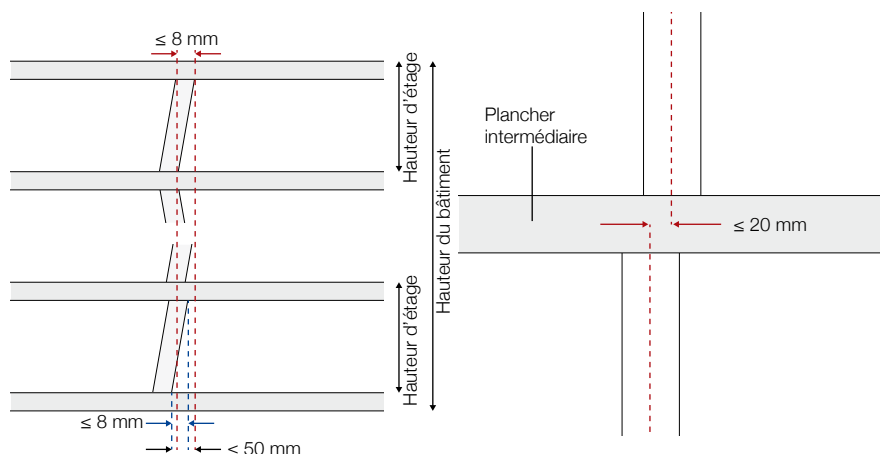
Les tolérances relatives aux blocs céramiques pour murs intérieurs sont abordées au chapitre 3.1. Sauf spécification contraire lors de la conception, les écarts ne peuvent pas dépasser, selon les STS 22 et la norme NBN EN 1996-2 et son annexe belge, les valeurs suivantes:

Nature	Écart maximum
Verticalité (à chaque étage*)	±8 mm par étage
Superposition verticale La verticalité sur la hauteur totale du bâtiment d'au moins 3 étages est de maximum ± 50 mm.	±20 mm
Planéité par 2 m	±8 mm par 2 m
Épaisseur d'une paroi de mur simple	±5 mm ou ± 5% de l'épaisseur du mur (la plus grande des deux valeurs)
Épaisseur de l'ensemble du mur creux	±10 mm
Écart maximal admissible 't' en cm sur chaque mesure de longueur 'd' en cm	$t = \pm 1/4 (d)^{1/3}$ (en cm) (ou voir tableau ci-dessous)

Les valeurs pour les écarts maximum admissibles 't' sont par conséquent:

Longueur ou hauteur	1 m	2 m	3 m	4 m	5 m	6 m	7 m	8 m	9 m	10 m	11 m	12 m
Écart en mm	12	15	17	18	20	21	22	23	24	25	26	27

L'écart au niveau de la verticalité par étage et sur toute la hauteur du bâtiment ainsi que les tolérances de superposition sont indiqués dans les schémas suivants:

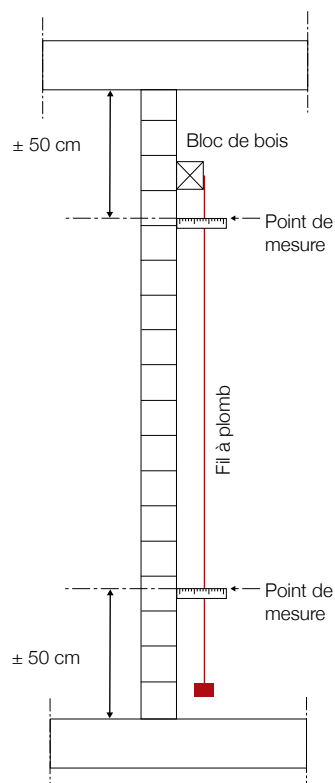


Les tolérances à l'endroit des ouvertures dans la maçonnerie sont, selon les STS 22, les suivantes:

Tolérance par rapport à	Écart maximum
Endroit indiqué	± 5 mm
Dimension	± 5 mm

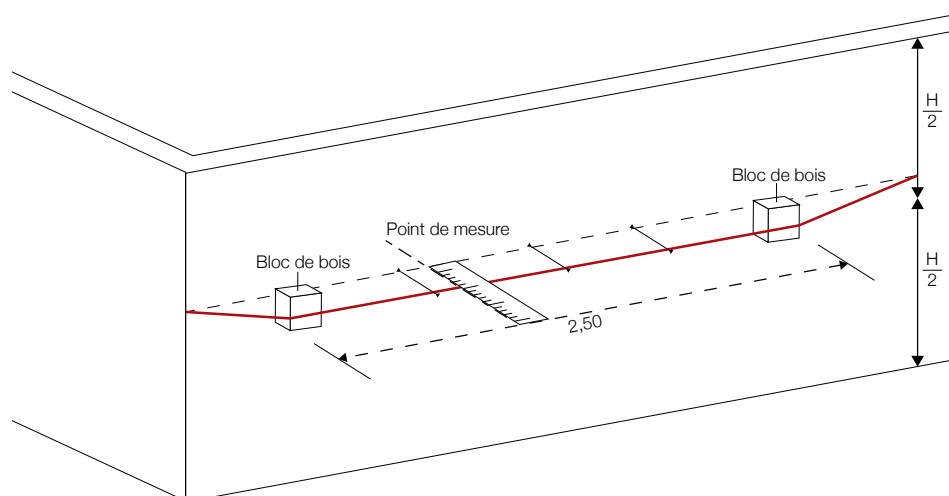
Les tolérances sur l'horizontalité sont, selon les STS 22, les suivantes:

Distance entre deux points de mesure	écart admissible
$d \leq 3$ m	8 mm
$3 \text{ m} \leq d \leq 6$ m	12 mm
$6 \text{ m} \leq d \leq 15$ m	16 mm



MESURAGE DES TOLÉRANCES

La verticalité d'un mur maçonné se mesure à 50 cm de la tête du mur et du pied du mur au moyen d'un bloc de bois, d'un fil à plomb, d'une règle ou d'un laser.



La planéité d'un mur maçonné se mesure au moyen d'un bloc de bois, d'un fil et d'une règle, d'un laser et d'une règle ou d'une latte droite et d'une règle.

5.4.2. MESURES À PRENDRE DURANT L'EXÉCUTION

Voici les principales mesures à prendre pour obtenir une maçonnerie de qualité:

Préparation du mortier:

- utilisez un mortier adapté à la nature de la maçonnerie
- n'intégrez pas de ciment à teneur élevée en sulfate dans le mortier
- dosez les éventuels adjuvants avec prudence
- utilisez toujours de l'eau propre et des cuvettes soigneusement rincées
- mettez le mortier en œuvre avant le début de la prise, c'est-à-dire au plus tard 2h30 après la préparation (sauf spécification différente dans la fiche technique).

Mise en charge de la maçonnerie:

- tenez compte d'un délai de 16 heures avant de poser le plancher
- respectez un délai de 24 heures avant d'appliquer des charges ponctuelles
- les murs non-porteurs ne peuvent pas être utilisés comme coffrage
- évitez les dégradations mécaniques de la maçonnerie fraîche.

Étançonnement des murs autoportants

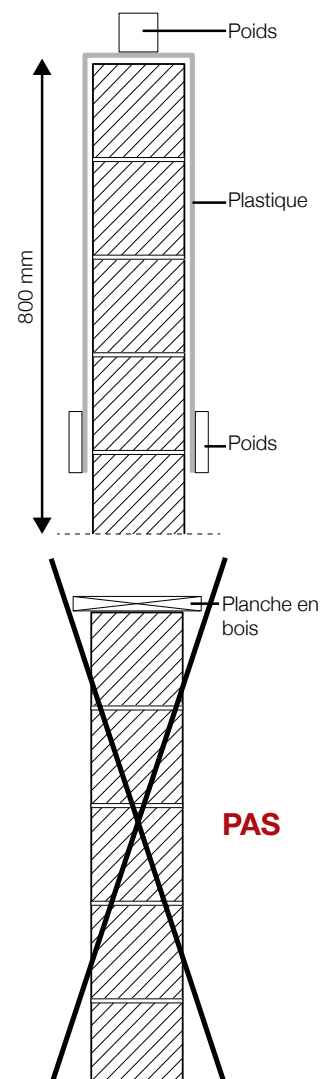
- l'épaisseur du mur, le type de mortier, le type de blocs et l'exposition au vent détermineront les limites de l'admissible, sans prendre des risques exagérés
- les pignons devront assurément être étançonnés, surtout en cas de tempête.

Protection de la surface de la maçonnerie achevée

- protégez la maçonnerie achevée contre les conséquences des activités de construction qui pourraient abîmer sa surface ou qui pourraient, en cas de maçonnerie destinée à recevoir un enduit a posteriori, perturber l'adhérence de cet enduit.

Protection contre les intempéries:

- durant l'entreposage, protégez les blocs des précipitations et du sol mouillé. En hiver, évitez que les blocs pour murs intérieurs destinés à une maçonnerie intérieure ne devaient pas être résistante au gel ne soient mouillés
- en cas de temps très chaud et sec, arrosez régulièrement mais légèrement la maçonnerie afin d'éviter que le mortier se dessèche avant d'avoir complètement durci, sans toutefois souiller la maçonnerie
- par fortes précipitations, ne maçonner pas et ne coulez pas de béton, vu le risque d'érosion du mortier ou du béton
- si vous devez maçonner par temps de pluie, prenez les mesures nécessaires pour protéger les blocs, le mortier et la maçonnerie fraîche durant et immédiatement après l'exécution
- à la fin de chaque journée de travail, la face supérieure et les 800 mm supérieurs de la maçonnerie fraîche devront être recouverts, en tenant compte de l'action du vent. N'utilisez à cet effet pas du bois ni d'autre matériau pouvant laisser des traces sur la maçonnerie sous l'effet de la pluie
- par temps de pluie, le béton fraîchement coulé devra être recouvert d'une couche imperméable afin d'éviter que l'eau de pluie n'emporte ses sels libres et les fasse pénétrer dans les briques. Sinon, ces sels apparaîtront lors du séchage de la maçonnerie en brique.



Si la maçonnerie est insuffisamment protégée contre les intempéries, des efflorescences pourront faire leur apparition a posteriori. Bien que généralement inoffensives, celles-ci pourront toutefois perturber le parachèvement ultérieur de la maçonnerie.

Conseil Wienerberger: Comment éliminer les efflorescences?

Si, malgré toutes les précautions prises, des efflorescences devaient tout de même survenir, Wienerberger conseille de nettoyer les blocs pour murs intérieurs comme suit:

- **Brossez d'abord les murs à sec:** éliminez autant que possible les efflorescences à la brosse dure. Afin d'éviter d'endommager les blocs, n'utilisez toutefois pas une brosse en acier. Le brossage s'effectuera par à-coups. Ce qui permettra de moins faire pénétrer les efflorescences dans les blocs par frottement. Les efflorescences éliminées par frottement ne devront plus être dissoutes avec de l'eau.

- **Éliminez ensuite les efflorescences restantes avec une éponge et de l'eau.**

Si le mur n'a pas encore été plafonné et si aucun câblage électrique n'est présent, les efflorescences pourront être éliminées au tuyau d'arrosage.

5.4.3. LIAISONS

LIAISON ENTRE MURS PORTEURS EN MAÇONNERIE INTÉRIURE TRADITIONNELLE

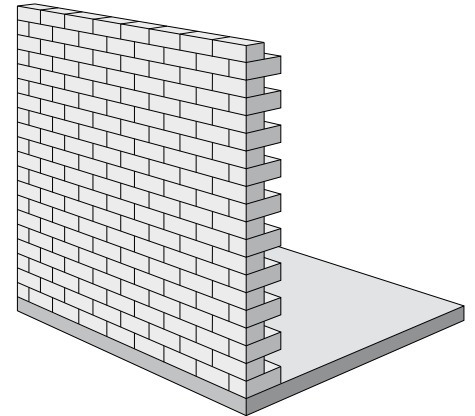
Les liaisons entre murs porteurs doivent être réalisées de manière à ce que ceux-ci puissent se transmettre mutuellement les charges verticales et horizontales.

La liaison entre les murs porteurs pourra être réalisée par

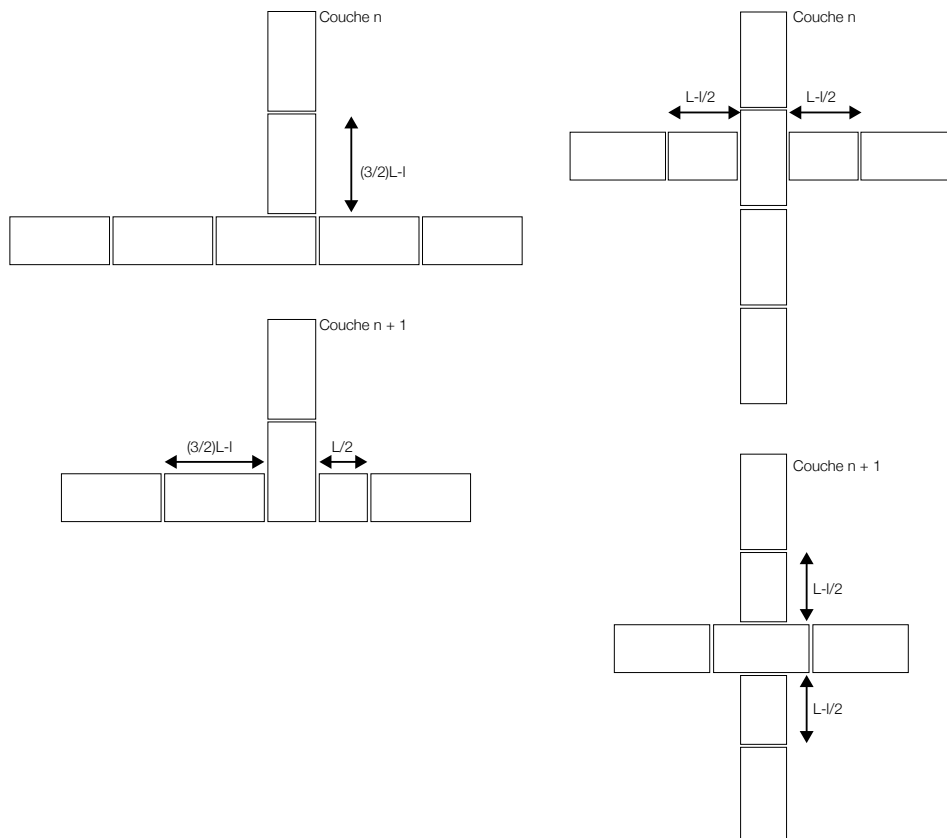
- des assemblages
- des éléments d'assemblage ou armatures qui se poursuivront dans chaque mur.

Pour les assemblages, on aura traditionnellement recours à un emboîtement vertical.

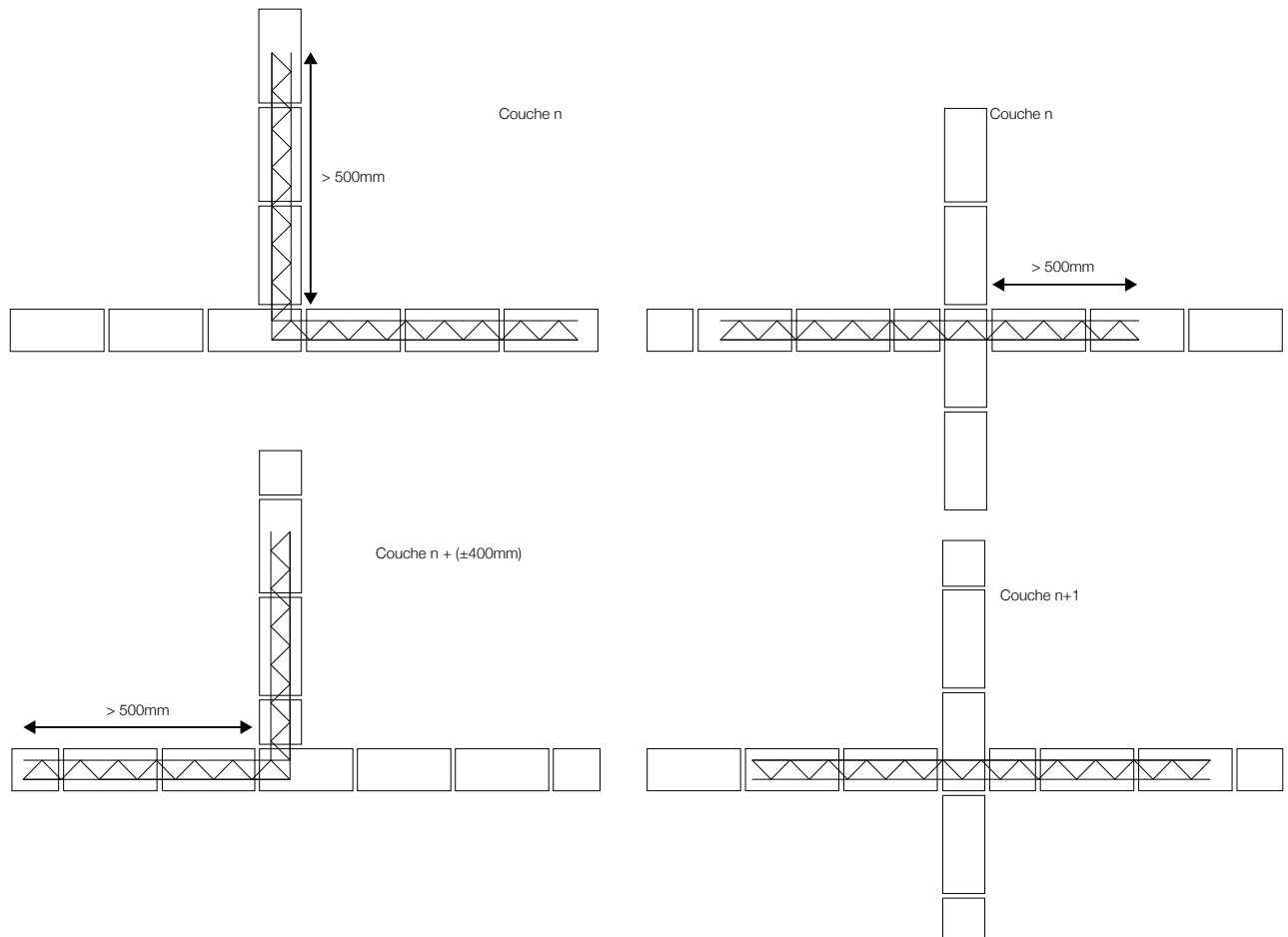
Quelques exemples d'assemblages:



Emboîtement vertical



Quelques exemples de liaisons au moyen d'armatures:

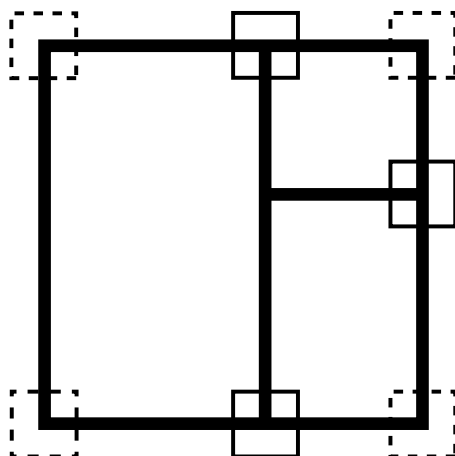


LIAISONS ENTRE MURS PORTEURS EN MAÇONNERIE COLLÉE



Avec Porotherm Système-Collage, les joints verticaux sont réalisés au moyen d'assemblages à tenons et mortaises et les joints de mortiers horizontaux traditionnels d'une épaisseur de ± 12 mm sont remplacés par un joint de colle d'environ 1 mm.

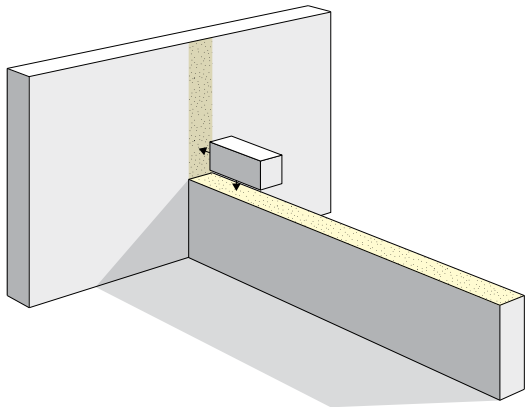
Bien que des études aient montré que procéder au moyen d'une liaison froide ou d'un joint de plomb – les blocs étant ici collés les uns contre les autres – constitue une alternative plus que valable, il reste nécessaire pour la stabilité globale du bâtiment d'exécuter les angles extérieurs par emboîtement.

Le liaisonnement a posteriori au moyen d'un emboîtement vertical, comme appliqué en maçonnerie traditionnelle, sera ici moins conseillé en raison de la faible épaisseur des joints horizontaux.

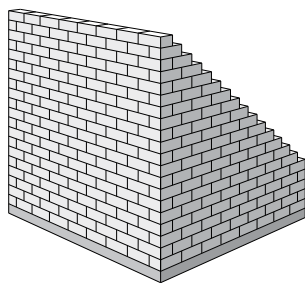


Différentes liaisons

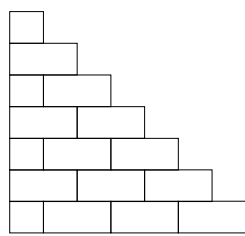
-  Emboîtement
-  Joint de plomb; liaison froide



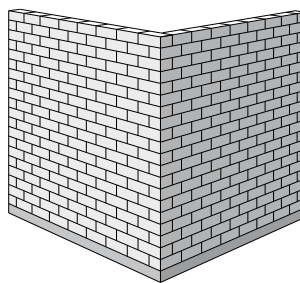
Une alternative pratique consiste à procéder au moyen d'un emboîtement diagonal, comme l'expliquent les schémas ci-dessous.



Emboîtement diagonal



Détail d'emboîtement diagonal



Mur emboîté

Si le mur n'est pas emboîté, mais liaisonné au moyen d'un joint de plomb, veuillez tenir compte des points suivants:

- La liaison (joint de plomb) devra être collée 'à plein bain'. Il faudra donc appliquer de la colle sur les deux surfaces de contact.
- Il importe de dépoussiérer les surfaces à coller, et d'encoller uniquement les boutisses ou rainures, pas les côtés coupés.
- Pour les liaisons portantes devront être utilisées des barrettes. Celles-ci seront par contre superflues pour les liaisons non-portantes.

Les liaisons avec joint de plomb permettront d'ériger d'abord les parois intérieures des murs creux du contour de la maison, puis les murs intérieurs. Ce qui pourra représenter un gros avantage pour l'aménagement du chantier et le rendement.

Avec Porotherm *Dryfix* les murs seront toujours emboîtés.

RACCORDS ENTRE MURS ET COLONNES

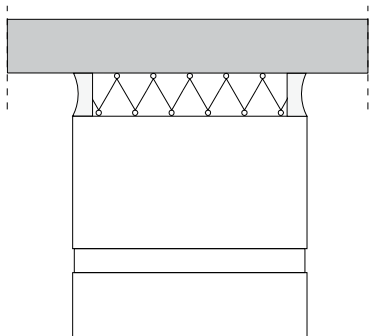
Les colonnes en béton ou en acier présentent un comportement différent en termes de mouvement de celui des murs en maçonnerie. Plusieurs causes peuvent expliquer ce phénomène:

- des propriétés des matériaux différentes
- des charges différentes
- des différences de tassement possibles
- des différences au niveau du retrait ou de la dilatation consécutives aux fluctuations d'humidité
- des différences au niveau du retrait ou de la dilatation consécutives aux fluctuations de température.

C'est pourquoi il faudra prévoir un joint de mouvement entre le mur et la colonne.



Encollez uniquement les boutisses ou rainures, pas les côtés sciés



RACCORDS ENTRE MURS NON-ORTEURS ET PLANCHERS

Les murs non-porteurs doivent être indépendants par rapport à la structure portante. Lorsqu'ils ont une fonction séparante, l'isolation et l'étanchéité aux flammes du mur doivent cependant être conservées. En tête de mur, l'espace entre le mur et le plancher ou poutre sus-jacent sera rempli avec un matériau de jointoiment élastique et, si nécessaire, résistant au feu.

Pour éviter le plus possible les risques de fissures, on commencera seulement à maçonner les murs non-porteurs sur des planchers une fois que tous les appuis auront été retirés et que le plancher sera totalement autoportant. Afin d'éviter tout fluage néfaste consécutif au poids du mur, il sera conseillé de placer les palettes de blocs le plus tôt possible sur le plancher, et ce le plus près possible de l'emplacement où le mur sera maçonné.

5.4.4. APPUI DE PLANCHERS SUR MURS PORTEURS

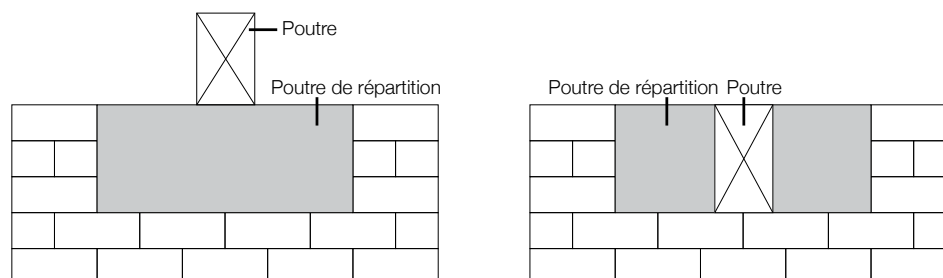
L'appui de planchers sur des murs porteurs doit s'effectuer de manière à ce que les réactions consécutives à l'appui soient réparties de façon uniforme sur l'about de dalle appuyé. Les conditions d'appui pour les planchers sur des murs porteurs dépendront du type de plancher, de la méthode d'étaicement, de la présence d'armatures dépassantes, de l'étude de stabilité et de l'activité sismique de la région où l'ouvrage sera construit.

5.4.5. APPUI DE POUTRE, LINTEAUX ET PROFILÉS EN ACIER SUR MURS PORTEURS

L'appui de poutres, linteaux et profilés en acier fera l'objet de calculs de stabilité.

Les poutres préfabriquées devront être posées dans une couche de mortier, associée ou non à une bande de néoprène. La charge verticale sera ainsi transmise uniformément à la maçonnerie et les charges horizontales des poutres et linteaux dans le pan de mur pourront être transmises à la maçonnerie par frottement suffisant.

Si la réaction d'appui d'une poutre entraîne des tensions concentrées supérieures à la valeur de calcul de la résistance à la compression de la maçonnerie érigée en blocs pour murs intérieurs Porotherm, il faudra prévoir une poutre de répartition.



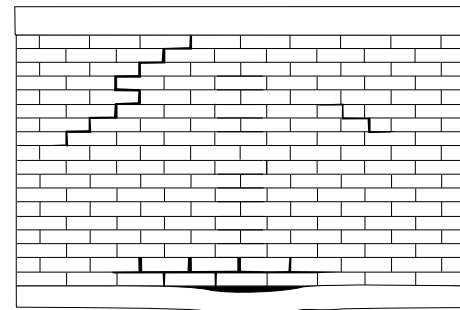
Pour des charges limitées, la maçonnerie sous-jacente pourra être armée au lieu de prévoir une poutre de répartition.

5.4.6. ÉVITER LA FORMATION DE FISSURES CONSÉCUTIVES À UN FLUAGE EXAGÉRÉ

La maçonnerie sera souvent posée sur des éléments déformables tels que planchers ou poutres. Lors du dimensionnement, la déformation doit rester limitée. Sinon, une fissure horizontale se produira dans les joints horizontaux inférieurs du mur. Il faudra prévoir une structure portante suffisamment rigide.

Les planchers sur lesquels reposera la maçonnerie devront aussi rester étançonnés pendant une période suffisamment longue. Le béton insuffisamment durci se déformera en effet plus facilement.

En cas de structure d'appui trop faible, la formation de fissures pourra être maîtrisée en utilisant une maçonnerie armée.



5.4.7. RAINURES ET ÉVIDEMENTS

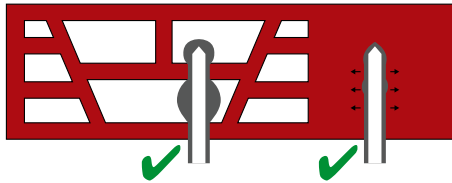
L'intégration des techniques dans des murs (de maçonnerie) aura un impact non-négligeable sur plusieurs propriétés techniques du mur. Outre la résistance au feu, il sera aussi assurément important d'accorder de l'attention à l'influence que ces rainures verticales pourront avoir sur la stabilité des murs. Vous trouverez toutes les prescriptions techniques relatives à ce sujet dans la norme NBN EN 1996-1-1, Eurocode 6 – calcul des ouvrages en maçonnerie.

Ces prescriptions mentionnent que la profondeur maximale des rainures verticales sera fonction de l'épaisseur de la maçonnerie et du moment où ces rainures seront réalisées (durant l'érection de la maçonnerie ou après l'exécution de celle-ci). Si les rainures sont plus profondes que les valeurs tabellisées, des calculs de stabilité devront être effectués pour la maçonnerie présentant une épaisseur réduite.

Ces prescriptions ne sont pas en phase avec la pratique. De nos jours, les commissions de normalisation examinent la possibilité de compléter ces prescriptions avec la remarque que, si les rainures sont rebouchées avec un mortier de qualité, il ne faudra pas procéder à des calculs de contrôle spécifiques.

Les rainures horizontales et en oblique sont toujours à éviter dans les murs de maçonnerie porteurs. Pour ces rainures et évidements devra être réalisé un contrôle de stabilité spécifique conformément aux Eurocodes.

évités les rainures horizontales et en oblique



Fixation dans un matériau perforé et plein

5.4.8. FIXATION AU MOYEN DE CHEVILLES DANS DES BLOCS TREILLIS

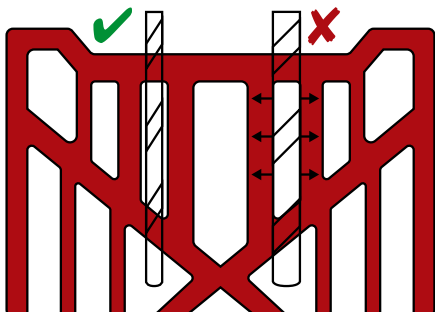
En cas d'ancrages dans des matériaux pleins, comme par exemple le béton, la résistance à l'arrachement sera assurée par la résistance au frottement entre la fixation et le matériau dans lequel celle-ci sera fixée.

Dans les matériaux perforés, comme les blocs pour murs intérieurs Porotherm, l'ancrage sera assuré grâce au fait que la cheville formera un bourrelet dans les alvéoles et se fixera d'elle-même derrière les cloisons internes et/ou la paroi extérieure du bloc.

3 directives importantes

Lorsque vous souhaitez fixer des chevilles dans des matériaux en terre cuite perforés, il faudra toujours tenir compte de trois directives importantes:

1. le choix du bon diamètre de la cheville
2. percer sans percussion
3. percer avec le bon diamètre de foret.



Choix du diamètre de la cheville

CHOIX DU BON DIAMÈTRE DE LA CHEVILLE

Si vous utilisez une cheville de trop grand diamètre, aucun bourrelet ne se formera dans les alvéoles derrière les cloisons internes et/ou la paroi extérieure. De plus, il y aura un risque que des cloisons internes se brisent sous la pression et que vous ne puissiez pas ou partiellement ancrer la cheville.

PERCER SANS PERCUSSION

Afin de ne pas endommager la structure interne du bloc creux et donc pouvoir placer la cheville à plusieurs endroits, le trou devra être percé sans utiliser la fonction percussion de la perceuse. Vous éviterez ainsi de briser la paroi extérieure et/ou les cloisons internes du bloc, et donc d'empêcher tout ancrage de qualité.

PERCER AVEC LE BON DIAMÈTRE DE FORET

Si certaines chevilles présentent un diamètre moins courant (par ex. 9,5 mm), il sera tout de même important d'appliquer correctement le diamètre de foret prescrit. L'utilisation d'un diamètre de foret 0,5 ou 1 mm plus grand pourra entraîner une forte baisse de la résistance à l'arrachement.

FIXATIONS EN BOUT

Souvent, il faudra aussi procéder à des fixations dans le sens longitudinal des blocs, par exemple pour la pose de menuiseries. Afin qu'il y ait suffisamment de cloisons internes présentes derrière lesquelles les chevilles pourront former un bourrelet, il sera conseillé de chaque fois fixer celles-ci dans les boutisses et pas dans des côtés sciés. Cela sera surtout important dans le cas des blocs pour murs intérieurs présentant des perforations longitudinales, comme par exemple les blocs PLS *Lambda*.



○ Emplacements où pourront être fixés des crochets

5.5. PARACHÈVEMENT DE LA MAÇONNERIE INTÉRIEURE

5.5.1. ENDUIT INTÉRIEUR

L'application d'un enduit intérieur ou plafonnage garantira la finition étanche à l'air du mur.

L'application d'un enduit intérieur offre les avantages complémentaires suivants:

- la suppression des irrégularités; une surface lisse est appropriée pour peindre ou tapisser
- l'obtention d'une résistance au feu encore plus élevée
- l'amélioration de l'isolation acoustique par rapport aux bruits aériens.

Tolérances sur la maçonnerie
qui sera plafonnée

Si l'objectif consiste à parachever les murs avec un enduit intérieur, la maçonnerie doit répondre, conformément à la NIT 199, aux tolérances suivantes:

- **planéité:** un écart de 4 mm par mètre est acceptable, avec un maximum de 20 mm pour l'ensemble de la surface
- **aplomb:** le hors-plomb, mesuré sur la hauteur du mur, ne peut dépasser $1/8 \cdot \sqrt{d_n}$, d_n étant la hauteur du mur exprimée en centimètres
- **équerrage:** les écarts suivants sont admis par rapport à l'angle prescrit:
 - ± 5 mm/m si la longueur de la surface est inférieure à 2 m
 - ± 3 mm/m si la longueur est supérieure à 2 m
 - le faux d'équerre entre 2 murs, considéré sur toute la longueur du mur, ne peut dépasser ± 20 mm
- **écart par rapport au niveau prescrit:** ± 20 mm maximum.

La maçonnerie doit toujours être dotée des protections anti-humidité nécessaires, notamment au pied du mur. En cas d'absence ou d'application défectueuse des barrières anti-humidité, la maçonnerie pourra absorber de l'humidité, ce qui endommagera le plafonnage.

Les efflorescences sont nuisibles pour l'adhérence de l'enduit sur le support. A l'exception des dépôts de chaux, elles doivent être éliminées à la brosse avant d'entamer les travaux de plafonnage.

La maçonnerie destinée à être plafonnée ne sera pas rejointoyée.

5.5.2. LES MURS ÉRIGÉS AVEC DES BLOCS POUR MURS INTÉRIEURS POROTHERM DOIVENT-ILS ÊTRE DOTÉS D'UNE COUCHE D'ACCROCHAGE?

Selon la classification belge, pratiquement tous les blocs pour murs intérieurs Porotherm appartiennent à la classe IW2 'peu absorbant'. Le caractère absorbant d'un bloc est mesuré en laboratoire à un taux d'humidité défini. Le taux d'humidité sur chantier sera généralement différent du taux en laboratoire. C'est pourquoi Wienerberger déconseille tout simplement d'étendre les conclusions tirées des essais en laboratoire à la situation sur chantier.

De plus, la classe IW a été déterminée pour la face de pose. La face apparente pourra dès lors arborer un caractère absorbant différent.

Des facteurs liés au chantier détermineront l'application ou non d'un primaire, comme:

- le type d'enduit
- la manière dont l'enduit sera appliqué: couche unique ou double, à la main ou à la machine
- l'humidité de construction sur chantier, qui influence la capacité absorbante du bloc
- la saison: la structure sèchera moins bien en hiver et renfermera donc plus d'humidité qu'en été.

Pour pouvoir plafonner, les murs doivent être suffisamment secs. Le taux d'humidité maximal admissible est cependant difficile à déterminer. Le CSTC ne donne également pas d'informations univoques à ce sujet. Ce sont les sociétés qui réalisent les travaux de plafonnage qui ont le plus d'expérience en la matière.

Lorsque les murs sont suffisamment secs, les efflorescences éventuellement présentes doivent être éliminées à la brosse. Si les murs ne sont pas suffisamment secs, il y aura un risque que les sels remontent à la surface du bloc lors du séchage. Ces sels pourront repousser l'enduit et éventuellement migrer vers la surface à travers l'enduit.

L'application d'une couche d'adhérence ou d'accrochage sur des blocs trop humides ne donnera aucun résultat, parce qu'il existe un risque que cette couche se détache également en raison des efflorescences qui se formeront à la surface suite au séchage des blocs.

Wienerberger ne peut par conséquent pas vous prodiguer un conseil univoque valable pour tous les types d'enduit sur tous les types de chantiers. L'application ou non d'une couche d'adhérence sera fonction du chantier et devra être jugée au cas par cas par l'architecte ou l'entrepreneur.

jugement au cas par cas

5.5.3. TRAVAUX DE PEINTURE SUR MURS NON-SOUMIS À DES EXIGENCES EN MATIÈRE D'ÉTANCHÉITÉ À L'AIR

La maçonnerie apparente en blocs pour murs intérieurs, jointoyés ou rejointoyés, pourra être peinte directement. Attention: les blocs pour murs intérieurs Porotherm sont destinés à la maçonnerie non-décorative.

Condition importante: la maçonnerie doit être bien sèche. Le taux d'humidité du bloc sera ici déterminant. Optez pour une peinture perméable à la vapeur, qui ne sera pas appliquée en une épaisseur de couche plus importante que celle prescrite par le fabricant.



Détails d'exécution

6

6.1. SOLUTIONS TYPES POUR DÉTAILS D'EXÉCUTION

Nous aborderons ci-après plusieurs détails d'exécution du mur creux isolé avec remplissage partiel du creux.

Il s'agit de solutions types qui illustrent les principes inhérents au drainage, à la pose correcte de l'isolation et à la réalisation PEB-conforme des nœuds constructifs. Il incombe évidemment à l'architecte d'élaborer des détails d'exécution suffisants et corrects pour chaque projet spécifique.



Pour 'Rouge. La Force.', Wienerberger a sélectionné plusieurs détails d'exécution pertinents issus de l'Atlas des Nœuds Constructifs. Pour obtenir des détails plus spécifiques sur les nœuds constructifs, surfez sur www.noeudsconstructifs.be

Le bloc pour murs intérieurs PLS *Lambda* fait partie, en association avec les briques de parement plus minces Eco-brick, de la 'solution rouge pour murs creux' élaborée par Wienerberger. Cette solution marie les avantages des deux produits. Les détails réalisés avec cette solution sont reconnaissables au logo 'solution rouge pour murs creux'.

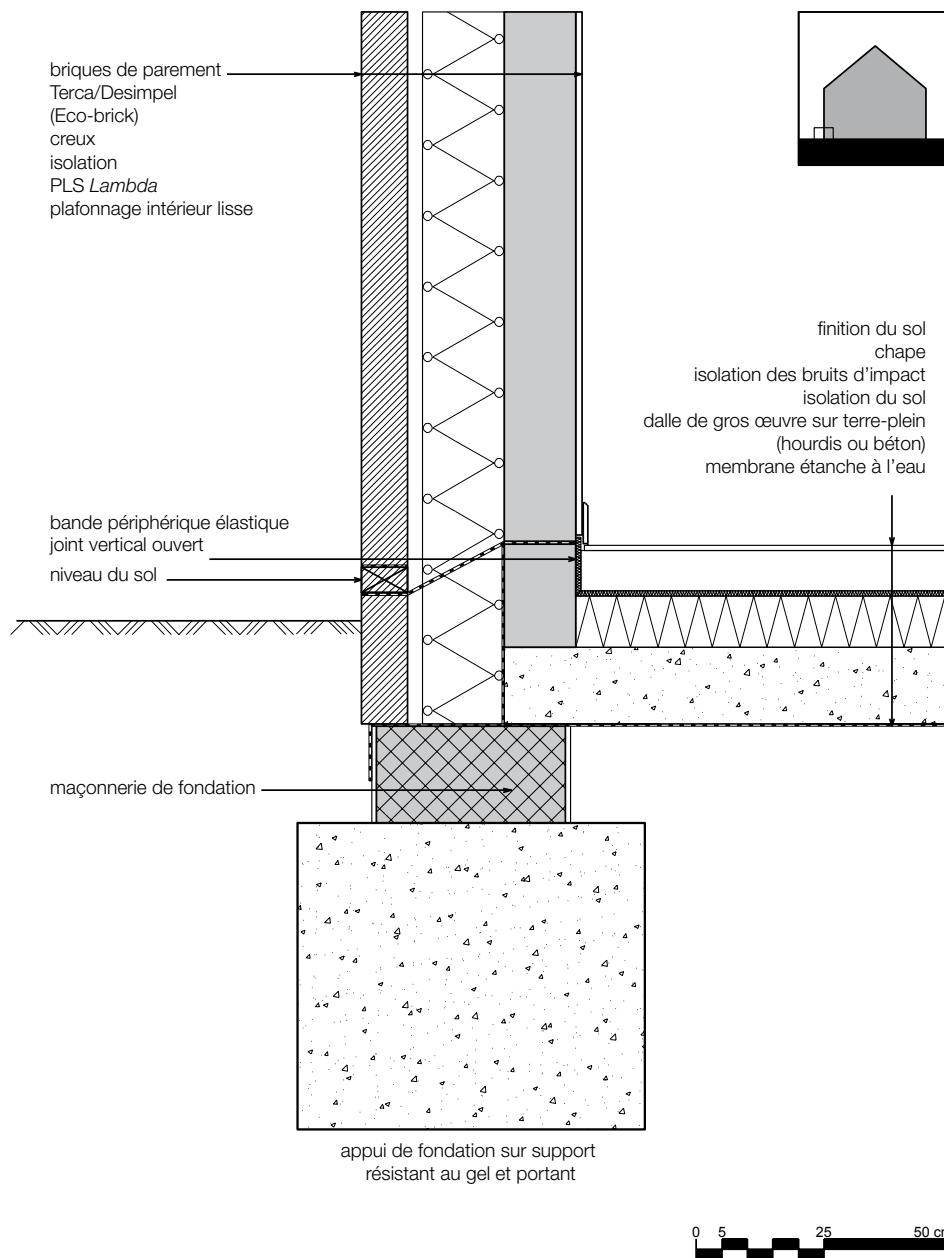
Une attention particulière a été accordée aux applications dans des projets nZEB. Ces détails tiennent compte d'épaisseurs d'isolation poussées et d'un degré supérieur d'étanchéité à l'air.



6.2. FONDATIONS

6.2.1. DALLE DE SOL SUR TERRE-PLEIN AVEC PLS *LAMBDA*

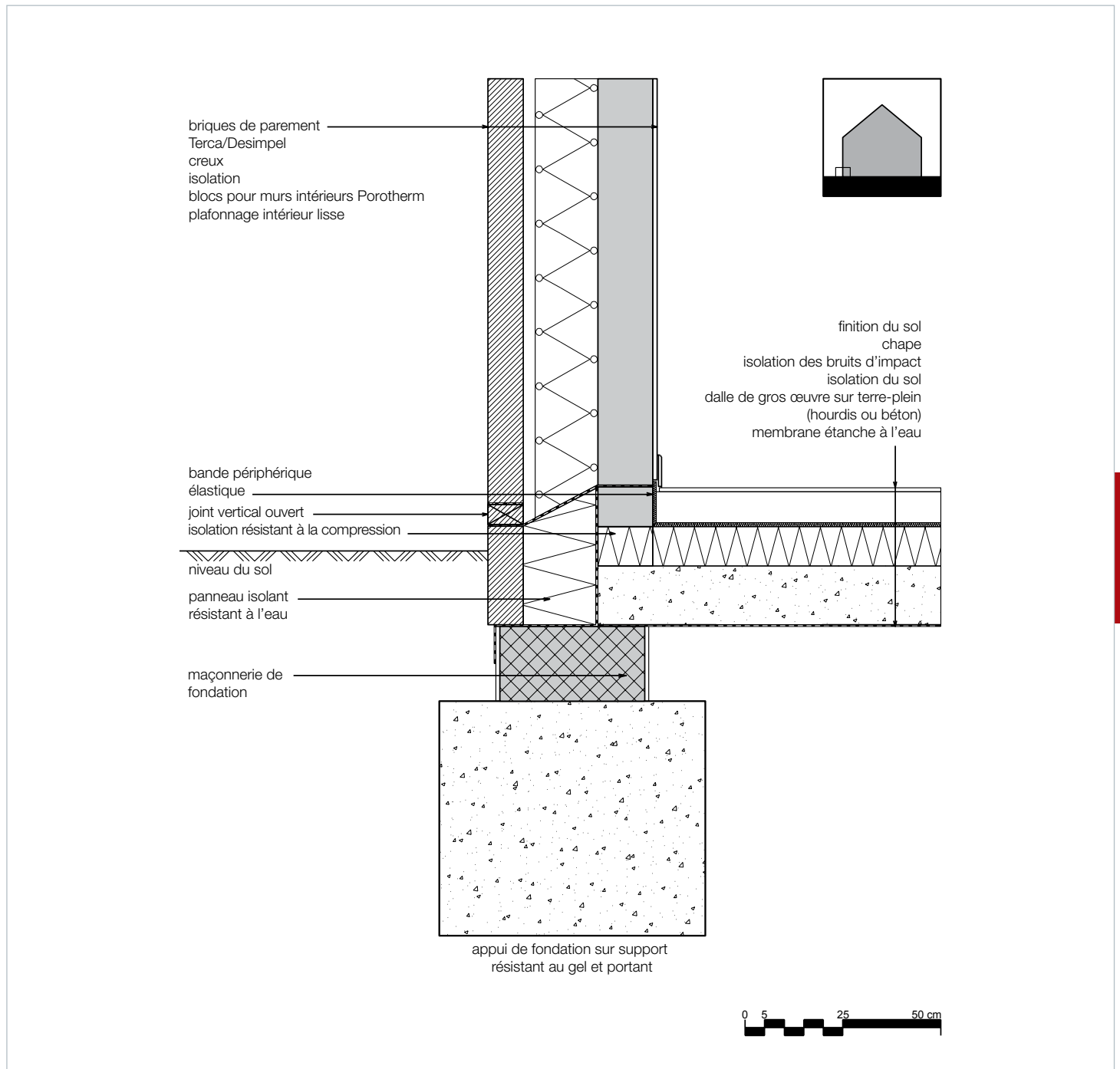
À hauteur de l'appui de fondation sera réalisé un nœud constructif PEB-conforme selon la règle de base 1 par l'application de blocs pour murs intérieurs PLS *Lambda*. En association avec une brique de parement Eco-brick, cet appui de fondation fera partie de la 'solution rouge pour murs creux' de Wienerberger.




**Solution
rouge pour
murs creux**

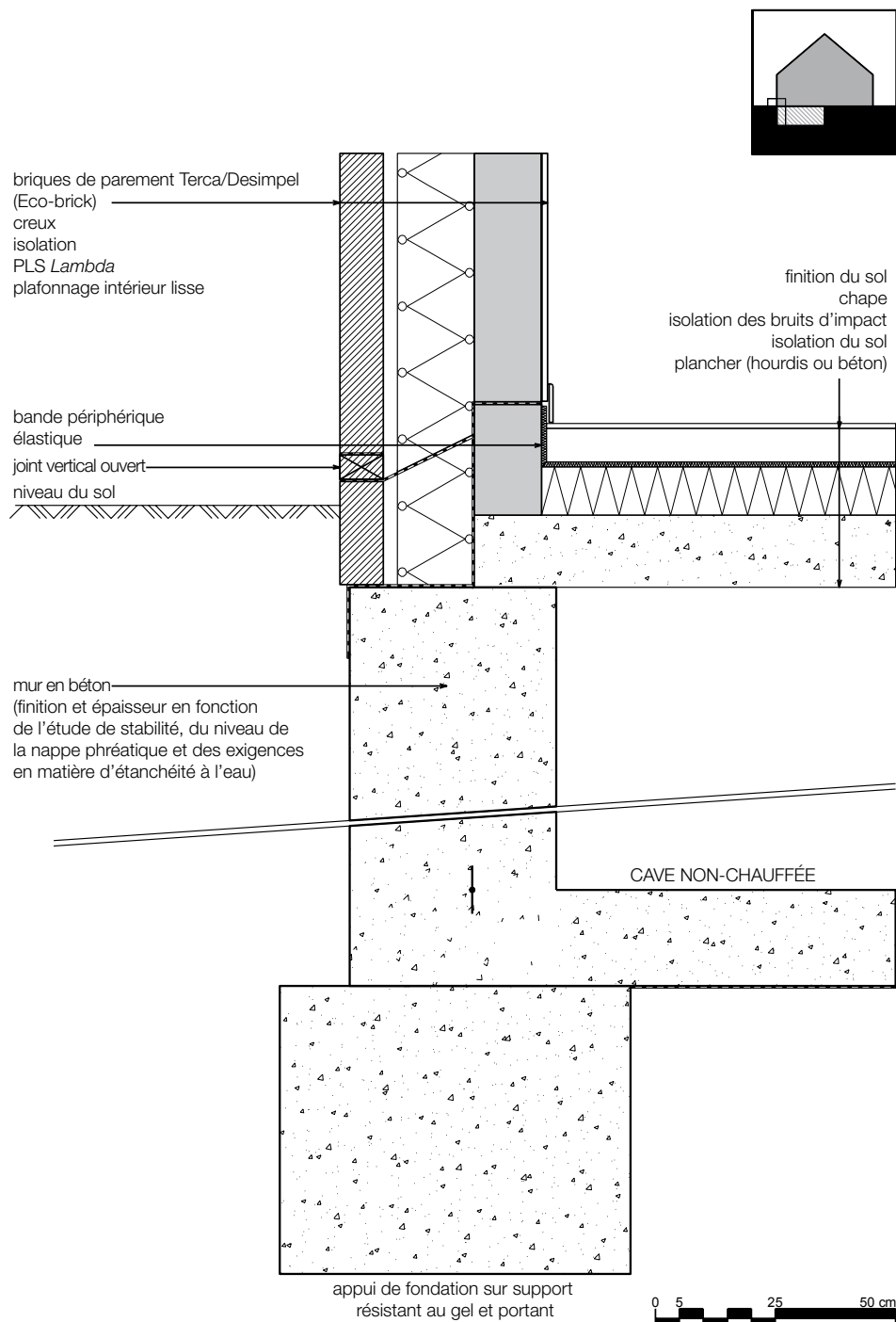
6.2.2.DALLE DE SOL SUR TERRE-PLEIN AVEC COUPURE THERMIQUE

À hauteur de l'appui de fondation sera réalisé un nœud constructif PEB-conforme selon la règle de base 2 par l'application d'une isolation résistante à la compression.



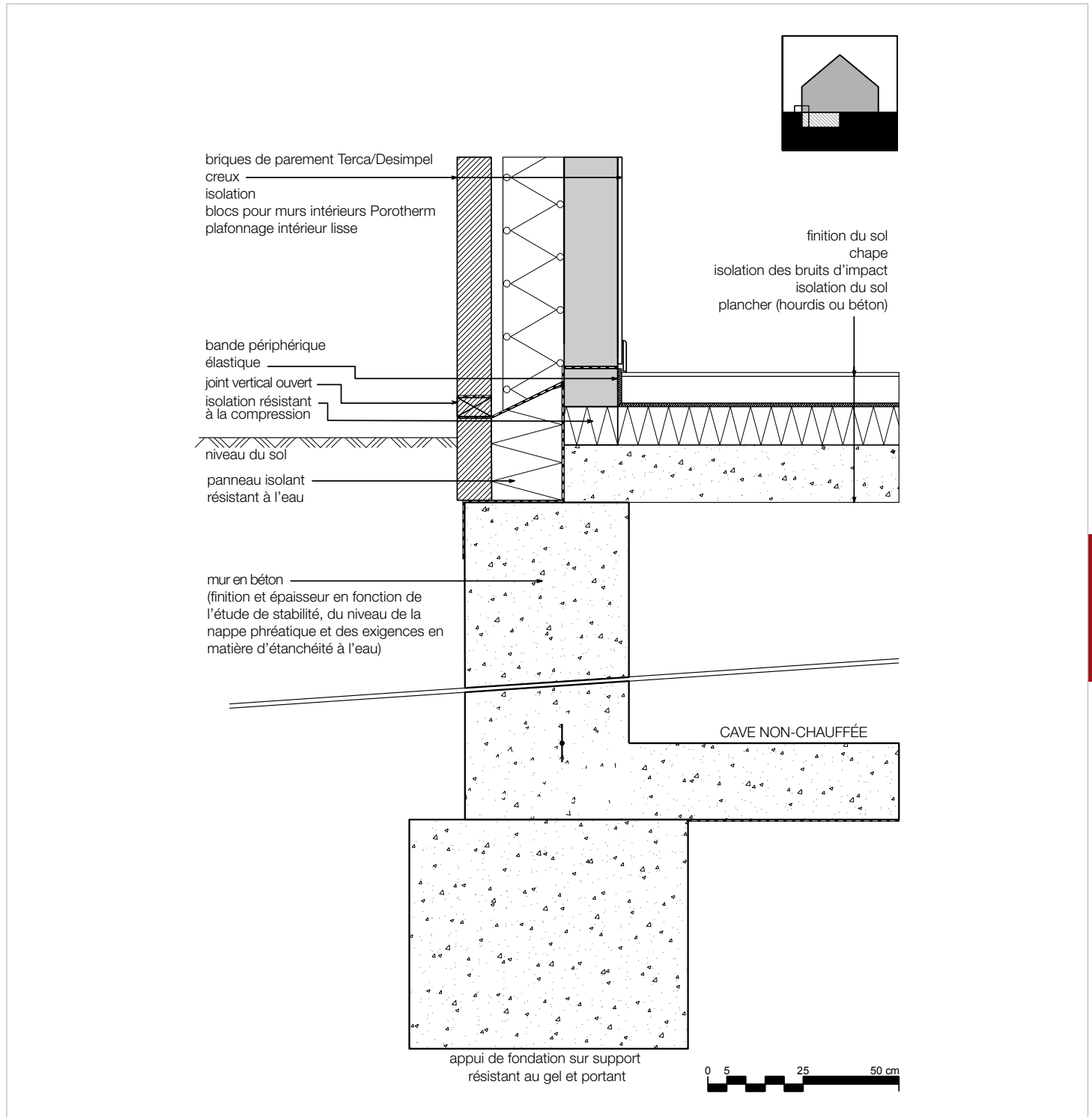
6.2.3. AVEC CAVE, AVEC PLS LAMBDA

À hauteur de l'appui du mur sera réalisé un nœud constructif PEB-conforme selon la règle de base 1 par l'application de blocs pour murs intérieurs PLS *Lambda*. En association avec une brique de parement Eco-brick, cet appui de fondation fera partie de la 'solution rouge pour murs creux' de Wienerberger. Ce détail peut également être appliqué pour un vide ventilé non-chauffé.



6.2.4. AVEC CAVE, AVEC COUPURE THERMIQUE

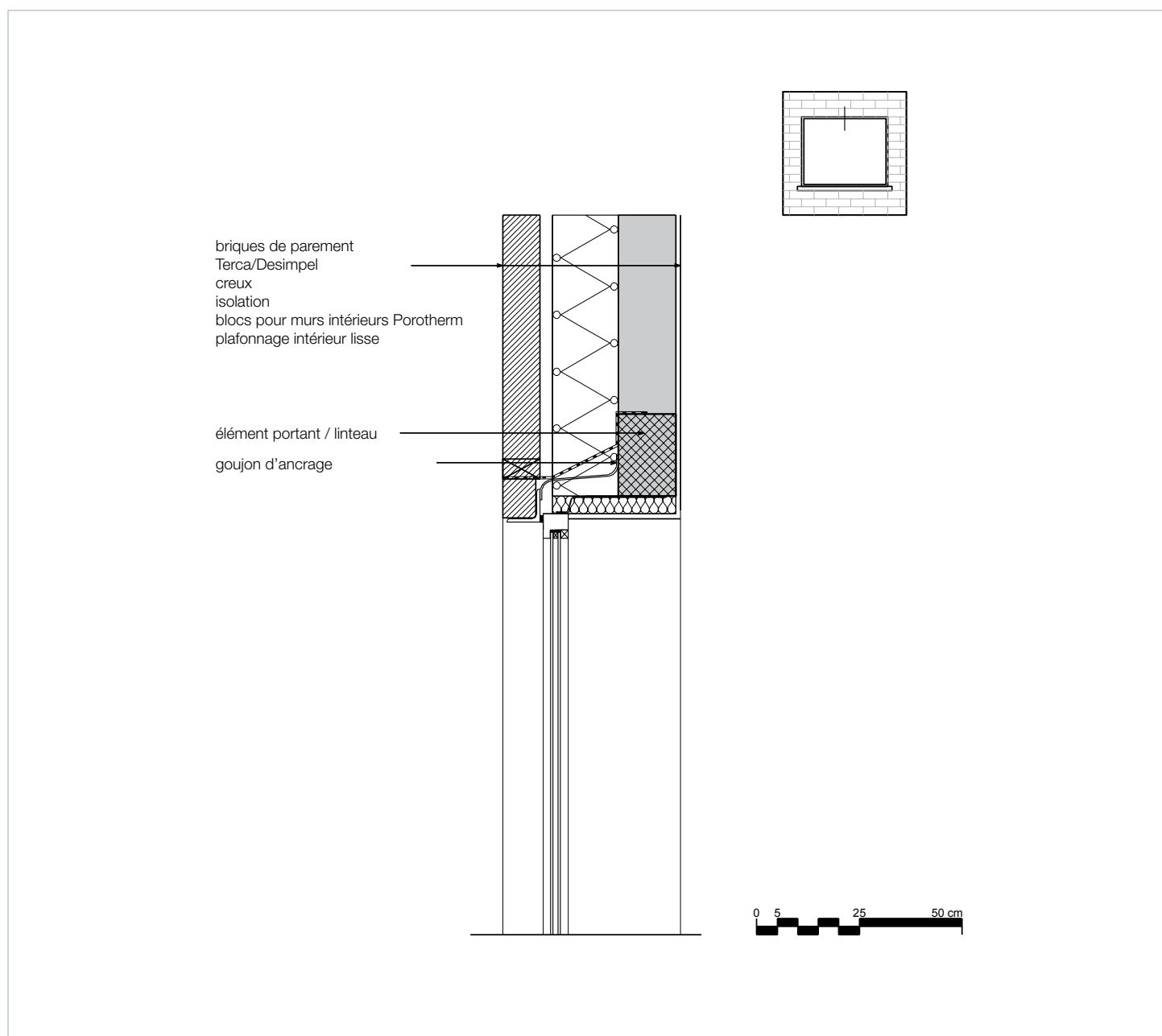
À hauteur de l'appui du mur sera réalisé un nœud constructif PEB-conforme selon la règle de base 2 par l'application d'une isolation résistante à la compression. Ce détail peut également être appliqué pour un vide ventilé non-chauffé.



6.3. RACCORDS AU MUR

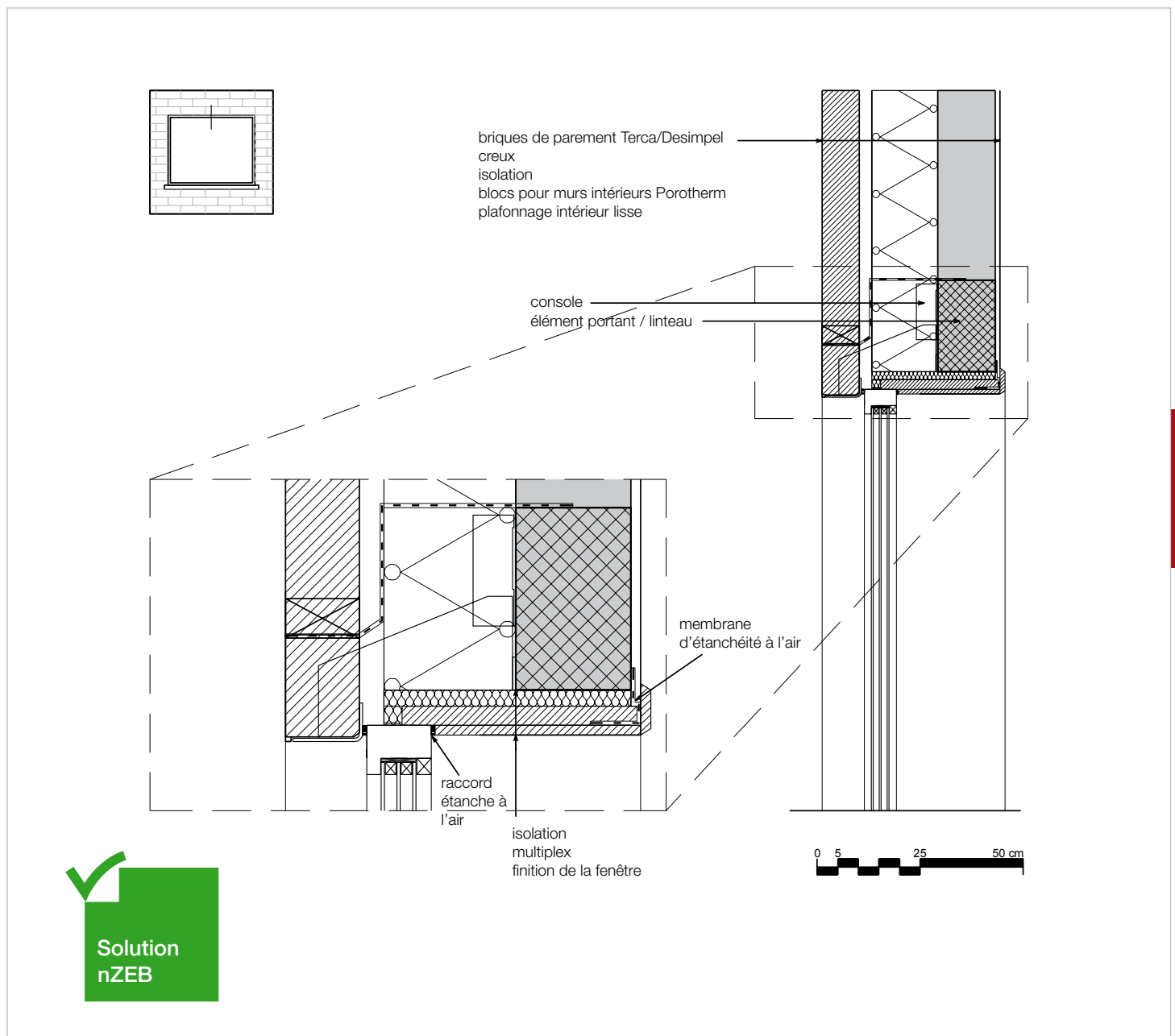
6.3.1. RACCORD À LA FENÊTRE – RACCORD SUPÉRIEUR

La fenêtre sera intégrée selon les principes des nœuds constructifs PEB-conformes. La membrane étanche à l'eau devra être tendue correctement afin de ne pas former des poches dans lesquelles l'eau pourrait stagner. Les extrémités courtes de la membrane étanche à l'eau seront repliées afin d'éviter que de l'eau ne puisse s'infiltrer latéralement jusqu'à la couche d'isolation. Les premières couches de briques de parement (d'une largeur de minimum 88 mm) reposant sur le profilé en L seront sciées pour réduire leur épaisseur, afin que le joint élastique entre la fenêtre et la brique de parement sur les côtés et au-dessus de la fenêtre présente la même largeur.



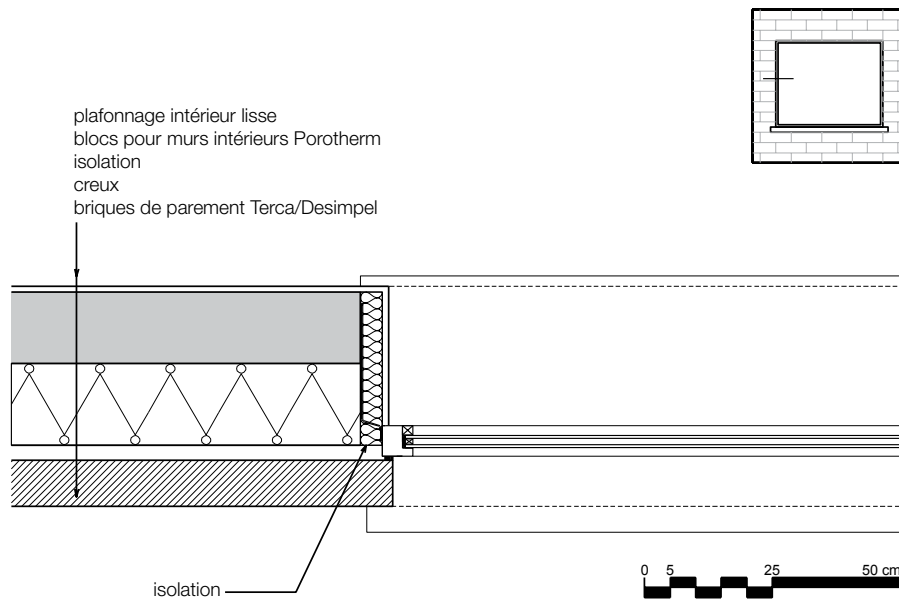
6.3.2. RACCORD À LA FENÊTRE – RACCORD SUPÉRIEUR - nZEB

La fenêtre sera intégrée selon les principes des nœuds constructifs PEB-conformes. La fenêtre a été intégrée sur les quatre côtés dans un encadrement en multiplex WBP qui, en association avec la membrane d'étanchéité à l'air et le plafonnage intérieur lisse, garantira l'étanchéité à l'air. La membrane étanche à l'eau devra être tendue correctement afin de ne pas former des poches dans lesquelles l'eau pourrait stagner. Les extrémités courtes de la membrane étanche à l'eau seront repliées afin d'éviter que de l'eau ne puisse s'infiltrer latéralement jusqu'à la couche d'isolation.



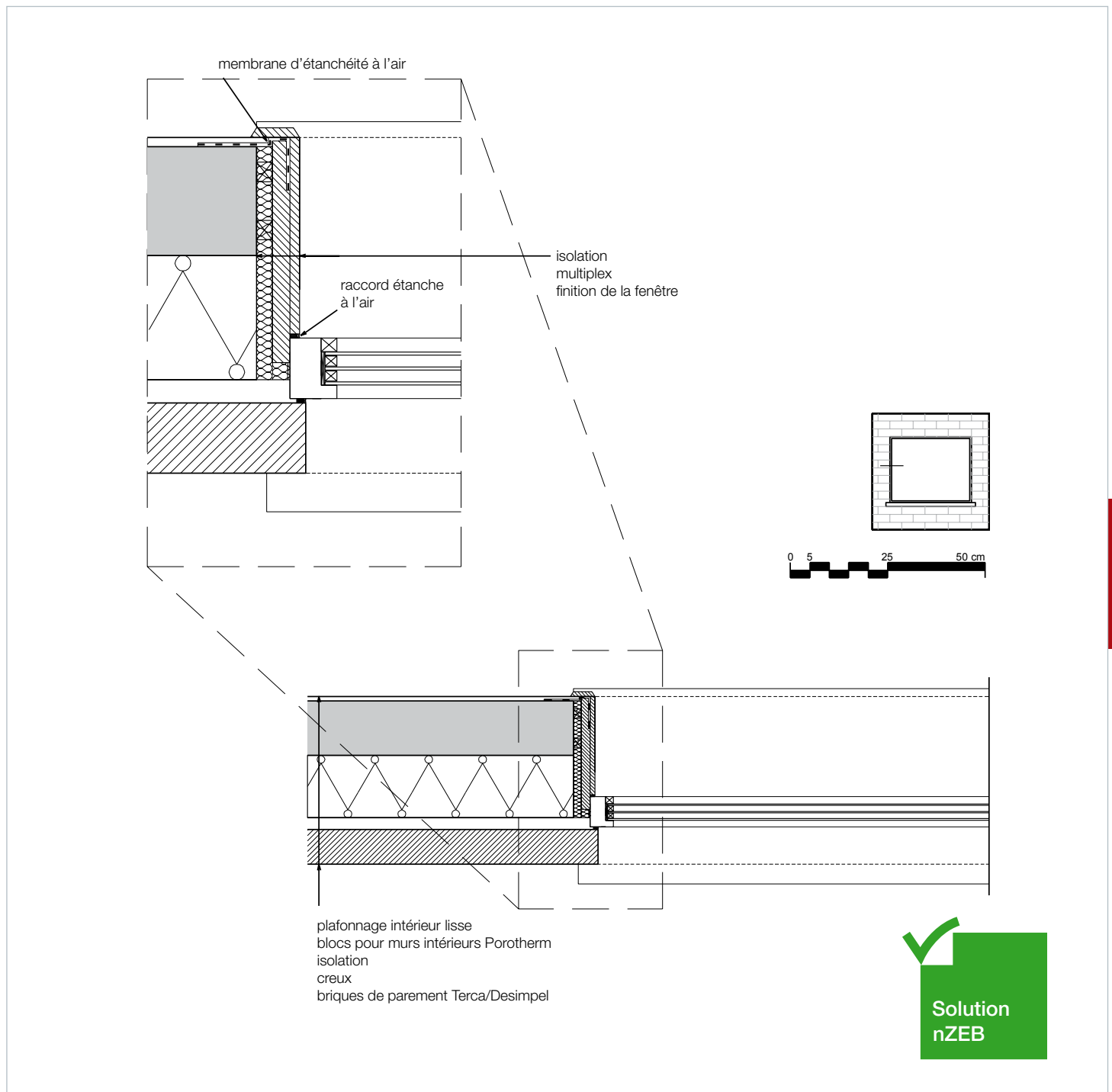
6.3.3. RACCORD À LA FENÊTRE – RACCORD LATÉRAL

La fenêtre sera intégrée derrière la battée selon les principes des nœuds constructifs PEB-conformes. En cas de maçonnerie de parement collée, il faudra en plus appliquer une membrane étanche à l'eau ou un cimentage. À hauteur des battées latérales, le cordon de colle devra se terminer en forme de U.



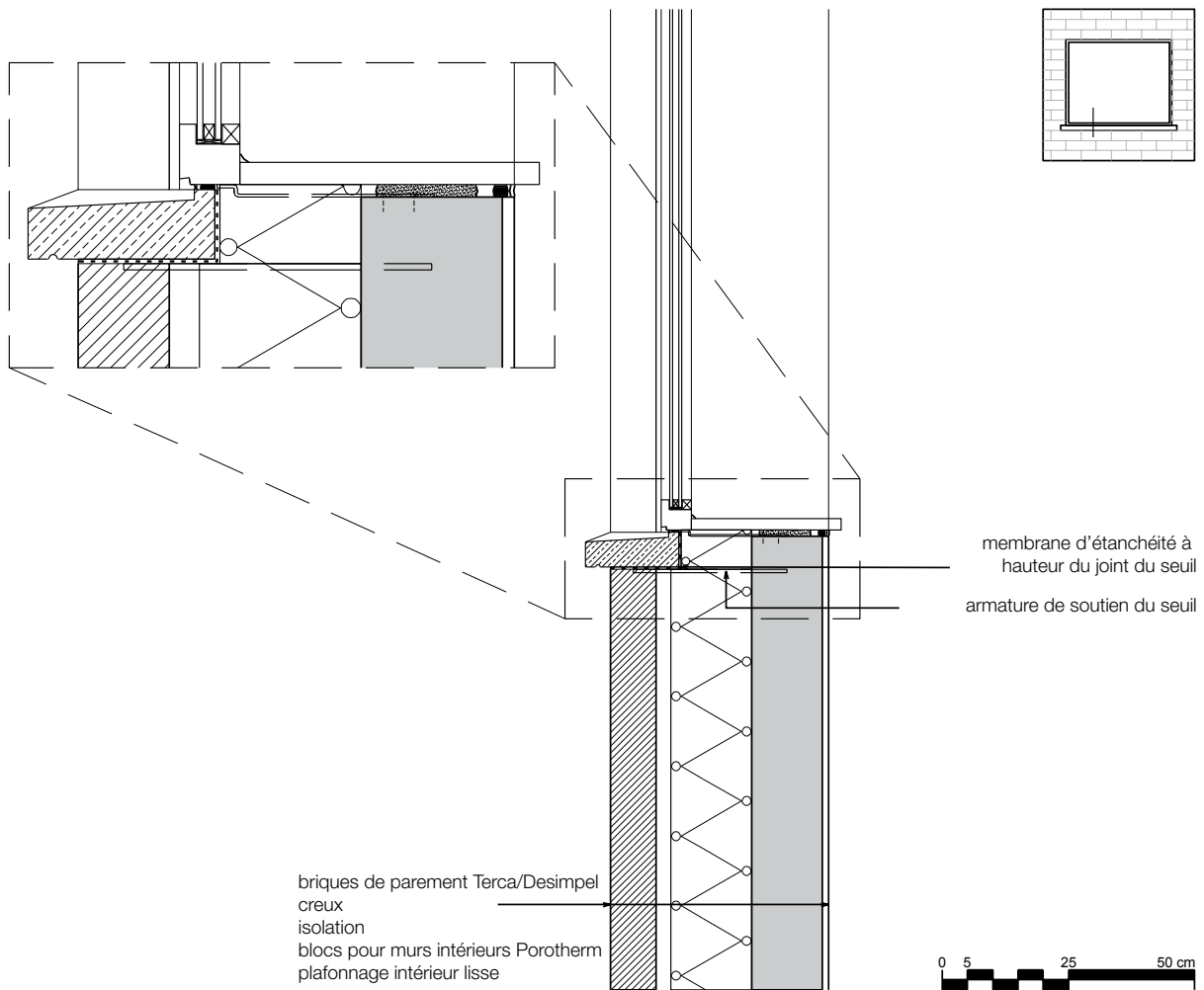
6.3.4. RACCORD À LA FENÊTRE – RACCORD LATÉRAL - nZEB

La fenêtre sera intégrée derrière la battée selon les principes des nœuds constructifs PEB-conformes. La fenêtre a été intégrée sur les quatre côtés dans un encadrement en multiplex WBP qui, en association avec la membrane d'étanchéité à l'air et le plafonnage intérieur lisse, garantira l'étanchéité à l'air. En cas de maçonnerie de parement collée, il faudra en plus appliquer une membrane étanche à l'eau ou un cimentage. À hauteur des battées latérales, le cordon de colle devra se terminer en forme de U.



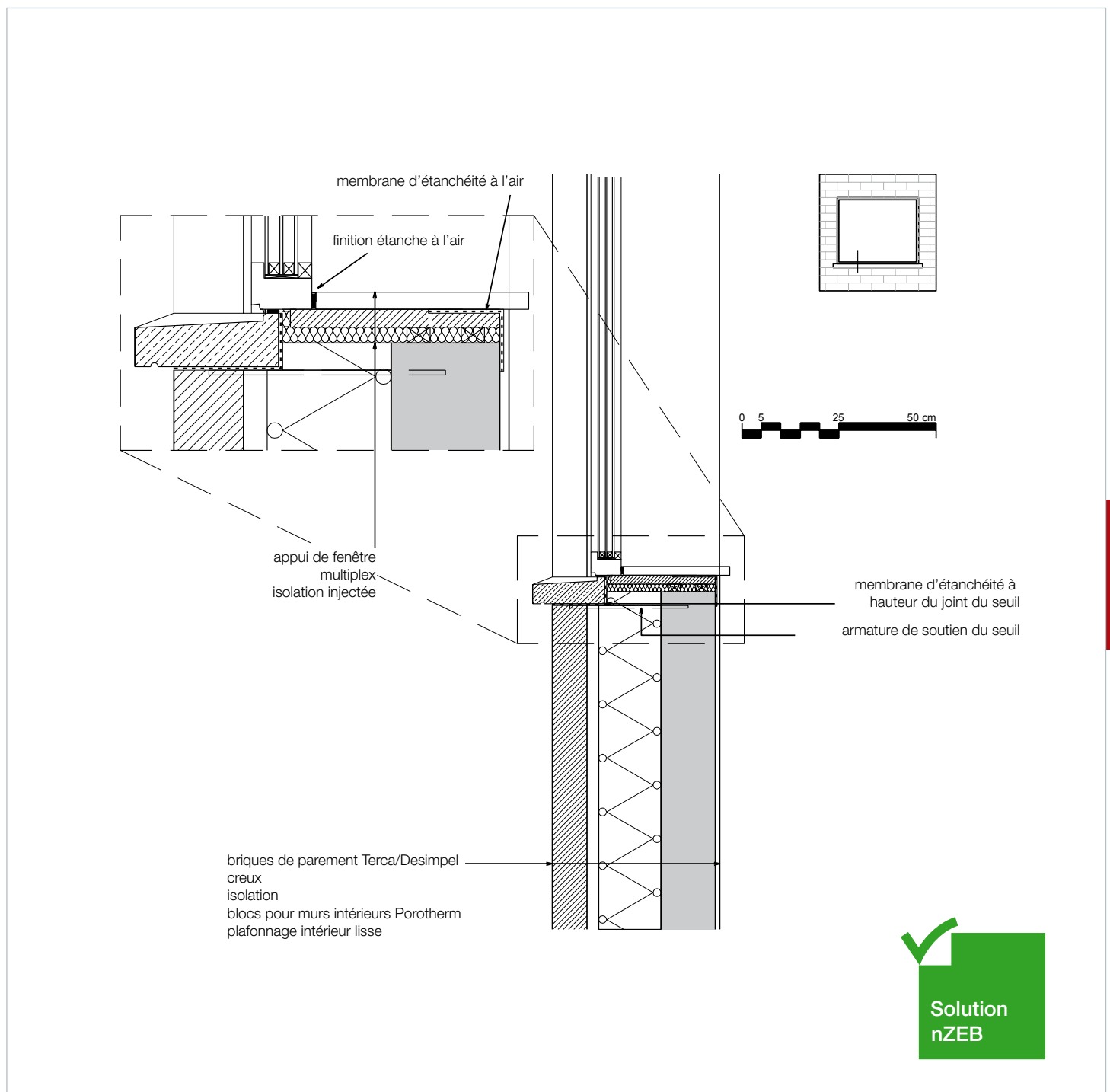
6.3.5. RACCORD À LA FENÊTRE – RACCORD INFÉRIEUR, SEUIL MASSIF

À condition d'accorder l'attention nécessaire à cet effet, la fenêtre pourra être intégrée selon les principes des nœuds constructifs PEB-conformes. La membrane d'étanchéité sous le seuil collectera l'eau qui pourrait s'infiltrer par des joints éventuels ou à l'extrémité du seuil. Il sera conseillé de replier les bords de la membrane d'étanchéité.



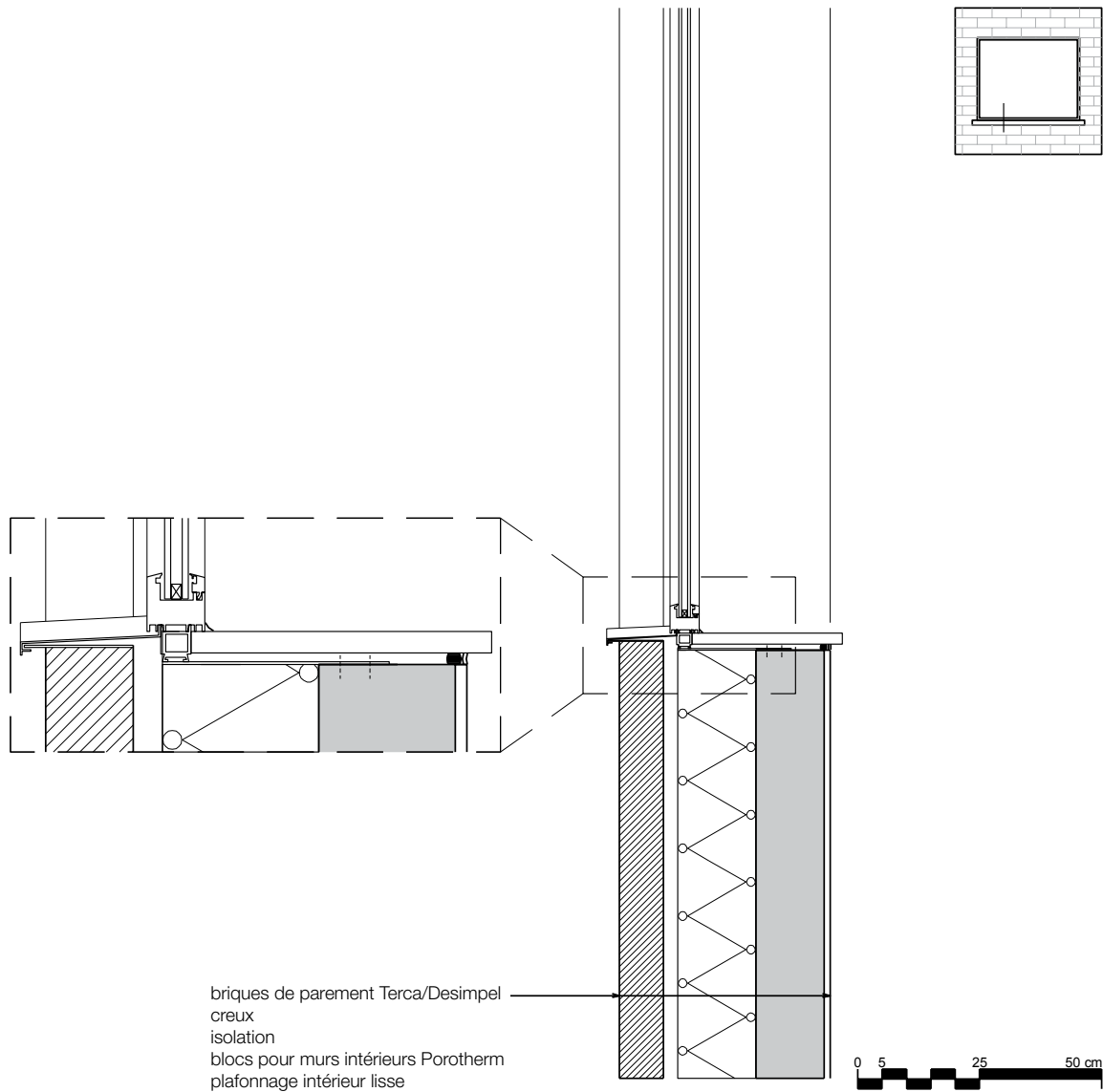
6.3.6. RACCORD À LA FENÊTRE – RACCORD INFÉRIEUR, SEUIL MASSIF - nZEB

À condition d'accorder l'attention nécessaire à cet effet, la fenêtre pourra être intégrée selon les principes des nœuds constructifs PEB-conformes. La fenêtre a été intégrée sur les quatre côtés dans un encadrement en multiplex WBP qui, en association avec la membrane d'étanchéité à l'air et le plafonnage intérieur lisse, garantira l'étanchéité à l'air. La membrane d'étanchéité sous le seuil collectera l'eau qui pourrait s'infiltrer par des joints éventuels ou à l'extrémité du seuil. Il sera conseillé de replier les bords de la membrane d'étanchéité.



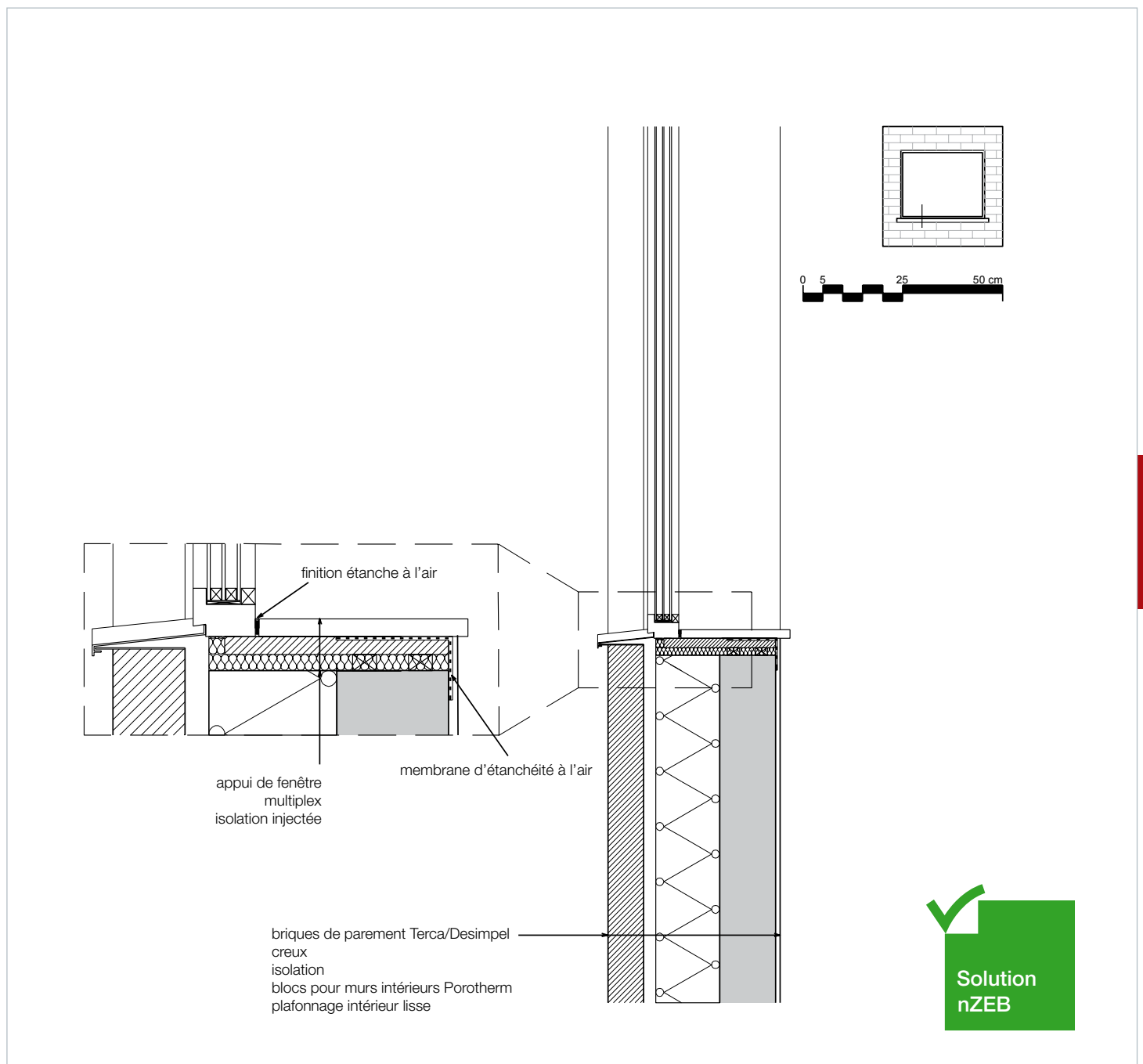
6.3.7. RACCORD À LA FENÊTRE – RACCORD INFÉRIEUR, SEUIL EN ALUMINIUM

À condition d'accorder l'attention nécessaire à cet effet, la fenêtre pourra être intégrée selon les principes des nœuds constructifs PEB-conformes. Le seuil en aluminium sera fixé à la fenêtre, généralement en insérant un profilé approprié, et sera enclavé entre les battées latérales. Sur les côtés, la finition du seuil s'effectuera au moyen d'embouts; le joint entre ces embouts et la brique de parement sera réalisé avec un mastic élastique.



6.3.8. RACCORD À LA FENÊTRE – RACCORD INFÉRIEUR, SEUIL EN ALUMINIUM - nZEB

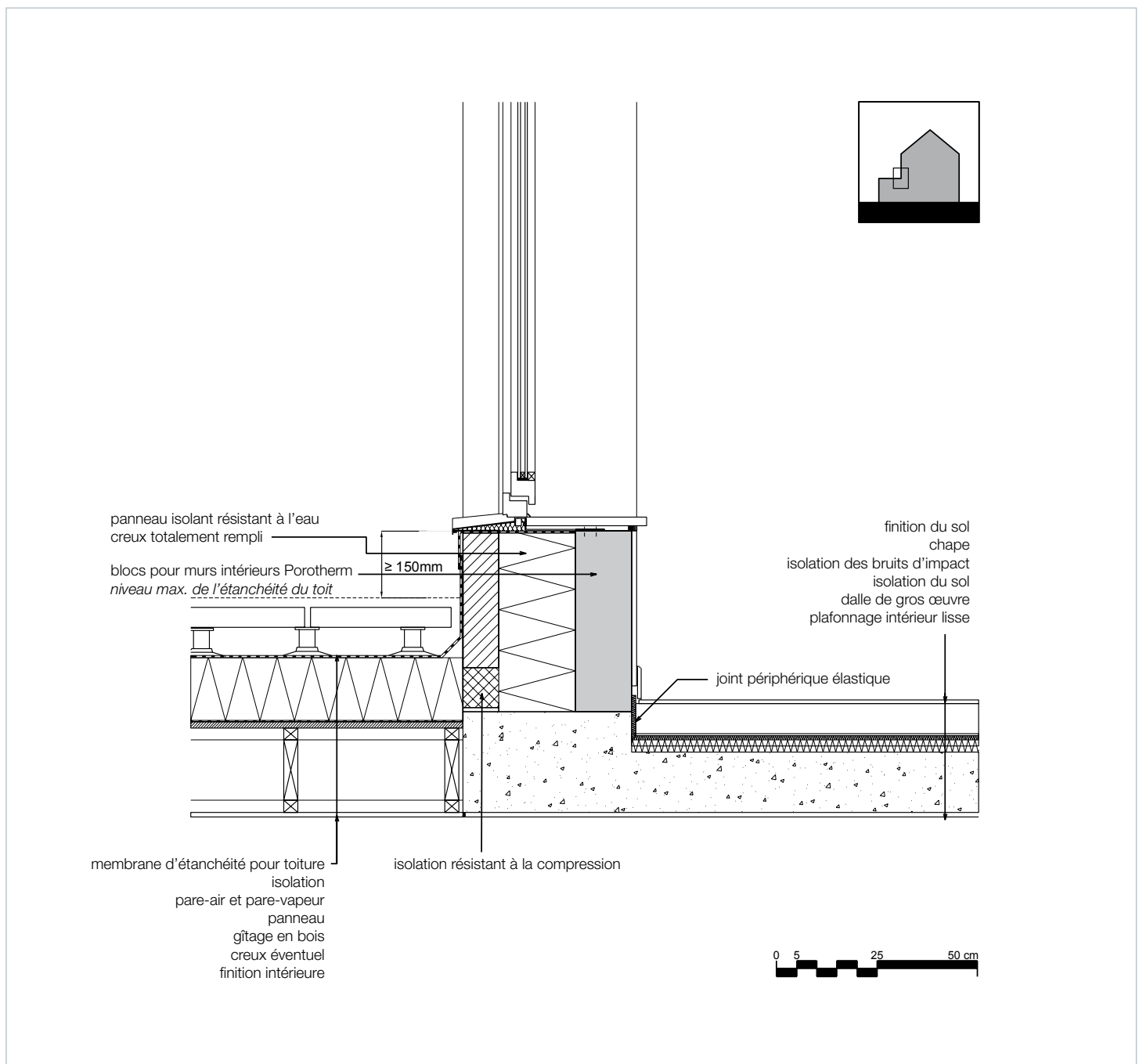
À condition d'accorder l'attention nécessaire à cet effet, la fenêtre pourra être intégrée selon les principes des nœuds constructifs PEB-conformes. La fenêtre a été intégrée sur les quatre côtés dans un encadrement en multiplex WBP qui, en association avec la membrane d'étanchéité à l'air et le plafonnage intérieur lisse, garantira l'étanchéité à l'air. Le seuil en aluminium sera fixé à la fenêtre, généralement en insérant un profilé approprié, et sera enclavé entre les battées latérales. Sur les côtés, la finition du seuil s'effectuera au moyen d'embouts; le joint entre ces embouts et la brique de parement sera réalisé avec un mastic élastique.



6.4. RACCORDS AU BALCON

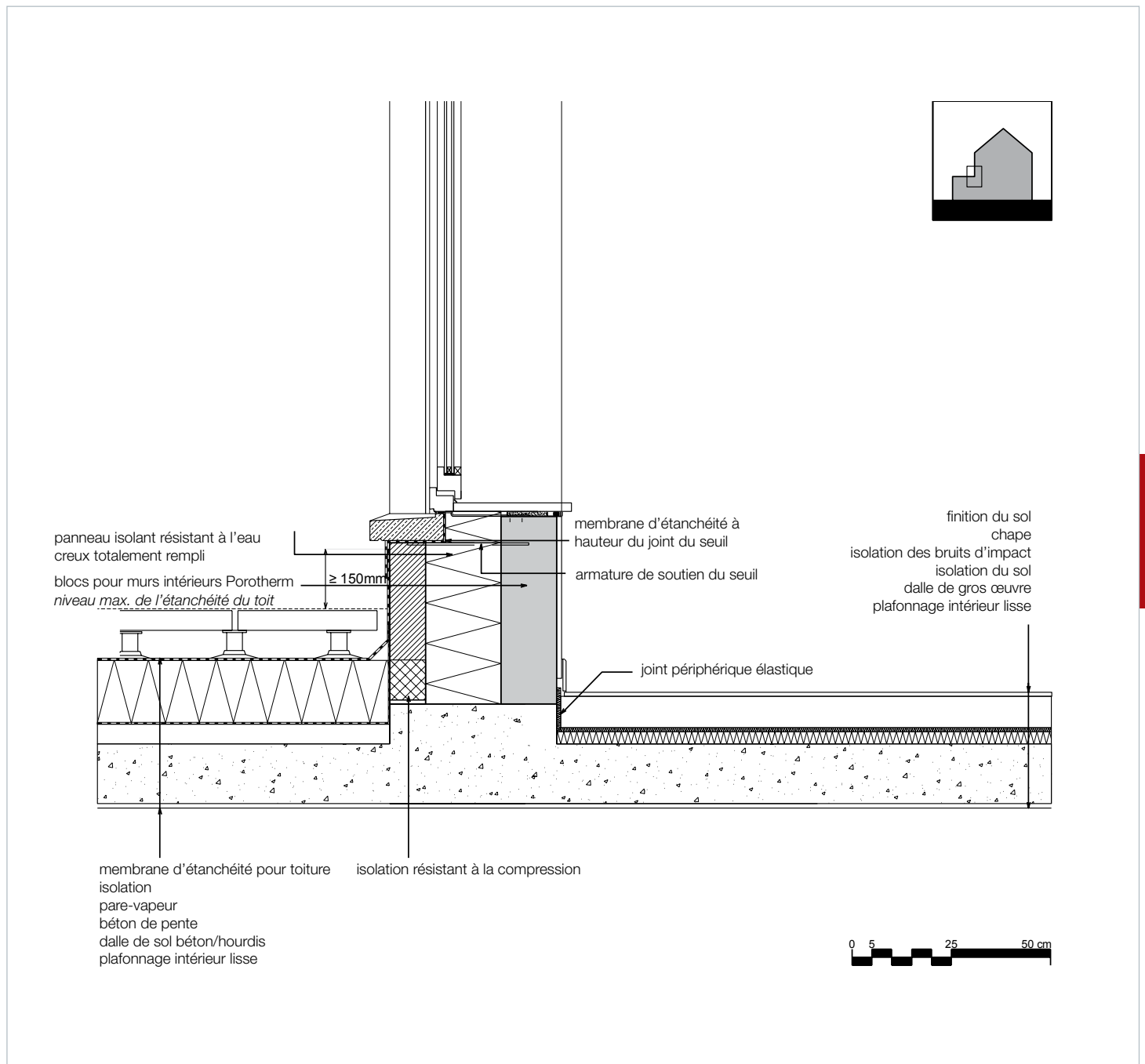
6.4.1. TERRASSE SUR TOIT PLAT LÉGER

À hauteur du raccord entre le toit plat et le mur en élévation sera réalisé un nœud constructif PEB-conforme selon la règle de base 2 par l'application d'une isolation résistante à la compression.



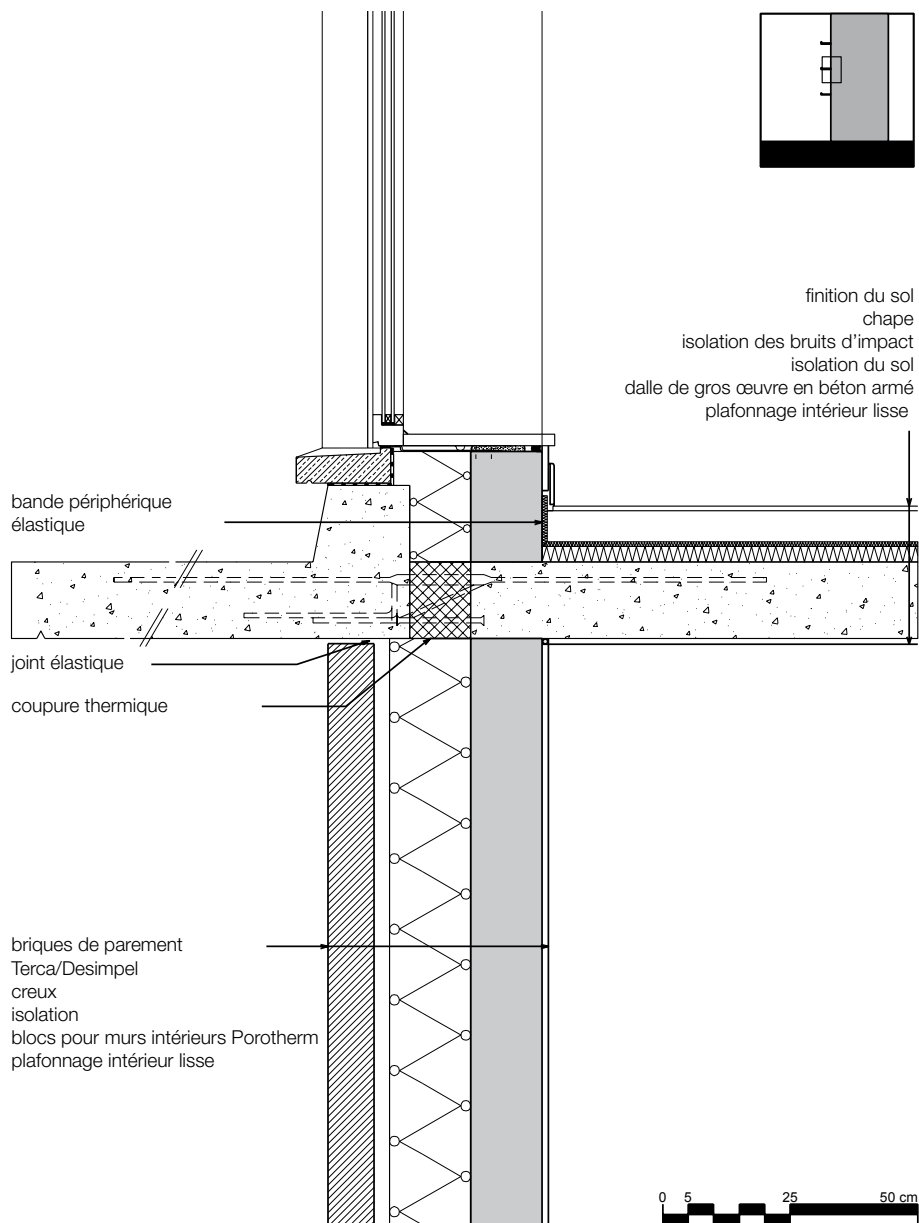
6.4.2. TERRASSE SUR TOIT PLAT LOURD

À hauteur du raccord entre le toit plat et le mur en élévation sera réalisé un nœud constructif PEB-conforme selon la règle de base 2 par l'application d'une isolation résistante à la compression.



6.4.3. BALCON EN ENCORBELLEMENT

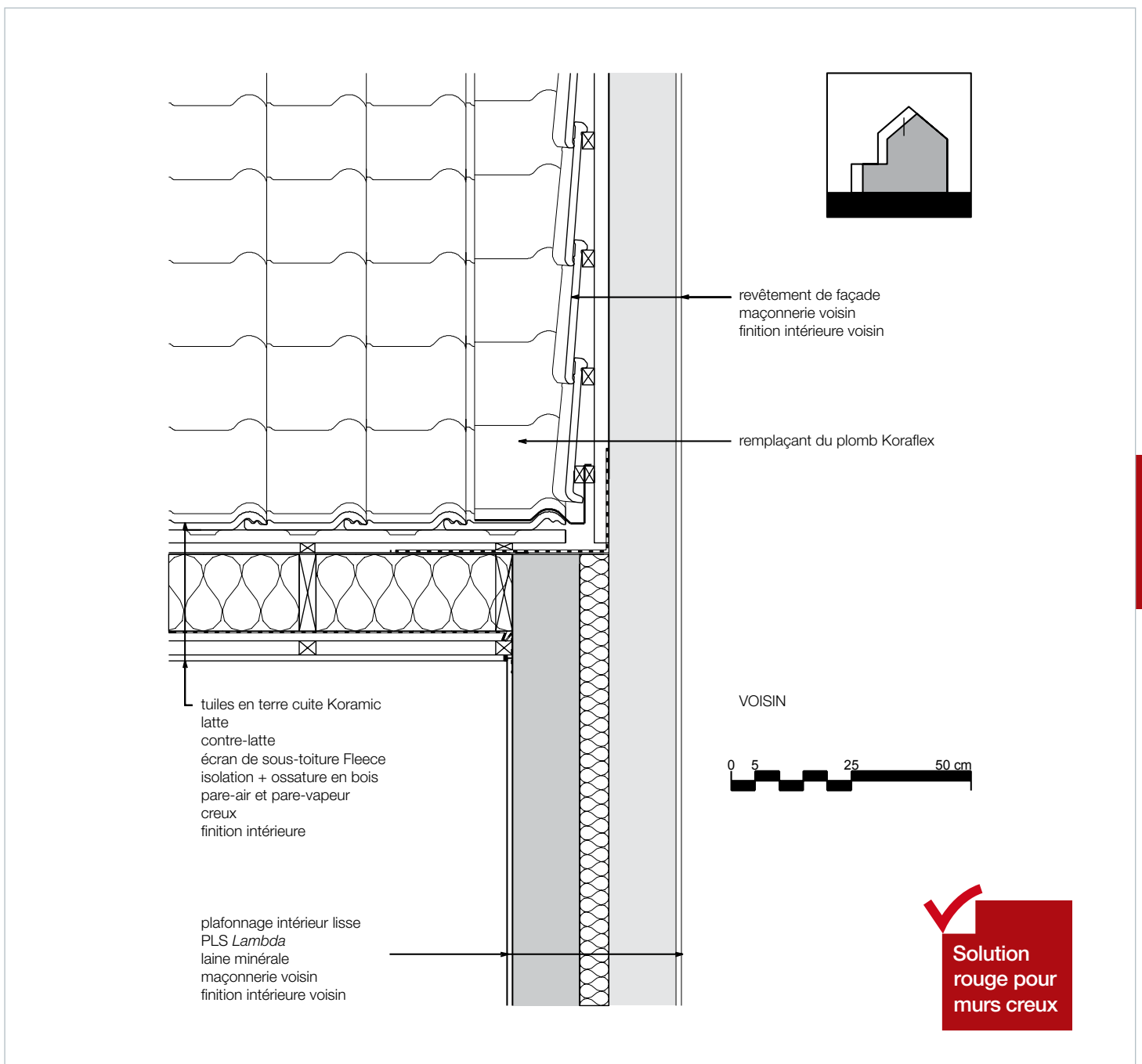
L'isolation du creux pourra se prolonger parce que la dalle du balcon en encorbellement sera ancrée à la structure intérieure au moyen d'un système à coupure thermique. Un joint élastique sera appliqué entre la brique de parement supérieure et le balcon en encorbellement, afin qu'un léger fluage du balcon n'entraîne pas de formation de fissures dans la maçonnerie de parement. Les formes de la dalle de balcon sont reproduites de façon purement schématisée.



6.5. RACCORDS AU TOIT INCLINÉ

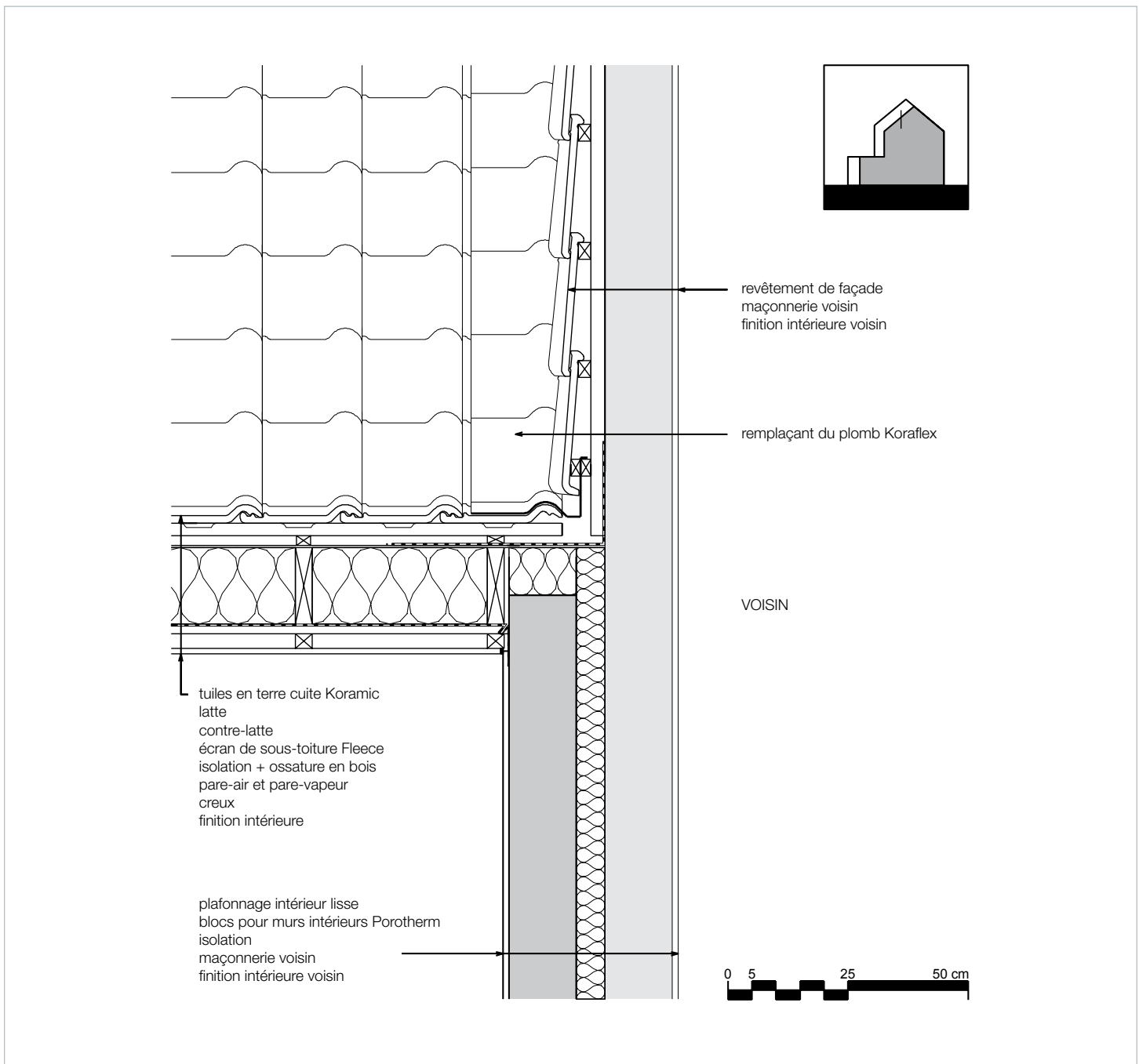
6.5.1. MUR EN ÉLÉVATION AVEC REVÊTEMENT DE FAÇADE – VOISIN DE DROITE - PLS LAMBDA

À hauteur du raccord entre l'isolation du toit et l'isolation acoustique dans le mur mitoyen sera réalisé un nœud constructif PEB-conforme selon la règle de base 1 par l'application de blocs pour murs intérieurs PLS *Lambda* faisant partie de l'enveloppe isolante.



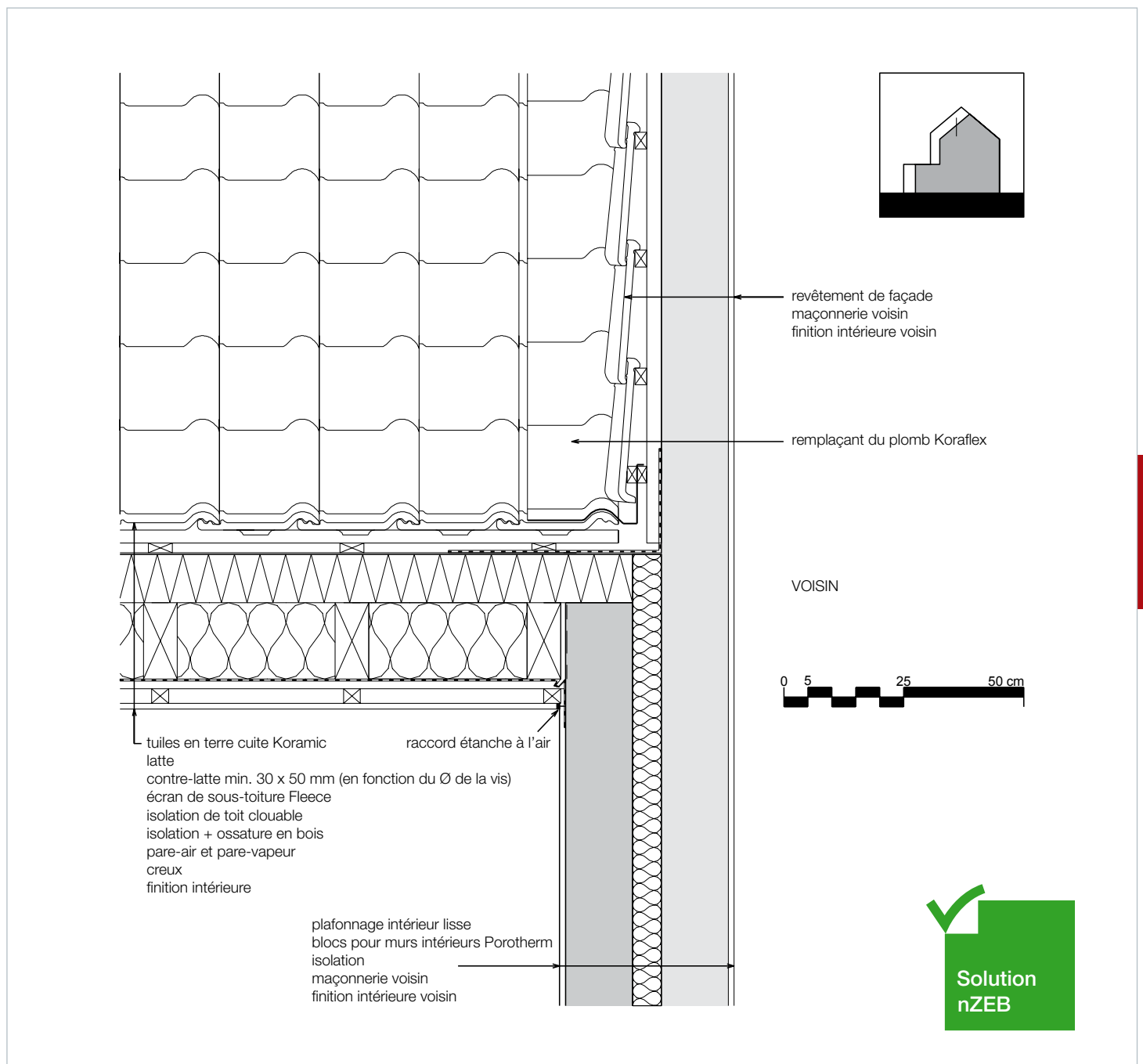
6.5.2. MUR EN ÉLÉVATION AVEC REVÊTEMENT DE FAÇADE – VOISIN DE DROITE

À hauteur du raccord entre l'isolation du toit et l'isolation acoustique dans le mur mitoyen sera réalisé un nœud constructif PEB-conforme selon la règle de base 2 par l'application d'une bande d'isolation sur les blocs pour murs intérieurs Porotherm.



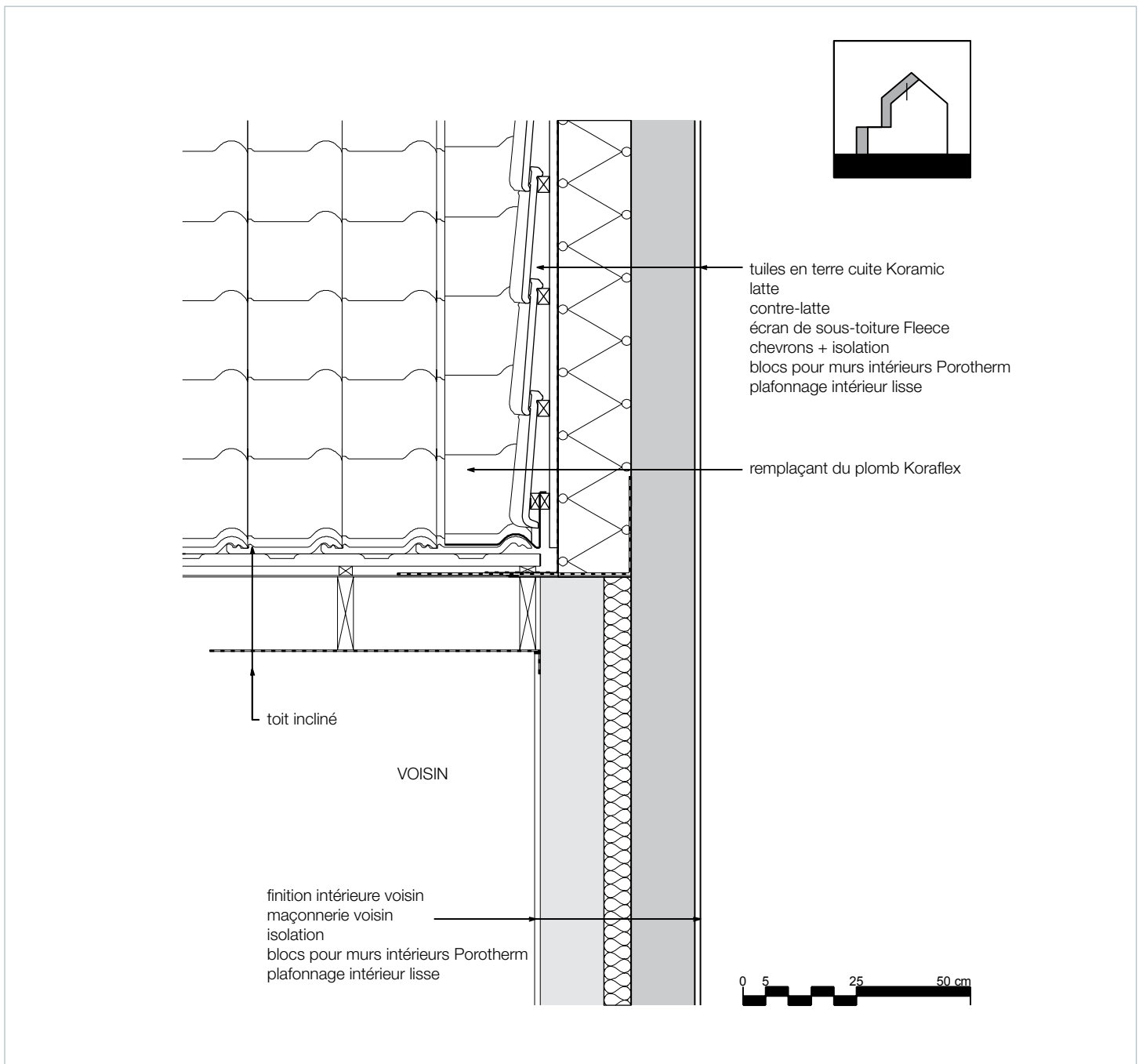
6.5.3. MUR EN ÉLÉVATION AVEC REVÊTEMENT DE FAÇADE – VOISIN DE DROITE - TOITURE SARKING - nZEB

À hauteur du raccord entre l'isolation du toit et l'isolation acoustique dans le mur mitoyen sera réalisé un nœud constructif PEB-conforme selon la règle de base 2 en prolongeant l'isolation de toit clouable sur les blocs pour murs intérieurs Porotherm. La résistance à la diffusion de vapeur du pare-vapeur devra être suffisamment élevée. En cas de construction nZEB, le pare-vapeur équivaldra à la membrane d'étanchéité à l'air du toit incliné, raccordée de façon étanche à l'air avec le plafonnage intérieur lisse.



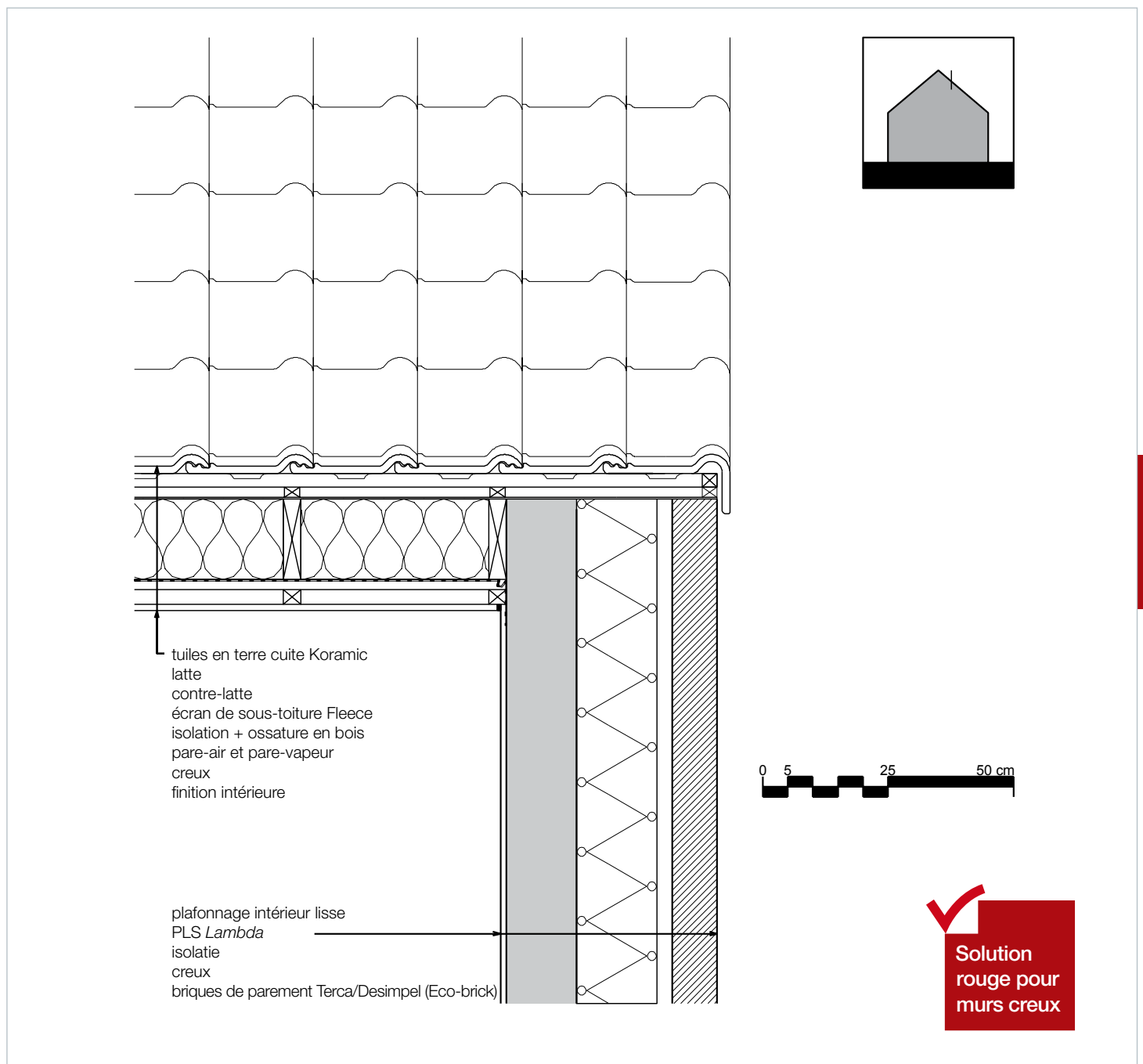
6.5.4. MUR EN ÉLÉVATION AVEC REVÊTEMENT DE FAÇADE – VOISIN DE GAUCHE

L'isolation thermique dans le mur mitoyen revêtu de tuiles est parfaitement raccordée à l'isolation acoustique. Le nœud constructif est PEB-conforme selon la règle de base 1.



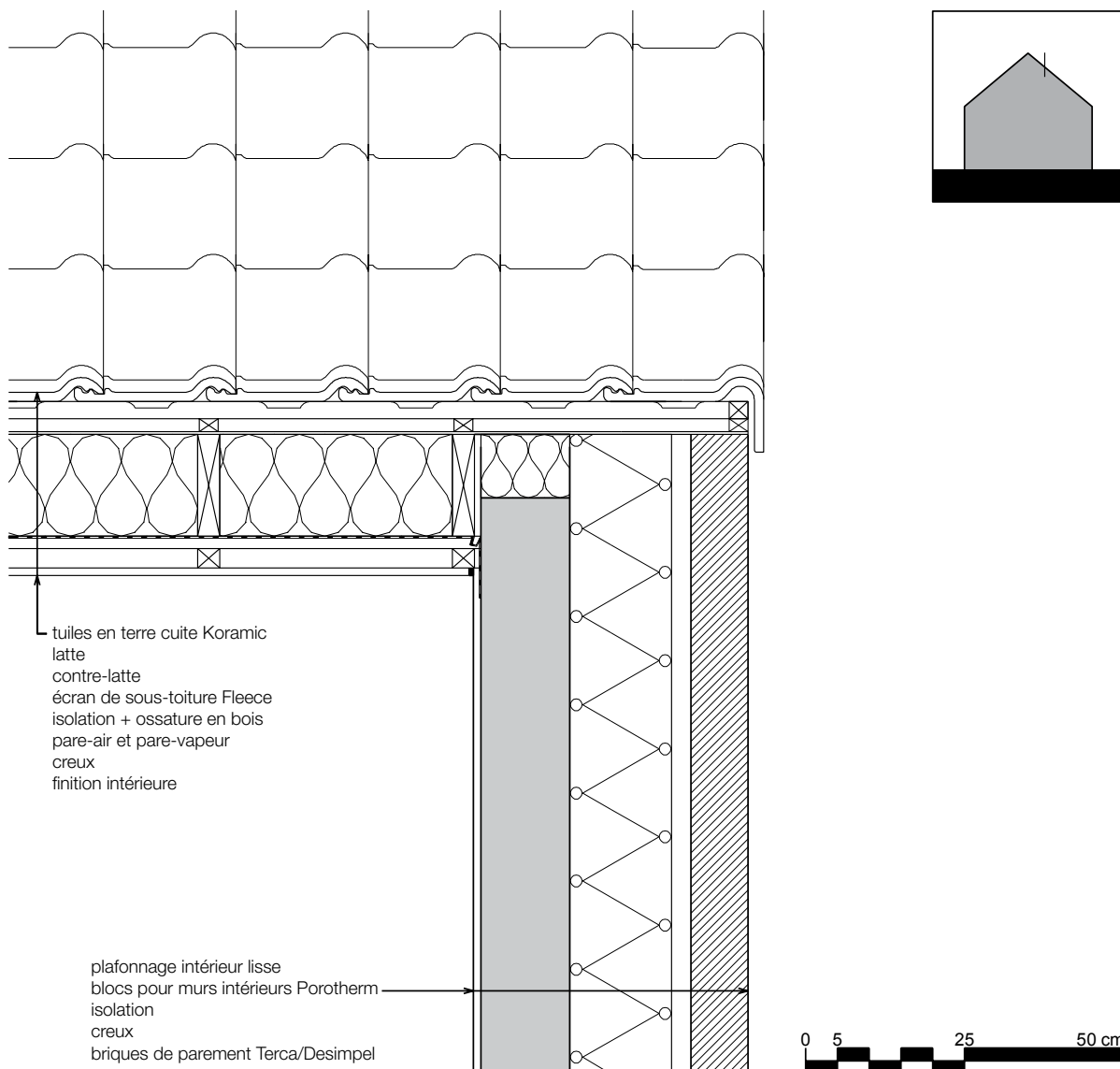
6.5.5. PIGNON – TUILE DE RIVE - PLS LAMBDA

À hauteur du raccord entre l'isolation du toit et l'isolation du mur, le nœud constructif sera PEB-conforme selon la règle de base 1 par l'application de blocs pour murs intérieurs PLS *Lambda* faisant partie de l'enveloppe isolante. En association avec une brique de parement Eco-brick, ce raccord avec la rive du toit fera partie de la 'solution rouge pour murs creux' de Wienerberger.



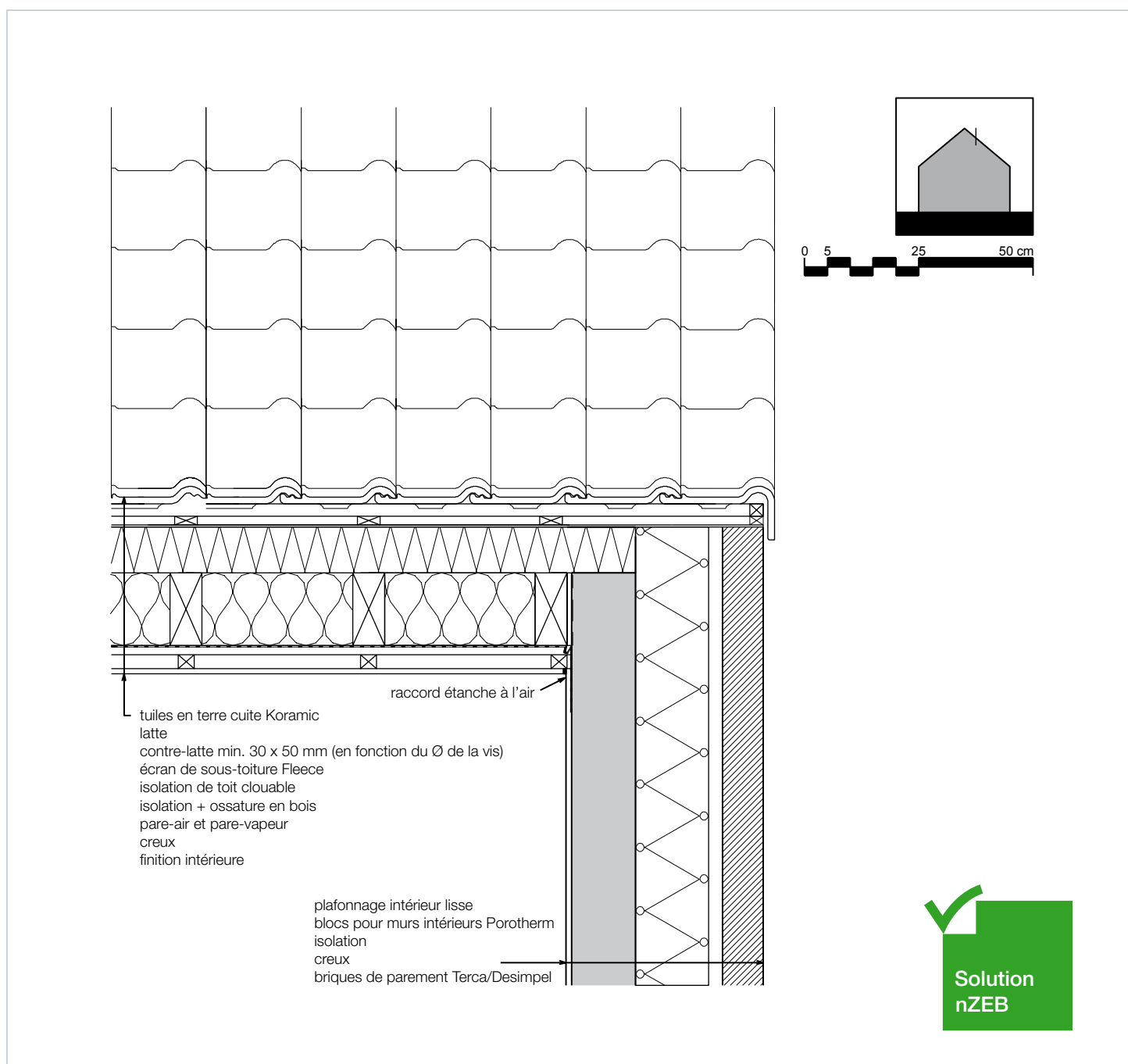
6.5.6. PIGNON – TUILE DE RIVE

À hauteur du raccord entre l'isolation du toit et l'isolation du mur, le nœud constructif sera PEB-conforme selon la règle de base 2 par l'application d'une bande d'isolation sur les blocs pour murs intérieurs Porotherm.



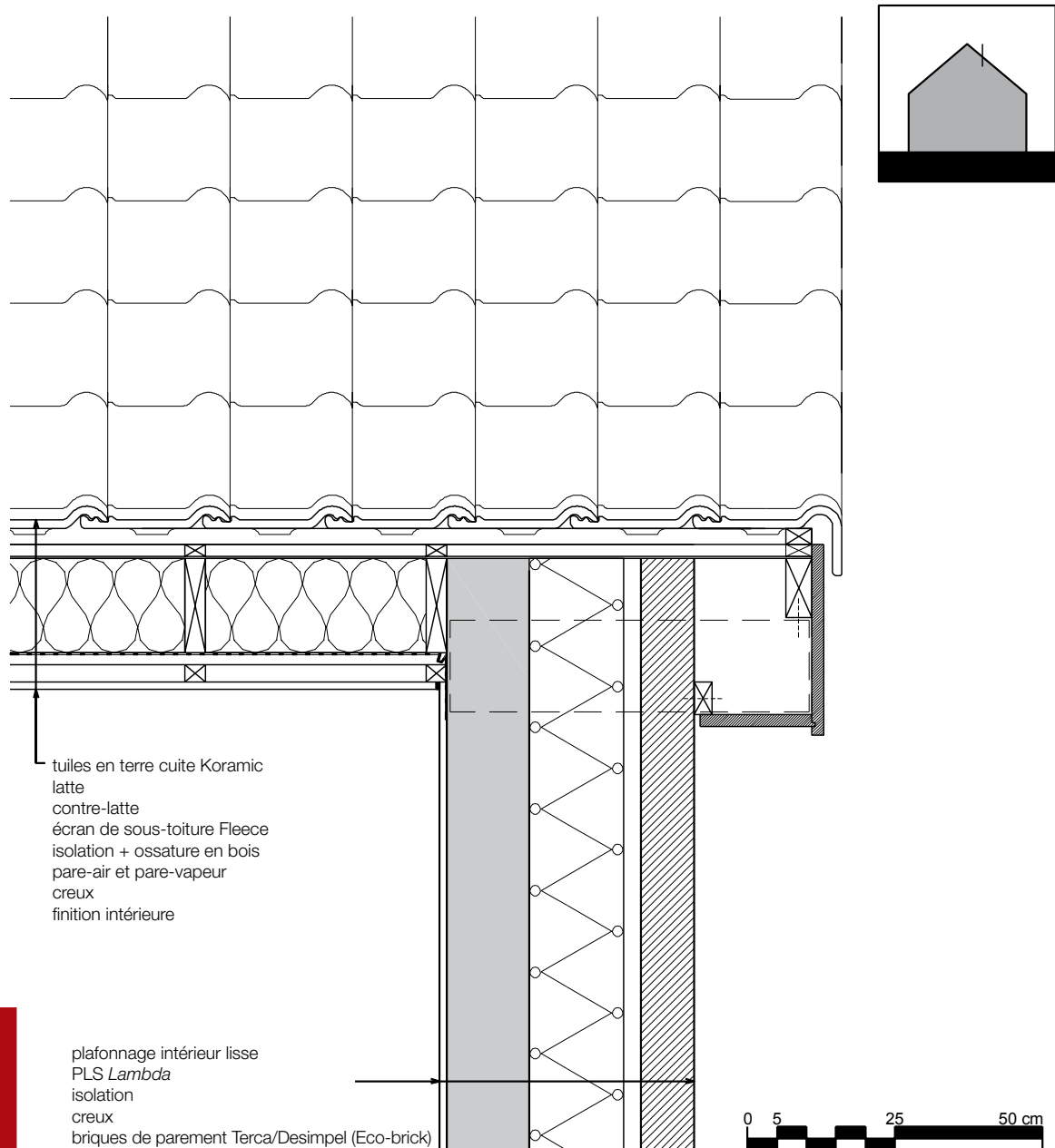
6.5.7. PIGNON – TUILE DE RIVE – TOITURE SARKING - nZEB

À hauteur du raccord entre l'isolation du toit et l'isolation du mur sera réalisé un nœud constructif PEB-conforme selon la règle de base 2 en prolongeant l'isolation de toit clouable sur les blocs pour murs intérieurs Porotherm jusque contre l'isolation du mur. La résistance à la diffusion de vapeur du pare-vapeur devra être suffisamment élevée. En cas de construction nZEB, le pare-vapeur équivaldra à la membrane d'étanchéité à l'air du toit incliné, raccordée de façon étanche à l'air avec le plafonnage intérieur lisse.



6.5.8. PIGNON – AVEC DÉBORD - PLS LAMBDA

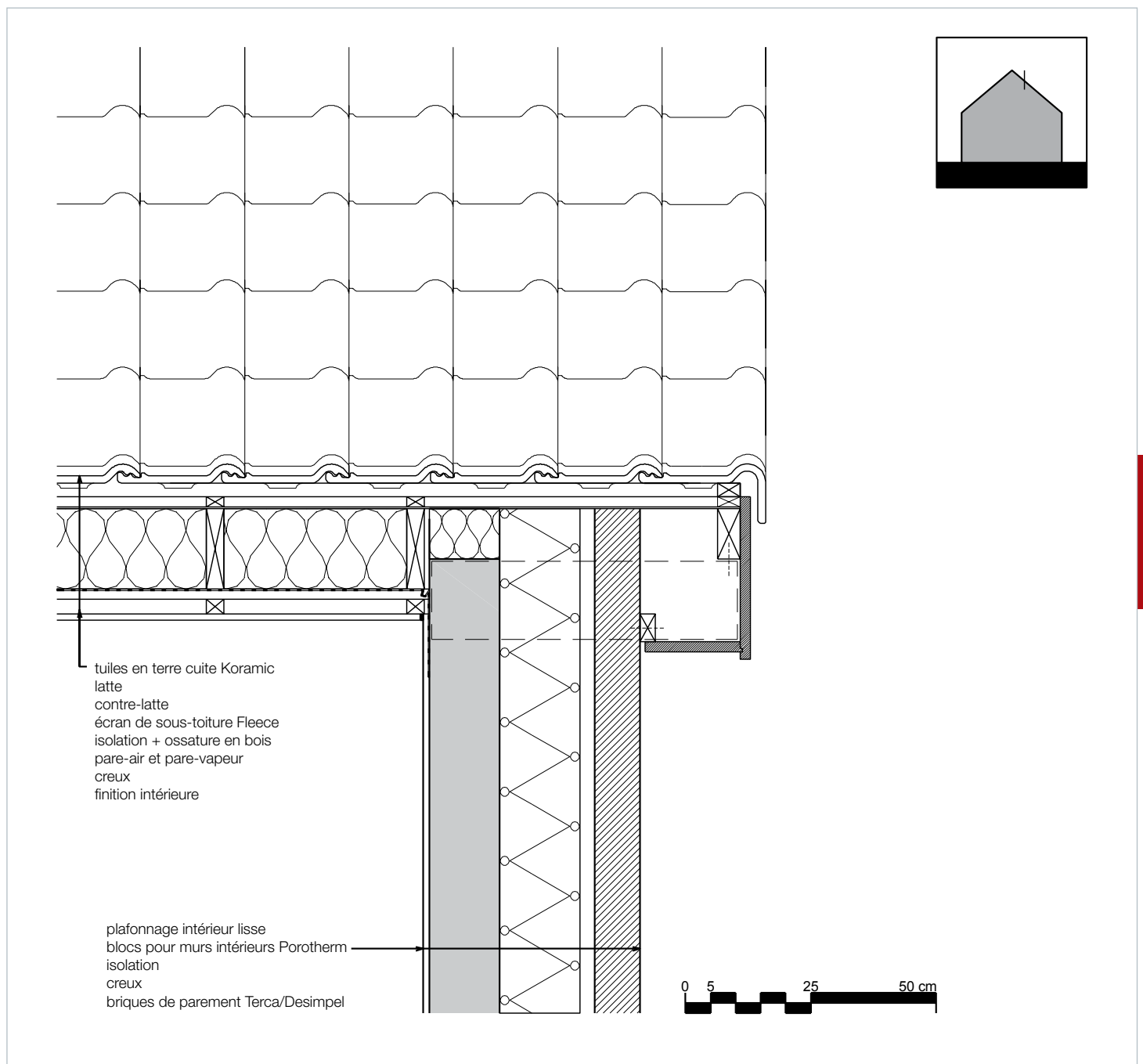
À hauteur du raccord entre l'isolation du toit et l'isolation du mur, le nœud constructif sera PEB-conforme selon la règle de base 1 par l'application de blocs pour murs intérieurs PLS *Lambda* faisant partie de l'enveloppe isolante. En association avec une brique de parement Eco-brick, ce raccord avec la rive du toit fera partie de la 'solution rouge pour murs creux' de Wienerberger.




**Solution
rouge pour
murs creux**

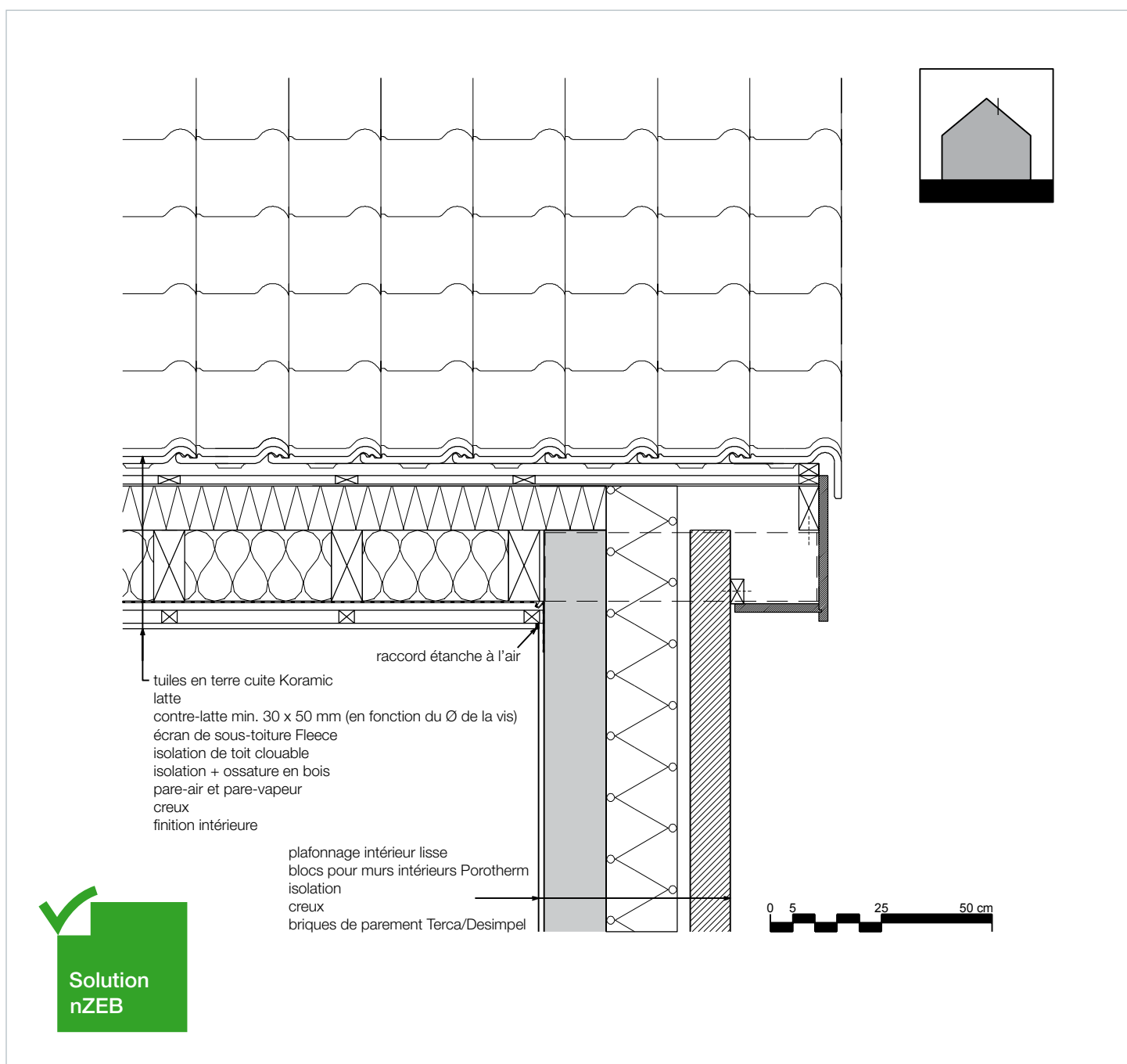
6.5.9. PIGNON – AVEC DÉBORD

À hauteur du raccord entre l'isolation du toit et l'isolation du mur, le nœud constructif sera PEB-conforme selon la règle de base 2 par l'application d'une bande d'isolation sur les blocs pour murs intérieurs Porotherm.



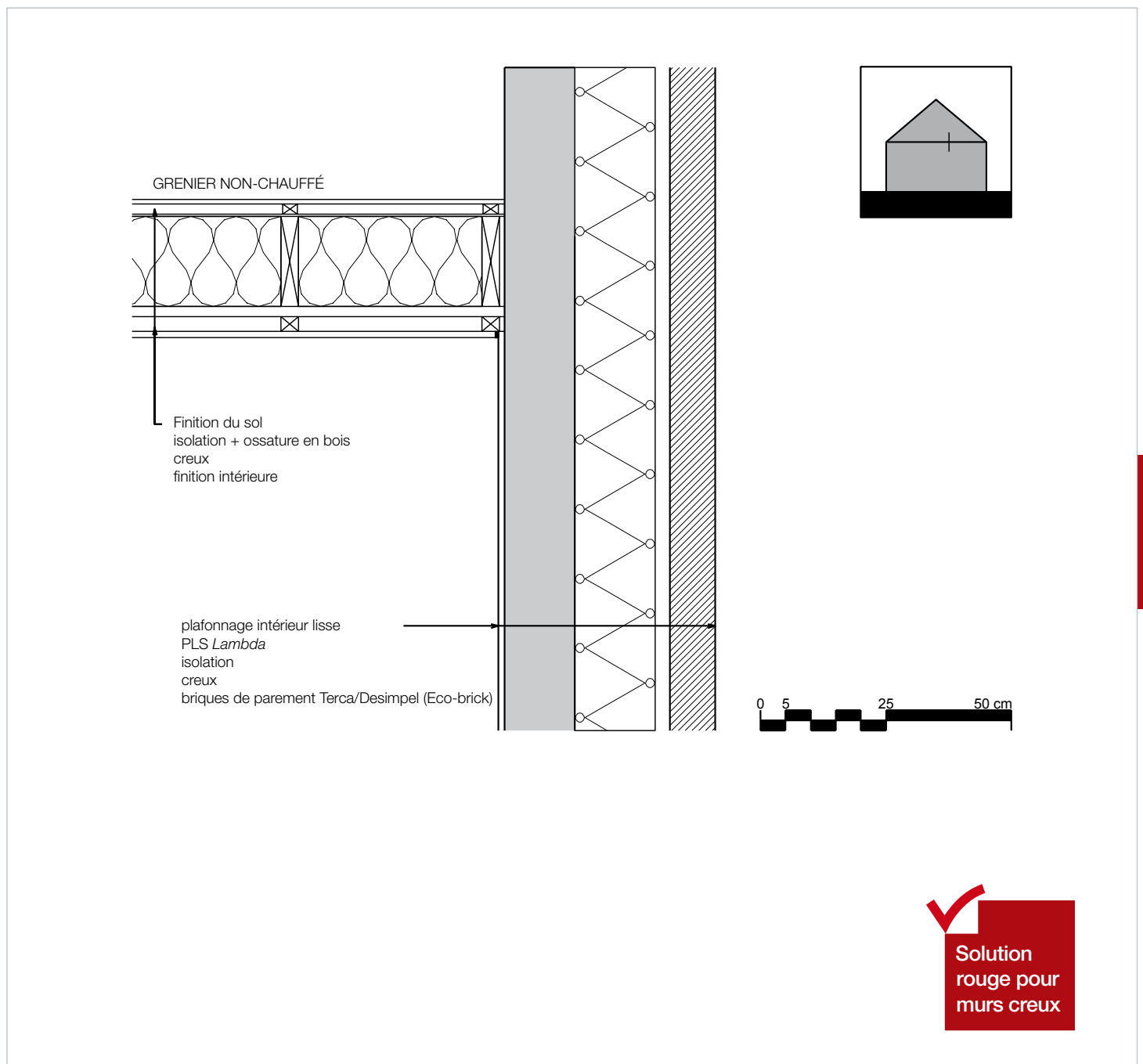
6.5.10. PIGNON – AVEC DÉBORD – TOITURE SARKING - nZEB

À hauteur du raccord entre l'isolation du toit et l'isolation du mur sera réalisé un nœud constructif PEB-conforme selon la règle de base 2 en prolongeant l'isolation de toit clouable sur les blocs pour murs intérieurs Porotherm jusque contre l'isolation du mur. La résistance à la diffusion de vapeur du pare-vapeur devra être suffisamment élevée. En cas de construction nZEB, le pare-vapeur équivaldra à la membrane d'étanchéité à l'air du toit incliné, raccordée de façon étanche à l'air avec le plafonnage intérieur lisse.



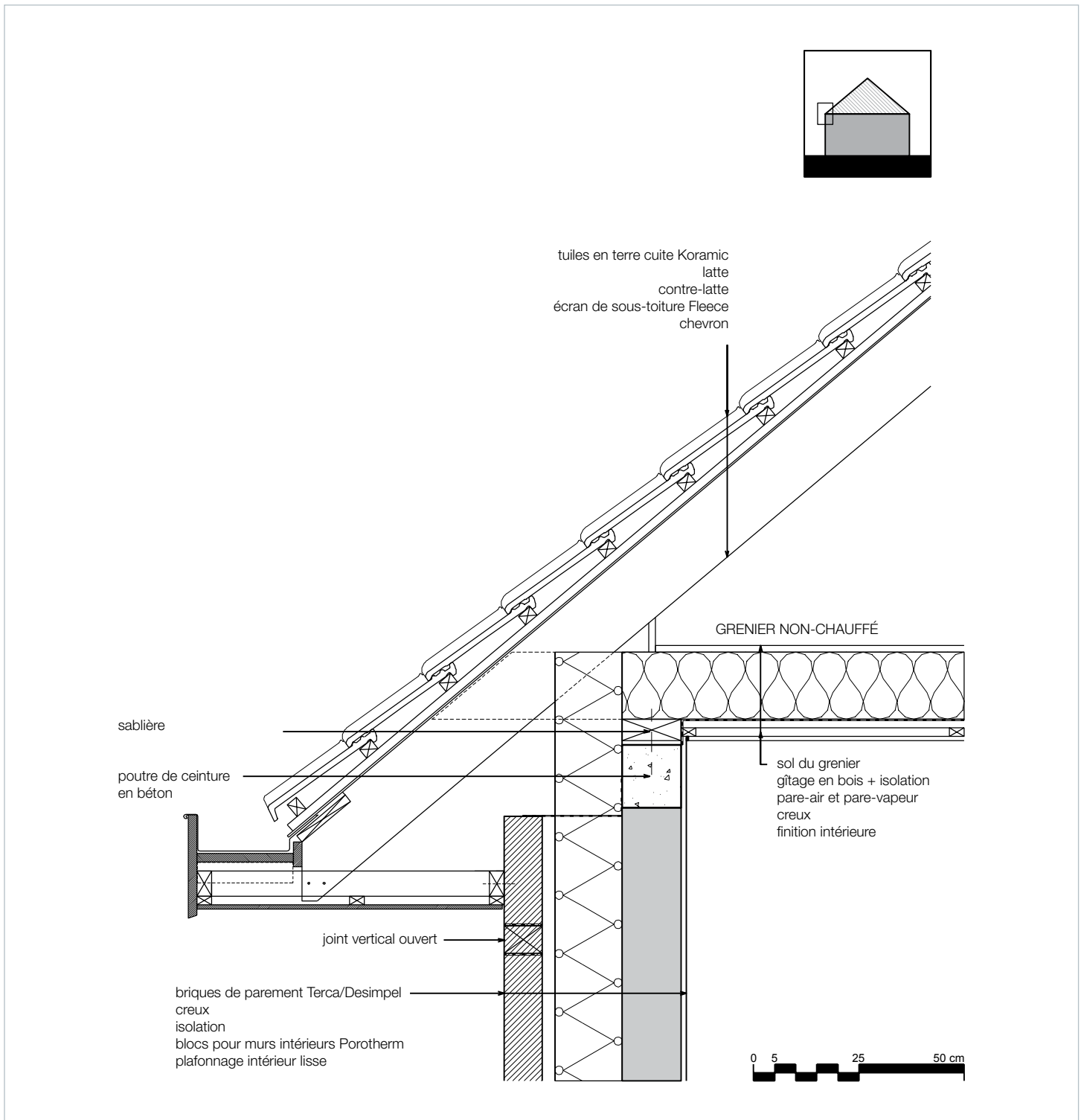
6.5.11. PIGNON – GRENIER NON-CHAUFFÉ - PLS LAMBDA

À hauteur du raccord entre l'isolation dans le sol du grenier et l'isolation du mur, le nœud constructif sera PEB-conforme selon la règle de base 1 par l'application de blocs pour murs intérieurs PLS *Lambda* faisant partie de l'enveloppe isolante. En association avec une brique de parement Eco-brick, ce raccord fera partie de la 'solution rouge pour murs creux' de Wienerberger.



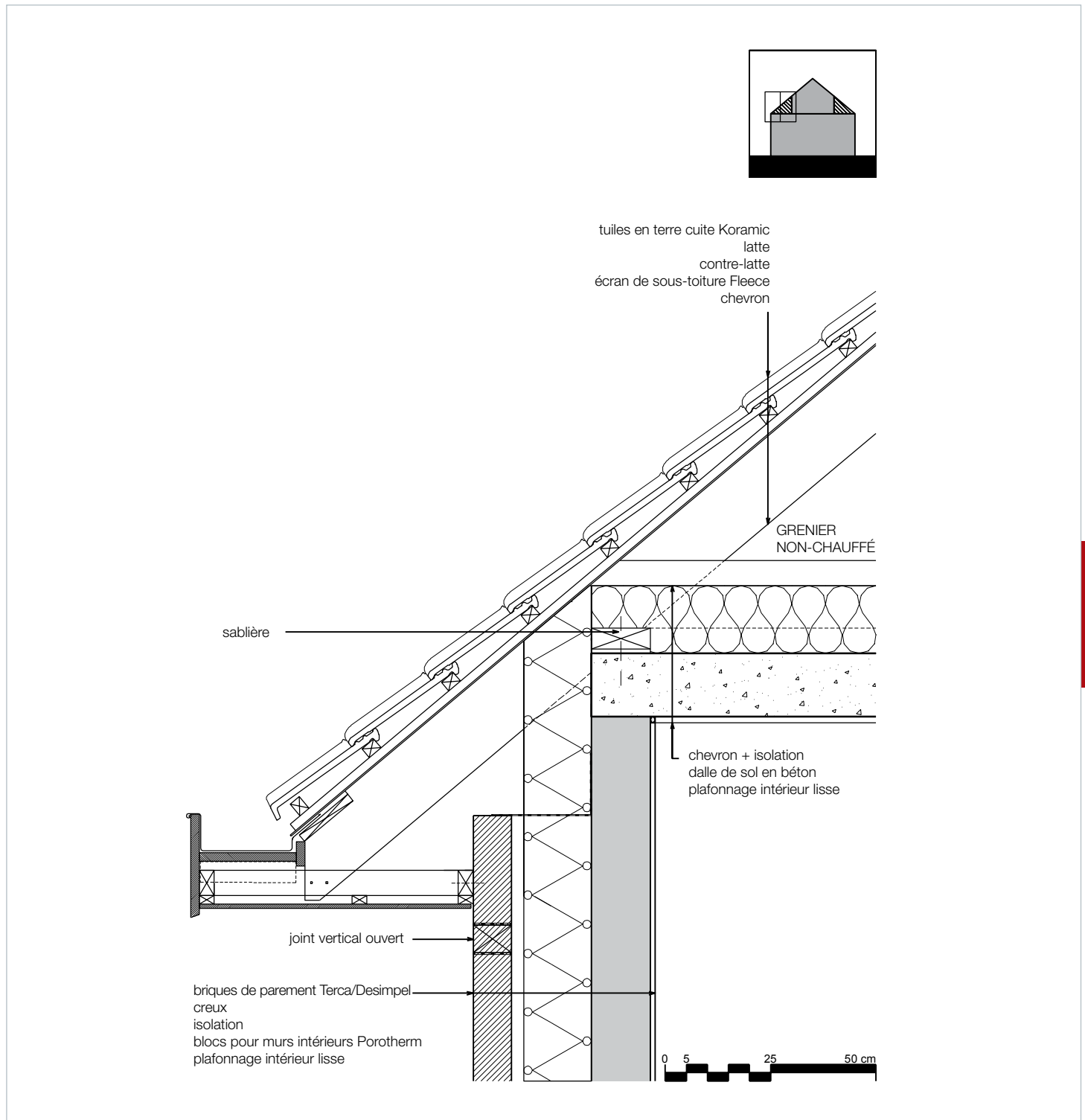
6.5.12. CHÉNEAU EN BOIS – GRENIER NON-CHAUFFÉ – AVEC GÎTAGE EN BOIS

L'isolation dans le sol du grenier est parfaitement raccordée à l'isolation du mur.
L'enveloppe isolante dans le sol du grenier est interrompue par le gîtage en bois. Le nœud constructif est PEB-conforme selon la règle de base 1.



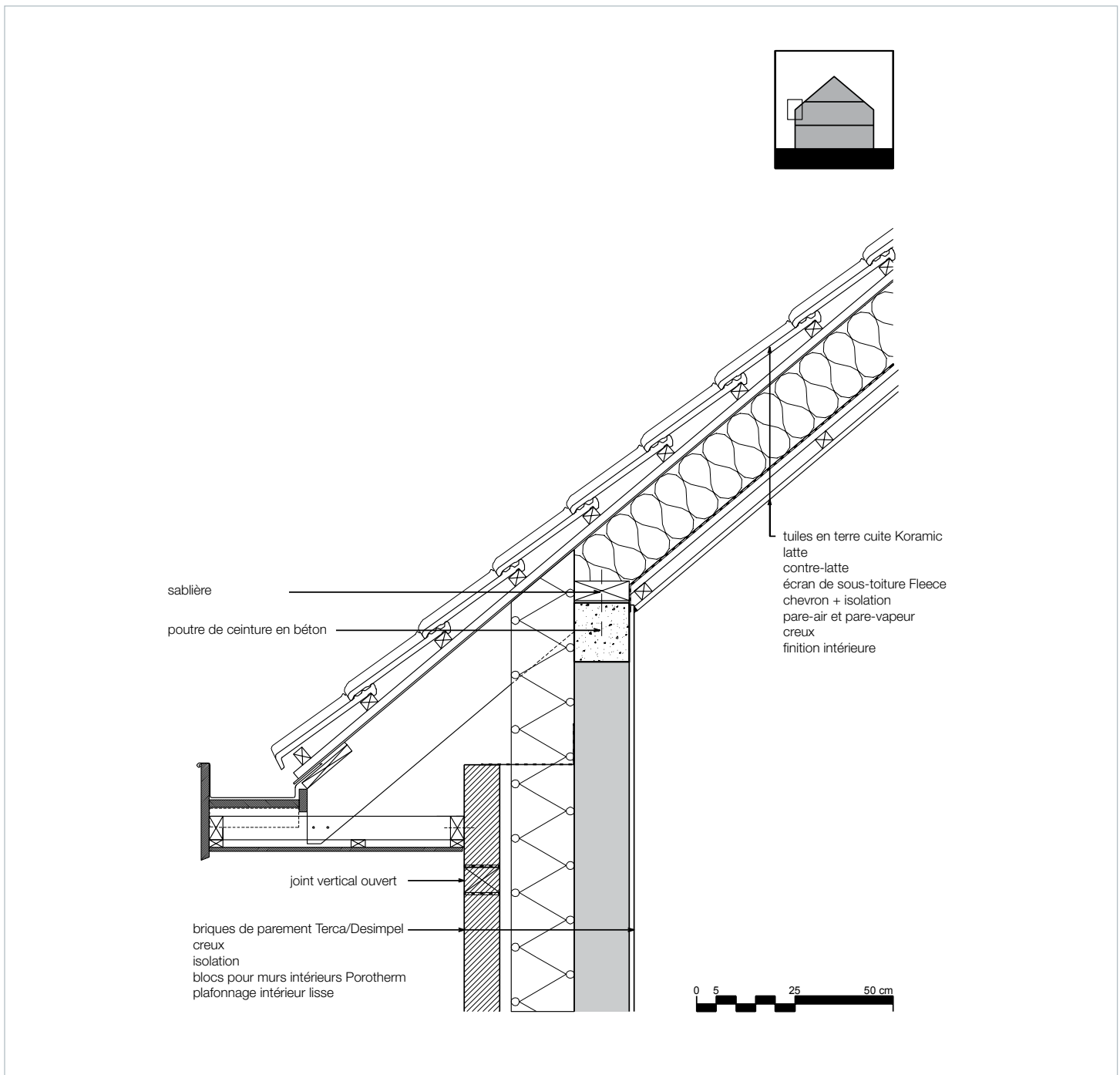
6.5.13. CHÉNEAU EN BOIS – GRENIER NON-CHAUFFÉ – AVEC SOL EN BÉTON

L'isolation dans le sol du grenier est parfaitement raccordée à l'isolation du mur.
Le nœud constructif est PEB-conforme selon la règle de base 2.



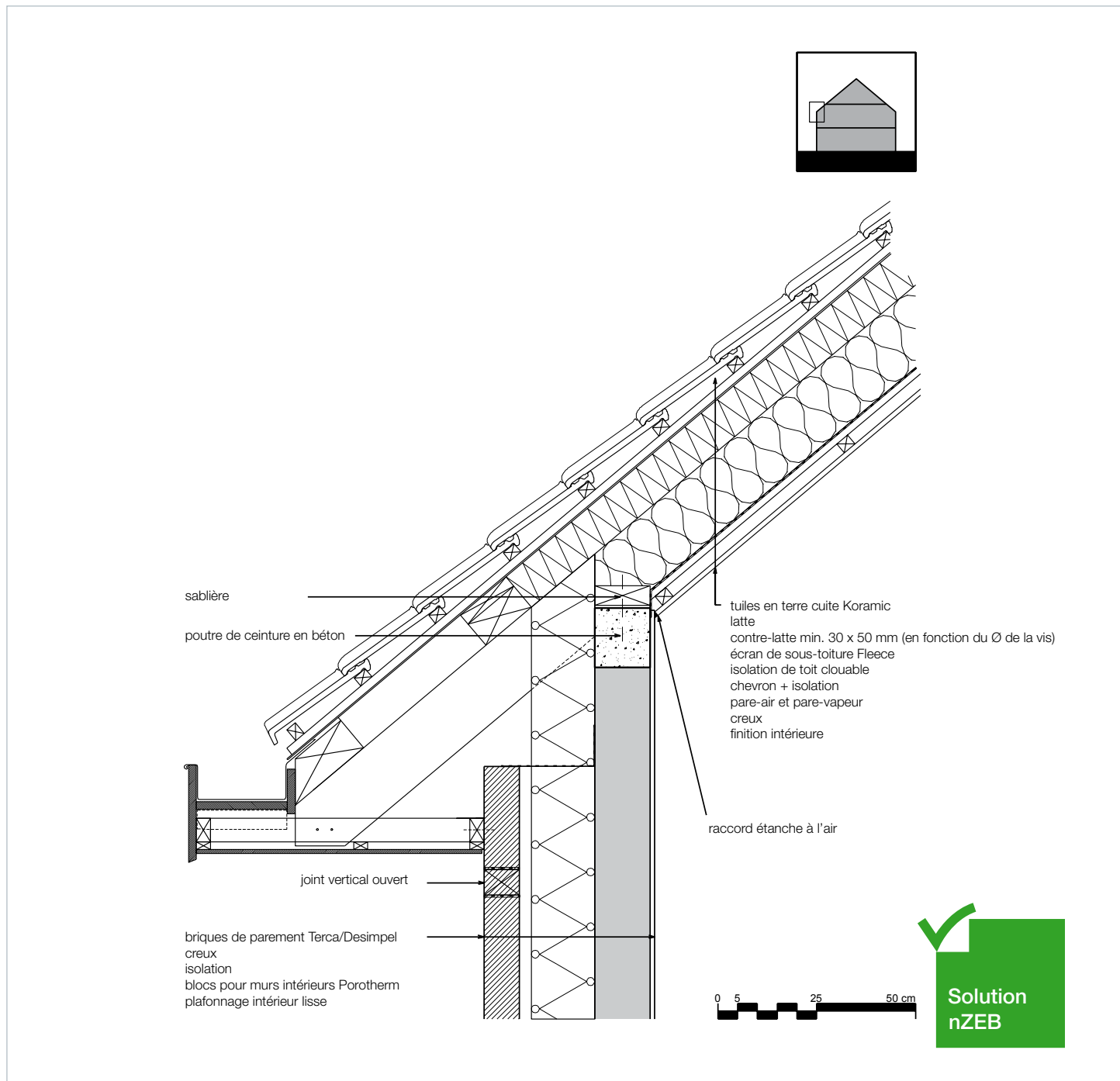
6.5.14. CHÉNEAU EN BOIS – GRENIER CHAUFFÉ

L'isolation du toit est parfaitement raccordée à l'isolation du mur. L'isolation du toit est interrompue par la charpente en bois. Le tirant dans les fermettes est situé plus haut et n'est par conséquent pas dessiné dans le détail. Le nœud constructif est PEB-conforme selon la règle de base 1.



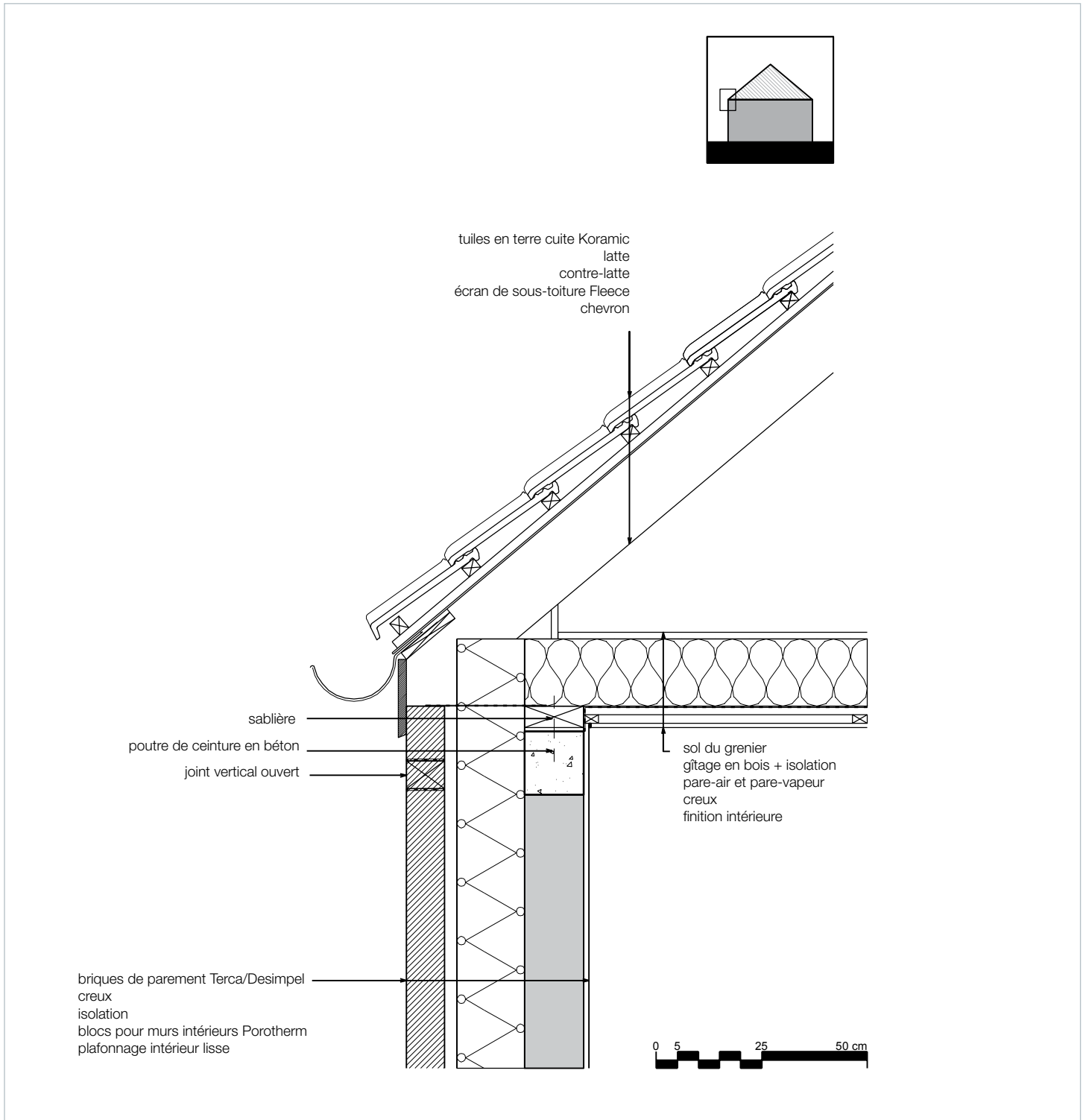
6.5.15. CHÉNEAU EN BOIS – GRENIER CHAUFFÉ - TOITURE - nZEB

L'isolation du toit est parfaitement raccordée à l'isolation du mur. L'isolation du toit clouable n'est pas interrompue par la charpente en bois. La résistance à la diffusion de vapeur du pare-vapeur devra être suffisamment élevée. En cas de construction nZEB, le pare-vapeur équivalra à la membrane d'étanchéité à l'air du toit incliné, raccordée de façon étanche à l'air avec le plafonnage intérieur lisse. Le tirant dans les fermettes est situé plus haut et n'est par conséquent pas dessiné dans le détail. Le nœud constructif est PEB-conforme selon la règle de base 1.



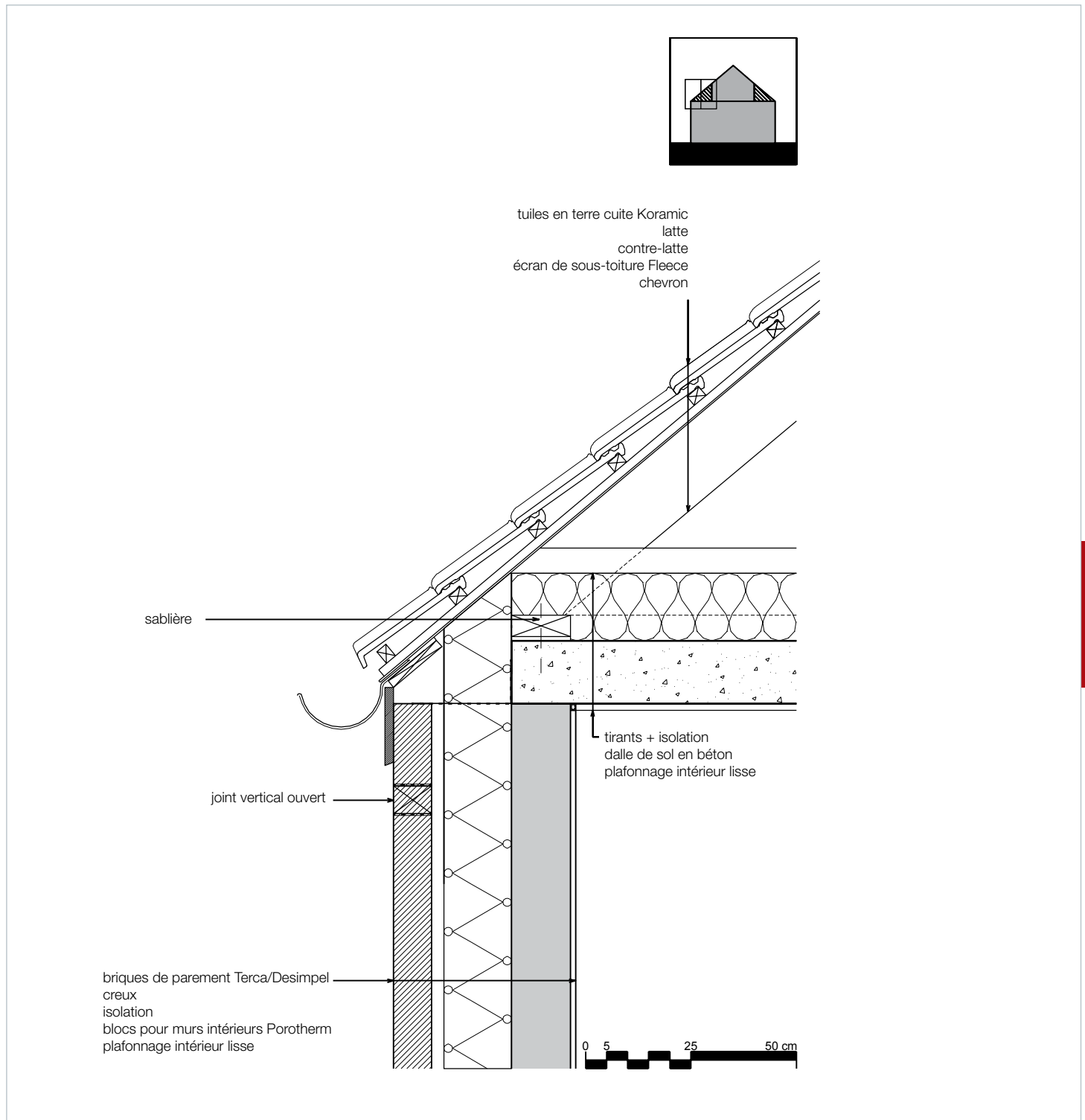
6.5.16. GOUTTIÈRE – GRENIER NON-CHAUFFÉ – AVEC GÎTAGE EN BOIS

L'isolation dans le sol du grenier est parfaitement raccordée à l'isolation du mur.
L'enveloppe isolante dans le sol du grenier est interrompue par le gîtage en bois.
Le nœud constructif est PEB-conforme selon la règle de base 1.



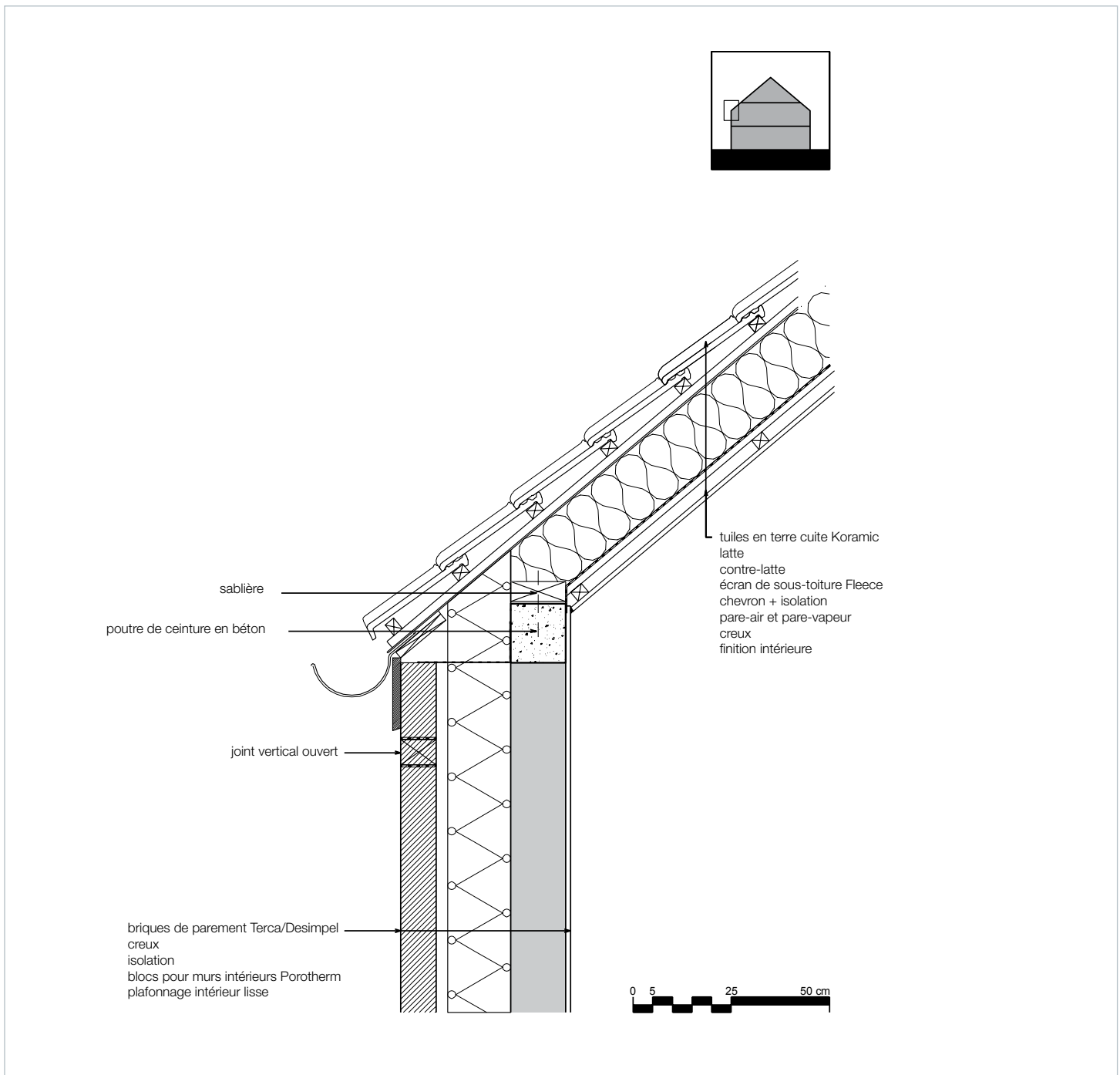
6.5.17. GOUTTIÈRE – GRENIER NON-CHAUFFÉ – AVEC SOL EN BÉTON

L'isolation dans le sol du grenier est parfaitement raccordée à l'isolation du mur.
Le nœud constructif est PEB-conforme selon la règle de base 2.



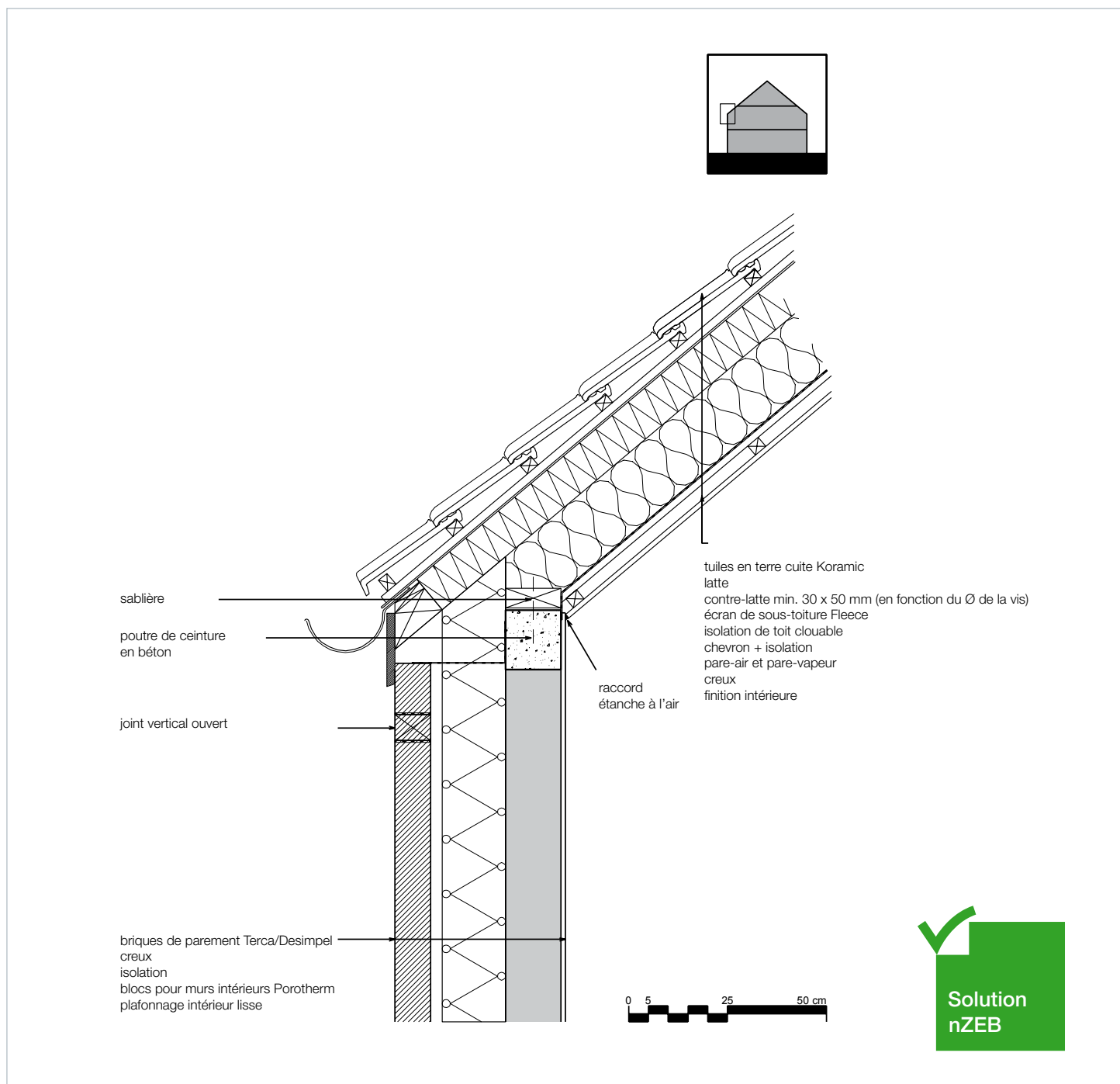
6.5.18. GOUTTIÈRE – GRENIER CHAUFFÉ

L'isolation du toit est parfaitement raccordée à l'isolation du mur. L'isolation du toit est interrompue par la charpente en bois. Le tirant dans les fermettes est situé plus haut et n'est par conséquent pas dessiné dans le détail. Le nœud constructif est PEB-conforme selon la règle de base 1.



6.5.19. GOUTTIÈRE – GRENIER CHAUFFÉ – TOITURE SARKING - nZEB

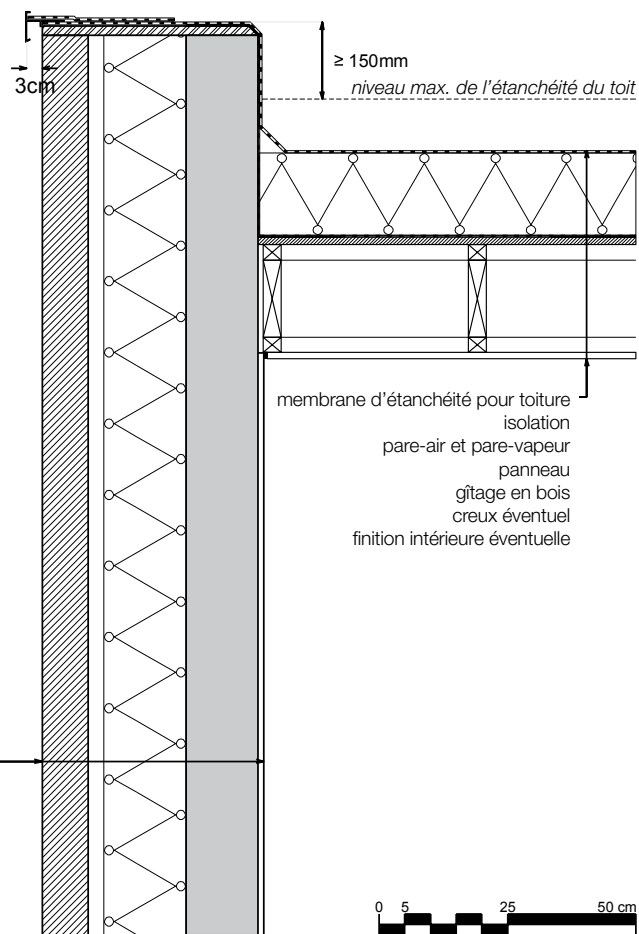
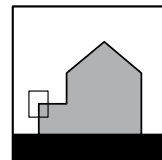
L'isolation du toit est parfaitement raccordée à l'isolation du mur. L'isolation du toit clouable n'est pas interrompue par la charpente en bois. La résistance à la diffusion de vapeur du pare-vapeur devra être suffisamment élevée. En cas de construction nZEB, le pare-vapeur équivaldra à la membrane d'étanchéité à l'air du toit incliné, raccordée de façon étanche à l'air avec le plafonnage intérieur lisse. Le tirant dans les fermettes est situé plus haut et n'est par conséquent pas dessiné dans le détail. Le nœud constructif est PEB-conforme selon la règle de base 1.



6.6. RACCORDS AU TOIT PLAT

6.6.1. TOIT PLAT LÉGER – RIVE DE TOIT - PLS *LAMBDA*

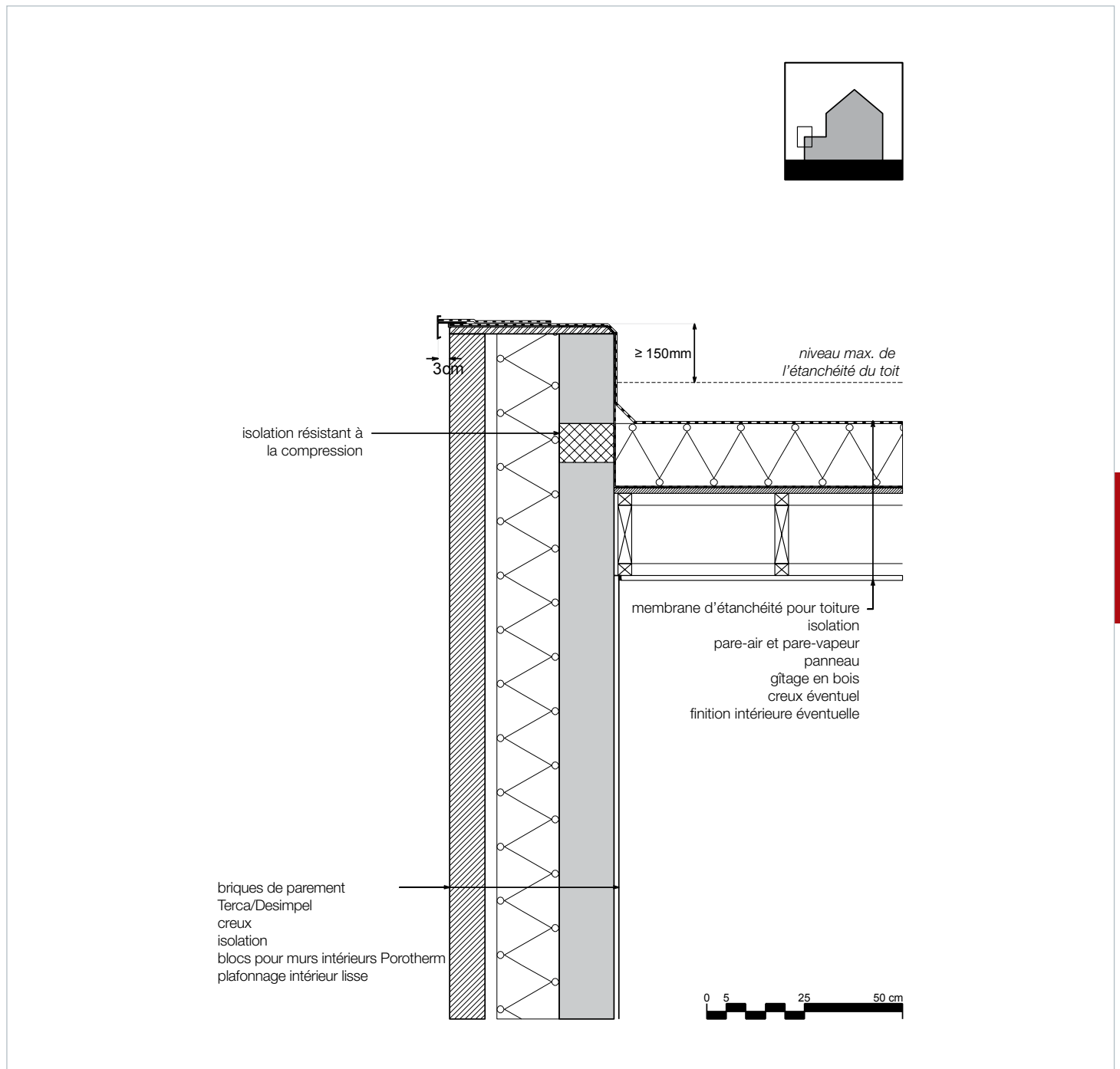
À hauteur du raccord entre l'isolation du toit et l'isolation du mur, le nœud constructif sera PEB-conforme selon la règle de base 1 par l'application de blocs pour murs intérieurs PLS *Lambda* faisant partie de l'enveloppe isolante. En association avec une brique de parement Eco-brick, ce raccord au toit fera partie de la 'solution rouge pour murs creux' de Wienerberger.



briques de parement
Terca/Desimpel (Eco-brick)
creux
isolation
PLS *Lambda*
plafonnage intérieur lisse

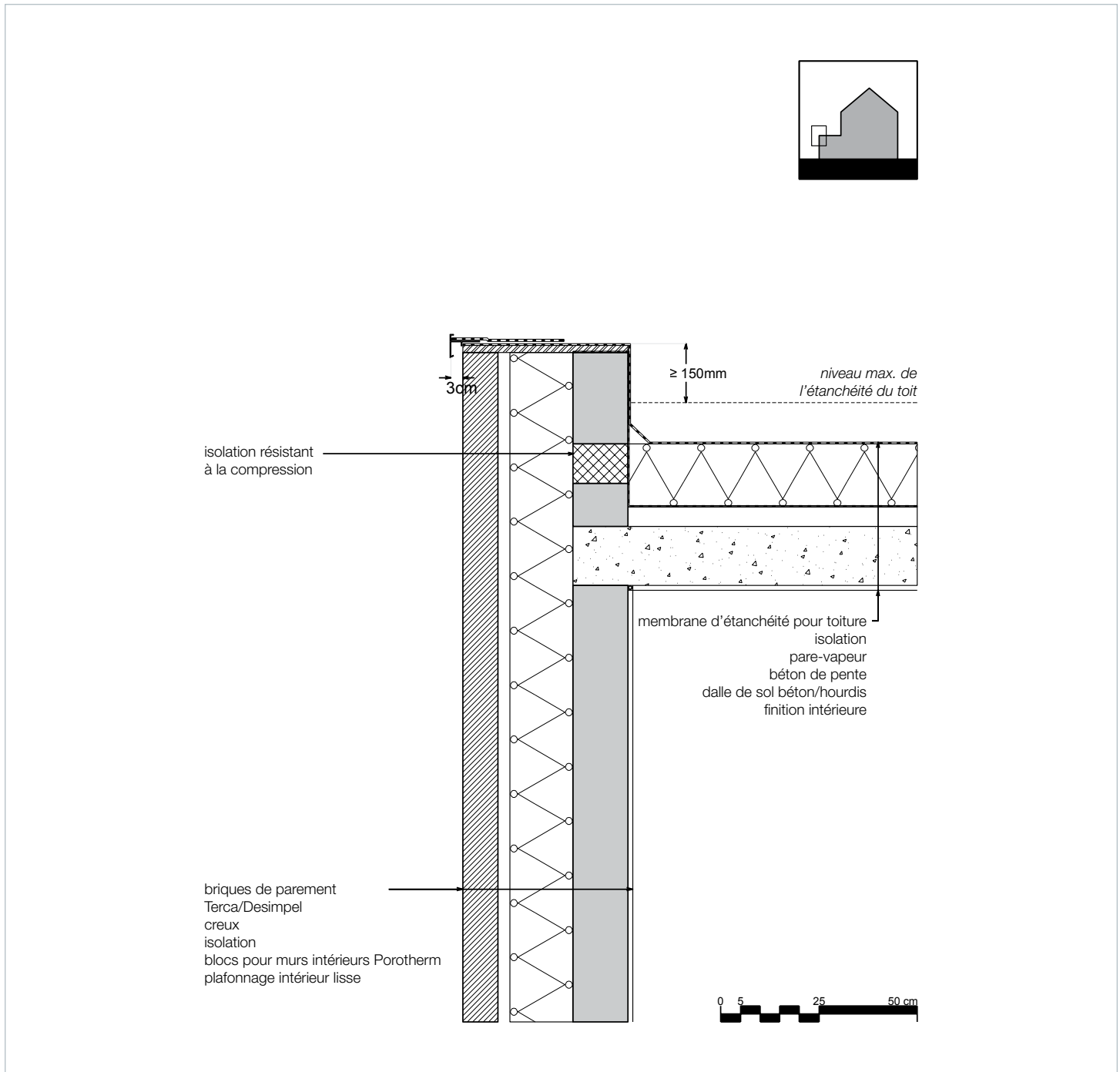
6.6.2. TOIT PLAT LÉGER – RIVE DE TOIT

À hauteur du raccord entre l'isolation du toit et l'isolation du mur, le nœud constructif sera PEB-conforme selon la règle de base 2 par l'application d'une isolation résistante à la compression.



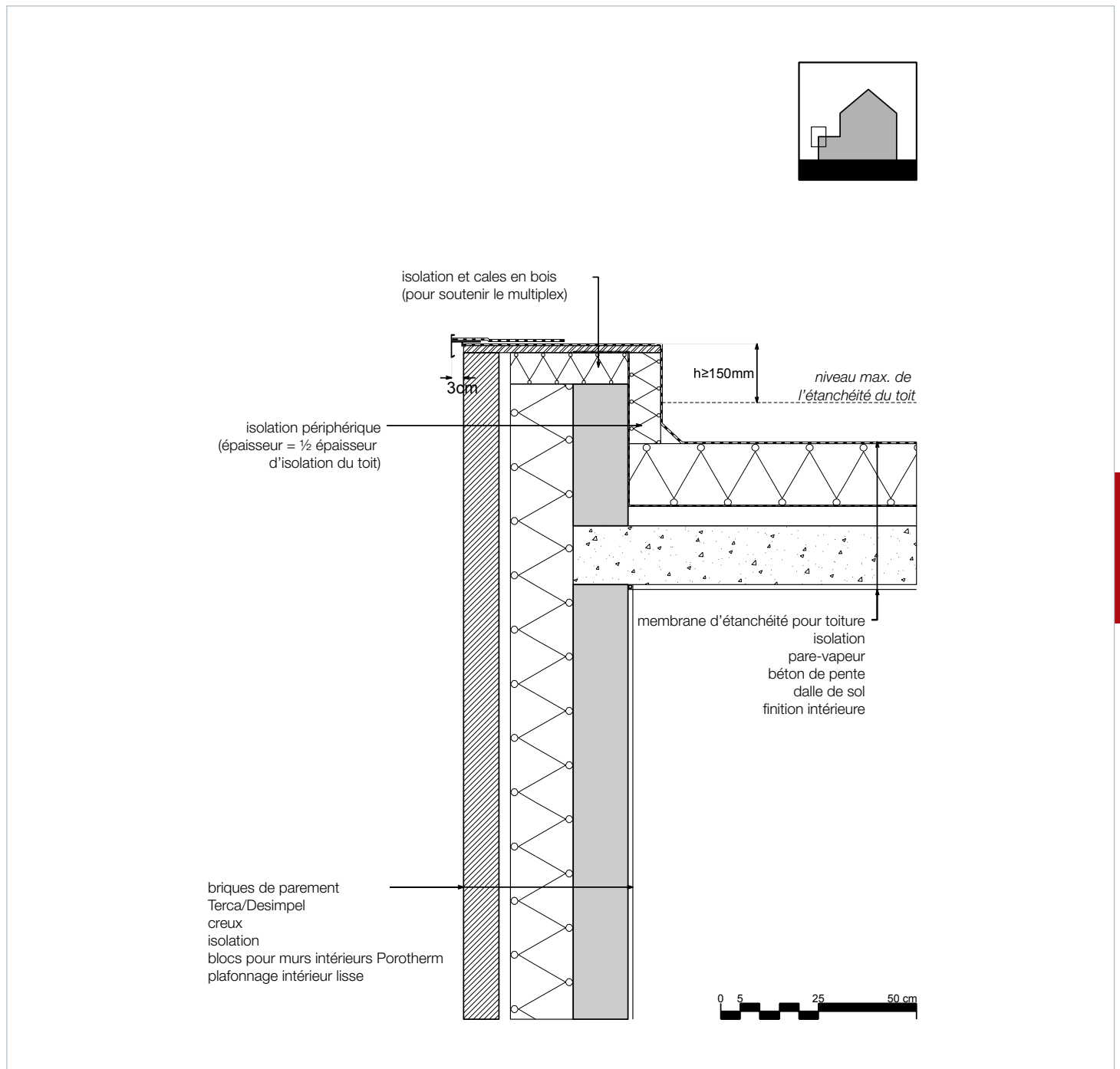
6.6.3. TOIT PLAT LOURD – RIVE DE TOIT – AVEC COUPURE THERMIQUE

À hauteur du raccord entre l'isolation du toit et l'isolation du mur, le nœud constructif sera PEB-conforme selon la règle de base 2 par l'application d'une isolation résistant à la compression.



6.6.4. TOIT PLAT LOURD – RIVE DE TOIT – AVEC ACROTÈRE ISOLÉ

À hauteur du raccord entre l'isolation du toit et l'isolation du mur, le nœud constructif sera PEB-conforme selon la règle de base 2 par l'application d'une isolation périphérique.



SOURCES:

- NBN EN 771-1:2011 + A1 : 2015: Spécification pour éléments de maçonnerie - Partie 1
- STS22 Maçonnerie pour constructions basses _ version provisoire novembre 2014 et mises à jour
- PTV 23-003 (version 02/02/2018): Prescriptions techniques pour les briques de maçonnerie non-décorative
- NBN EN 1996-1-1 ANB + annexe nationale: Eurocode 6 - Calcul des ouvrages en maçonnerie - Partie 1-1: Règles communes pour ouvrages en maçonnerie armée et non-armée
- NBN EN 1996-1-2 + annexe nationale: Eurocode 6 - Calcul des ouvrages en maçonnerie - Partie 1-2: Règles générales - Calcul du comportement au feu (+ AC:2010)
- NBN EN 1996-3 + annexe nationale: Eurocode 6 - Calcul des ouvrages en maçonnerie - Partie 3: Méthodes de calcul simplifiées pour les ouvrages de maçonnerie non-armée (+ AC:2009)
- NBN B 62-002: Performances thermiques de bâtiments - Calcul des coefficients de transmission thermique (valeurs U) des composants et éléments de bâtiments - Calcul des coefficients de transfert de chaleur par transmission (valeur HT) et par ventilation (valeur Hv) (2008)
- NBN EN 772: Méthodes d'essai des éléments de maçonnerie
- NBN EN 1745: Maçonnerie et éléments de maçonnerie - Méthodes pour la détermination des propriétés thermiques (2012)
- NBN EN 998-2: Définitions et spécifications des mortiers pour maçonnerie - Partie 2: Mortiers de montage des éléments de maçonnerie (2016)
- NBN EN 13139: 2002 (+AC 2004): Granulats pour mortiers
- Annexe 3 MONITEUR BELGE Document de référence pour les pertes par transmission — 08.12.2010
- 19 DÉCEMBRE 1997. Arrêté royal modifiant l'arrêté royal du 7 juillet 1994 fixant les normes de base en matière de prévention contre l'incendie et l'explosion, auxquelles les bâtiments nouveaux doivent satisfaire
- Manuel Maçonnerie de terre cuite, Fédération Belge de la Brique, novembre 2008
- Rapport final simulation dynamique d'énergie Wienerberger Maison Massive Passive; Technum-Tractebel Engineering; janvier 2009
- BEP2020: performances énergétiques fiables des logements. Pour une performance renforcée et indépendante des utilisateur (auteurs: Staepels Liesbeth, Verbeeck Griet, Bauwens Geert Deconinck An-Heleen, Roels Staf, Van Gelder Liesje) (2013)
- NIT Maçonnerie version provisoire n°6 bis – 2016-12
- NIT 199 Les enduits intérieurs – 1^{ère} partie (mars 1996)
- Note d'Information Technique 1: L'isolation acoustique aux bruits aériens et de contact des immeubles d'habitation; CT acoustique; version de travail 10 (mars 2015) et version de travail 14 (novembre 2015)

SITES INTERNET:

www.energiesparen.be
www.natureplus.org
www.c2ccertified.org
www.nibe.info
www.environnement.brussels
www.cstc.be
www.wienerberger.be
www.noedsconstructifs.be
www.lequartier-durable.be

Wienerberger sa

Kapel ter Bede 121, B-8500 Kortrijk

T 056 24 96 38, F 056 20 47 60

info@wienerberger.be, www.wienerberger.be

