



PROGRAMME D'ACCOMPAGNEMENT DES PROFESSIONNELS
« Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 »

www.reglesdelart-grenelle-environnement-2012.fr

RECOMMANDATIONS PROFESSIONNELLES

**MAÇONNERIES ISOLANTES
AVEC ISOLATION THERMIQUE
PAR L'INTÉRIEUR OU RÉPARTIE**

PARTIE 2 – RÈGLES DE MISE EN ŒUVRE

AOÛT 2014

NEUF

ÉDITO

Le Grenelle Environnement a fixé pour les bâtiments neufs et existants des objectifs ambitieux en matière d'économie et de production d'énergie. Le secteur du bâtiment est engagé dans une mutation de très grande ampleur qui l'oblige à une qualité de réalisation fondée sur de nouvelles règles de construction.

Le programme « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 » a pour mission, à la demande des Pouvoirs Publics, d'accompagner les quelque 370 000 entreprises et artisans du secteur du bâtiment et l'ensemble des acteurs de la filière dans la réalisation de ces objectifs.

Sous l'impulsion de la CAPEB et de la FFB, de l'AQC, de la COPREC Construction et du CSTB, les acteurs de la construction se sont rassemblés pour définir collectivement ce programme. Financé dans le cadre du dispositif des certificats d'économies d'énergie grâce à des contributions importantes d'EDF (15 millions d'euros) et de GDF SUEZ (5 millions d'euros), ce programme vise, en particulier, à mettre à jour les règles de l'art en vigueur aujourd'hui et à en proposer de nouvelles, notamment pour ce qui concerne les travaux de rénovation. Ces nouveaux textes de référence destinés à alimenter le processus normatif classique seront opérationnels et reconnus par les assureurs dès leur approbation ; ils serviront aussi à l'établissement de manuels de formation.

Le succès du programme « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 » repose sur un vaste effort de formation initiale et continue afin de renforcer la compétence des entreprises et artisans sur ces nouvelles techniques et ces nouvelles façons de faire. Dotées des outils nécessaires, les organisations professionnelles auront à cœur d'aider et d'inciter à la formation de tous.

Les professionnels ont besoin rapidement de ces outils et « règles du jeu » pour « réussir » le Grenelle Environnement.

Alain MAUGARD

Président du Comité de pilotage du Programme
« Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 »
Président de QUALIBAT



PROGRAMME D'ACCOMPAGNEMENT DES PROFESSIONNELS

« Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 »

Ce programme est une application du Grenelle Environnement. Il vise à revoir l'ensemble des règles de construction, afin de réaliser des économies d'énergie dans le bâtiment et de réduire les émissions de gaz à effet de serre.

www.reglesdelart-grenelle-environnement-2012.fr

AVANT-PROPOS

Afin de répondre au besoin d'accompagnement des professionnels du bâtiment pour atteindre les objectifs ambitieux du Grenelle Environnement, le programme « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 » a prévu d'élaborer les documents suivants :

Les **Recommandations Professionnelles** « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 » sont des documents techniques de référence, préfigurant un avant-projet NF DTU, sur une solution technique clé améliorant les performances énergétiques des bâtiments. Leur vocation est d'alimenter soit la révision d'un NF DTU aujourd'hui en vigueur, soit la rédaction d'un nouveau NF DTU. Ces nouveaux textes de référence seront reconnus par les assureurs dès leur approbation.

Les **Guides** « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 » sont des documents techniques sur une solution technique innovante améliorant les performances énergétiques des bâtiments. Leur objectif est de donner aux professionnels de la filière les règles à suivre pour assurer une bonne conception, ainsi qu'une bonne mise en œuvre et réaliser une maintenance de la solution technique considérée. Ils présentent les conditions techniques minimales à respecter.

Les **Calepins de chantier** « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 » sont des mémentos destinés aux personnels de chantier, qui illustrent les bonnes pratiques d'exécution et les dispositions essentielles des Recommandations Professionnelles et des Guides « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 ».

Les **Rapports** « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 » présentent les résultats soit d'une étude conduite dans le cadre du programme, soit d'essais réalisés pour mener à bien la rédaction de Recommandations Professionnelles ou de Guides.

Les **Recommandations Pédagogiques** « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 » sont des documents destinés à alimenter la révision des référentiels de formation continue et initiale. Elles se basent sur les éléments nouveaux et/ou essentiels contenus dans les Recommandations Professionnelles ou Guides produits par le programme.

L'ensemble des productions du programme d'accompagnement des professionnels « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 » est mis gratuitement à disposition des acteurs de la filière sur le site Internet du programme : <http://www.reglesdelart-grenelle-environnement-2012.fr>



Sommaire

1 - Introduction	7
2 - Règles de mise en œuvre	11
3 - Choix des éléments de maçonnerie isolants	12
3.1. • Éléments spéciaux	13
4 - Mortiers de mise en œuvre	17
5 - Mise en œuvre du joint horizontal.....	18
5.1. • Réalisation du joint horizontal au mortier-colle.....	18
5.2. • Mise en œuvre des joints horizontaux au mortier allégé.....	20
6 - Mise en œuvre du joint vertical	22
7 - Interface avec les éléments de gros-œuvre.....	23
7.1. • Chaînages horizontaux	23
7.2. • Chaînages verticaux	25
7.3. • Jonctions en T.....	26
7.4. • Chaînages en zones sismiques.....	28
7.5. • Rupteurs thermiques de planchers à poutrelles.....	30
7.6. • Plancher sur vide sanitaire ou dalle sur terre-plein	31
7.7. • Coupures de capillarité	32
7.8. • Trumeaux	33
7.9. • Linteaux.....	37
7.10. • Coffres de volets roulants (CVR).....	38
8 - Interface avec le second œuvre.....	40
8.1. • Isolation par l'intérieur.....	40
8.2. • Isolation thermique répartie (ITR).....	40
8.3. • Baies recevant les menuiseries	40
8.4. • Saignés et réservations dans les murs	43
9 - Tolérances de mise en œuvre.....	46
9.1. • Tolérances générales.....	46
9.2. • Tolérances d'exécution du gros-œuvre recevant la menuiserie.....	46
10 - Livraison et stockage des matériaux sur chantier	49

11 - Rappel des précautions de coordination entre les corps d'état.....	50
11.1. • Pose des éléments de maçonnerie.....	50
11.2. • Réception de la maçonnerie	51
11.3. • Mise en œuvre des menuiseries	52
11.4. • Mise en œuvre de l'enduit	57
 Bibliographie	 59





Introduction

1



Depuis une trentaine d'années, et du fait des différentes crises de l'énergie, des éléments de maçonnerie isolants se sont développés pour participer à la baisse de la consommation d'énergie. Ils sont bien adaptés à la construction de maisons individuelles, de maisons groupées et de petits collectifs en ITI ou en ITR (sans isolant rapporté).

Ces résultats ont été permis par la conjonction des qualités d'isolation, d'inertie et de traitement des ponts thermiques, et le développement par les filières industrielles (terre cuite, bloc béton de granulats légers et béton cellulaire) de la technique de pose à joints minces. Cette technique s'est rapidement développée grâce aux actions de monitorat sur chantier et aux actions de formation pour les jeunes avec le CCCA (Comité de concertation et de Coordination de l'Apprentissage) et pour les professionnels avec la CAPEB et la FFB.

La technique de montage à joints minces a de nombreux avantages qui se caractérisent par :

- moins de matière manipulée : par exemple pour une maison de 120 m² de murs, 180 kg de mortier-colle contre 5,5 T de mortier en montage traditionnel ;
- une consommation d'eau réduite : 90 % d'eau en moins ;
- des chantiers plus propres (moins de déchet à recycler)
- une meilleure maîtrise de la mise en œuvre (mortiers performanciers) ;
- moins de nuisance sonore ;
- des résistances thermiques élevées allant jusqu'à 2,5 m².K/W, pour les éléments de maçonneries isolants de dernière génération utilisés en ITI, et 5,5 m².K/W pour les éléments de maçonneries isolants utilisés en ITR.



Les maçons se sont aujourd'hui appropriés la technique de mise en œuvre à joint mince, mais il faut dorénavant envisager le procédé comme un système constructif complet à l'échelle de l'enveloppe du bâtiment (murs, planchers, fenêtres, coffres de volets roulants, distribution des fluides, doublage en ITI ...), en optimisant les interfaces entre composants, en utilisant les accessoires adaptés et en coordonnant les interventions des différents corps de métier pour garantir notamment une très bonne performance en perméabilité à l'air des parois.

Les recommandations professionnelles RAGE Maçonneries isolantes ITI et ITR serviront de contributions à la définition de règles de l'art applicables aux maçonneries isolantes, en vue de les intégrer dans le NF DTU 20.1. Elles sont structurées en deux documents : Ces deux documents s'appuient principalement sur les enseignements d'opérations de construction et définissent les optimisations possibles aux travers d'outils de spécification (grilles de lecture des contraintes réglementaires et exigences essentielles), solutions génériques adaptées (traitement des ponts thermiques, accessoires...), logique d'organisation de chantier, auto contrôle de la qualité de la mise en œuvre.

Les spécifications relatives aux éléments de maçonnerie isolants conformes aux normes européennes de la série NF EN 771 :

- Briques de terre cuite à perforations verticales ou horizontales ;
- Blocs de béton de granulats légers pleins, perforés et creux ;
- Blocs en béton cellulaire autoclavé (BCA).

Et les prescriptions et performances techniques applicables aux ouvrages de maçonnerie isolante, notamment celles liées à la performance thermique, en relation avec la RT 2012, sont l'objet de la première partie des recommandations professionnelles.

Cette seconde partie porte sur les dispositions constructives applicables à la mise en œuvre des maçonneries isolantes, en se référant :

- aux spécifications du NF DTU 20.1 ;
- aux spécifications des avis techniques et DTA lorsque ceux-ci sont utilisés ;
- à des dispositions constructives nouvelles, dérogeant aux DTU, lorsque celles-ci sont développées pour répondre à la réglementation thermique RT 2012.

Elles serviront de contributions à la définition de règles de l'art applicables aux maçonneries isolantes, en vue de les intégrer dans le cahier des clauses techniques du NF DTU 20.1 partie 1.1.

Les procédés de maçonneries isolantes à joints minces doivent :

- Soit être couverts par un Avis technique (Atec) ou un document technique d'application (DTA) couvrant l'élément de maçonnerie, le mortier de montage et leur mise en œuvre ;
- Soit être mis en œuvre avec un mortier de montage conforme au type (T) de la norme NF EN 998-2 et dont la compatibilité



avec l'élément maçonné et l'outil d'application est établie en prenant en compte :

- Ses propriétés rhéologiques, qui doivent être adaptées au profil structurel du matériau à coller et à l'outil d'application préconisé,
- Sa rétention d'eau, qui doit être adaptée à la porosité du matériau à coller et à l'épaisseur minimale du joint (1mm),
- Son aptitude au mouillage (transfert du mortier frais à l'écrasement), qui doit être adaptée à la surface du matériau,
- Sa durée pratique d'utilisation (DPU) et son temps ouvert (TO), qui doivent être compatibles avec l'application sur chantier.

Cette compatibilité entre mortier de montage et élément de maçonnerie et outil d'application peut être établie par un Atec, un DTA ou une certification prenant en compte les spécifications ci-dessus.

Remarque

A la date de publication de ces recommandations, seuls des Atec et DTA sont délivrés et disponibles sur le site du CSTB :

- Dans le cas des procédés Terre cuite, faire une recherche via la rubrique : « éléments de maçonnerie »
- Dans le cas des mortiers pour blocs béton de granulats légers et béton cellulaire, faire une recherche via les rubriques : « mortiers à joints minces » ou « éléments de maçonnerie ».

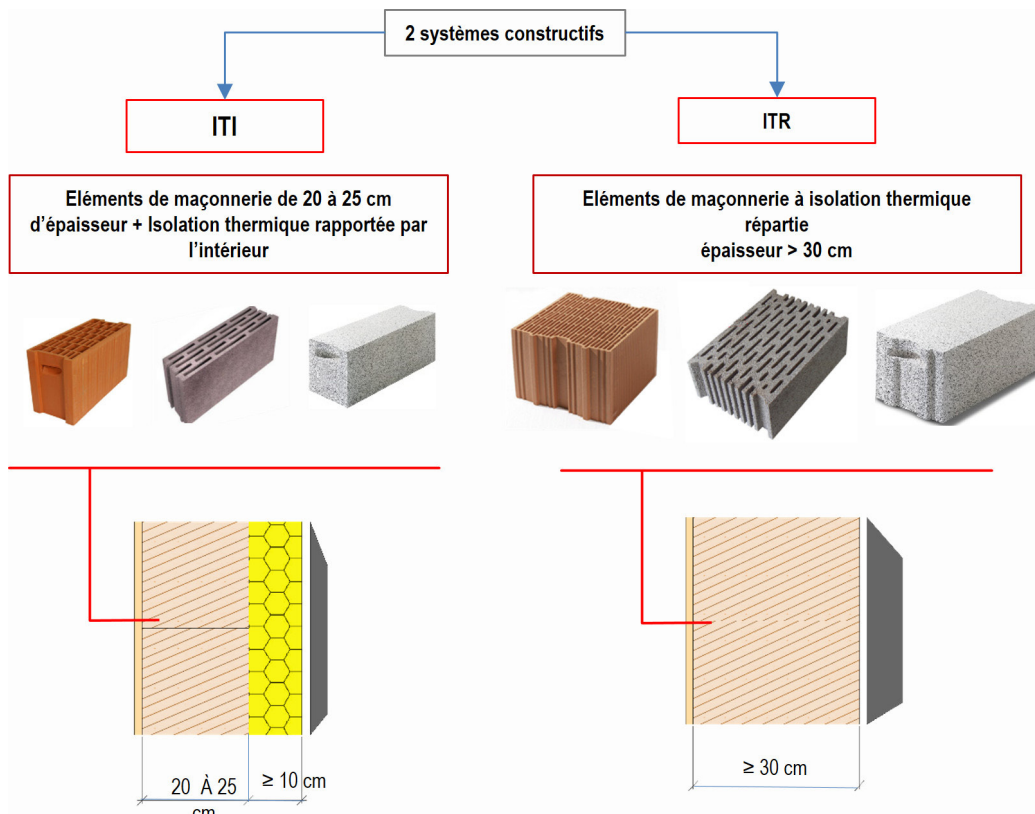
Le guide présente les deux techniques de mise en œuvre suivantes :

- murs avec isolation thermique par l'intérieur (ITI) ;
Ces murs peuvent être de type IIa, IIb ou III (NF DTU 20.1 P3) ;
- murs dont l'élément de maçonnerie assure à lui seul l'isolation thermique (isolation thermique répartie – ITR). Ils sont de type I (NF DTU 20.1 P3).

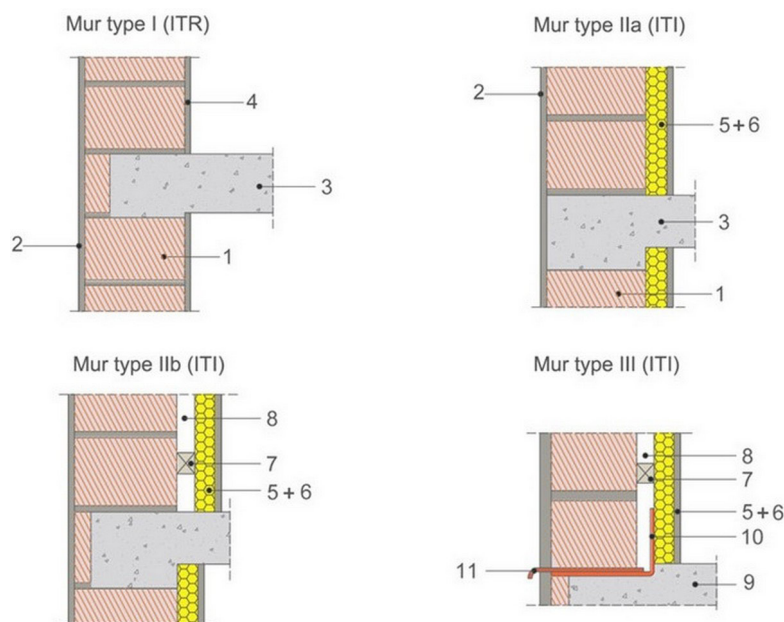
Les murs peuvent être montés à joints minces ou à joints épais.

Remarque

La mise en œuvre de l'isolation thermique par l'intérieur sur des éléments de maçonnerie est traitée dans le guide RAGE ITI.



▲ Figure 1 : Techniques de mise en œuvre des murs de maçonneries isolantes visés par les recommandations professionnelles



Légende

- | | |
|--------------------------|------------------------|
| 1 Élément de maçonnerie | 6 Plaque de plâtre |
| 2 Enduit extérieur | 7 Plot non hydrophile |
| 3 Plancher | 8 Lamé d' air |
| 4 Enduit intérieur | 9 Décrochement |
| 5 Isolant non hydrophile | 10 Relevé d'étanchéité |
| | 11 Exutoire |

▲ Figure 2 : Rappel des différents types de mur visés par le document

Règles de mise en œuvre

2



La mise en œuvre sera réalisée conformément aux spécifications du NF DTU 20.1. On pourra également se référer à L'Eurocode 6, § 8 si nécessaire.

Deux méthodes de pose sont actuellement utilisables en ITI ou en ITR : la pose collée ou maçonnée.

La pose collée est la plus fréquente aujourd'hui, du fait des avantages qu'elle procure :

- Rapidité d'exécution ;
- Facilité de mise en œuvre du mortier-colle grâce à l'emploi d'un rouleau ou d'une pelle d'encollage, technique plus simple à utiliser et moins pénible que le hourdage traditionnel.
- Très peu de déchets sur chantier.

Pour s'adapter à la pose collée, la plupart des produits disposent d'un emboîtement vertical qui a plusieurs intérêts :

- il offre un gain de temps appréciable au montage et permet d'obtenir un alignement précis des produits ;
- il améliore la performance thermique du mur, comparée à une méthode de mise en œuvre traditionnelle avec remplissage au mortier des joints verticaux.

Il y a lieu de respecter le mode de mise en œuvre spécifié par le fabricant : un produit destiné à être collé doit en effet présenter des tolérances de pose réduites par rapport à un produit monté traditionnellement.



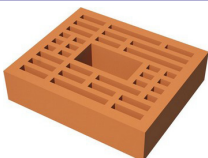





Choix des éléments de maçonnerie isolants

3



Ils seront conformes aux spécifications définies dans le document contractuel.

Le marquage apposé sur les éléments permet de les identifier.

	Briques	Blocs béton isolants	Blocs béton cellulaire autoclavé (BCA)
Groupe 1 Éléments pleins ou constitués de trous de faible importance			
Groupes 2 et 3 Éléments constitués d'alvéoles verticales. La distinction de groupe est fonction de la section des alvéoles			
Groupe 4 Éléments constitués d'alvéoles horizontales			

▲ **Tableau 1** : Exemples d'éléments de maçonnerie utilisables


Les éléments de maçonnerie destinés au montage collé à joints minces sont fabriqués avec des tolérances dimensionnelles réduites. Ces éléments sont repérables par un repère mentionné sur le marquage des éléments :

- Lettre M pour les éléments en terre cuite ;
- Lettre C pour les blocs en béton ;
- Lettres TA ou TB pour les éléments en "béton cellulaire autoclavé (BCA)."

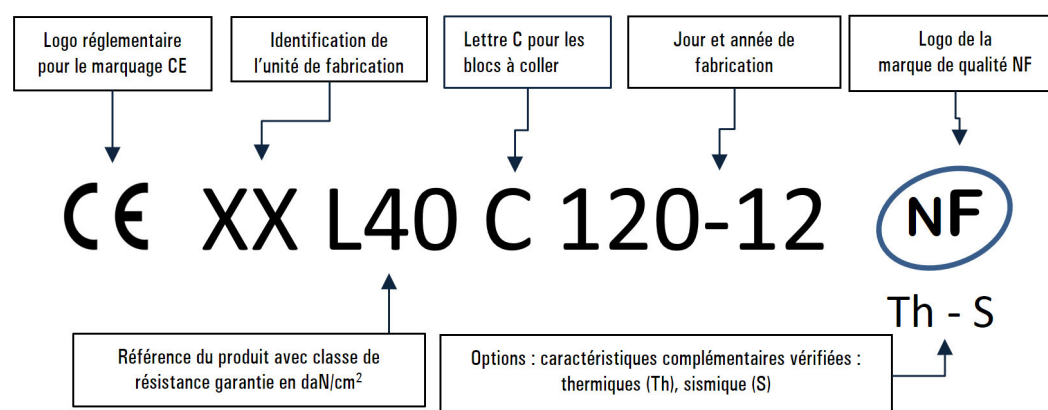


Exemple de marquage CE – NF

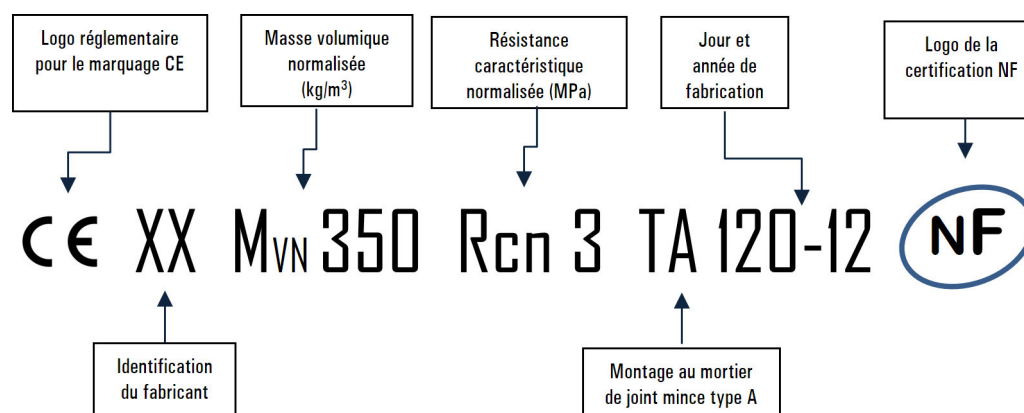
Pour un modèle ayant une caractéristique thermique et sismique complémentaire :

	XX	YY	M	14	01	RC40 / Cat I
	Identifica- tion de la société	Identifica- tion du site de fabrica- tion	Pose à joint mince	Année de fabrication	Mois de fabrica- tion	Désignation de la classe et catégorie de résistance ⁶

Brique de terre cuite – Exemple de marquage CE – NF⁶



▲ Figure 3 : Blocs isolants – Exemple de marquage CE-NF



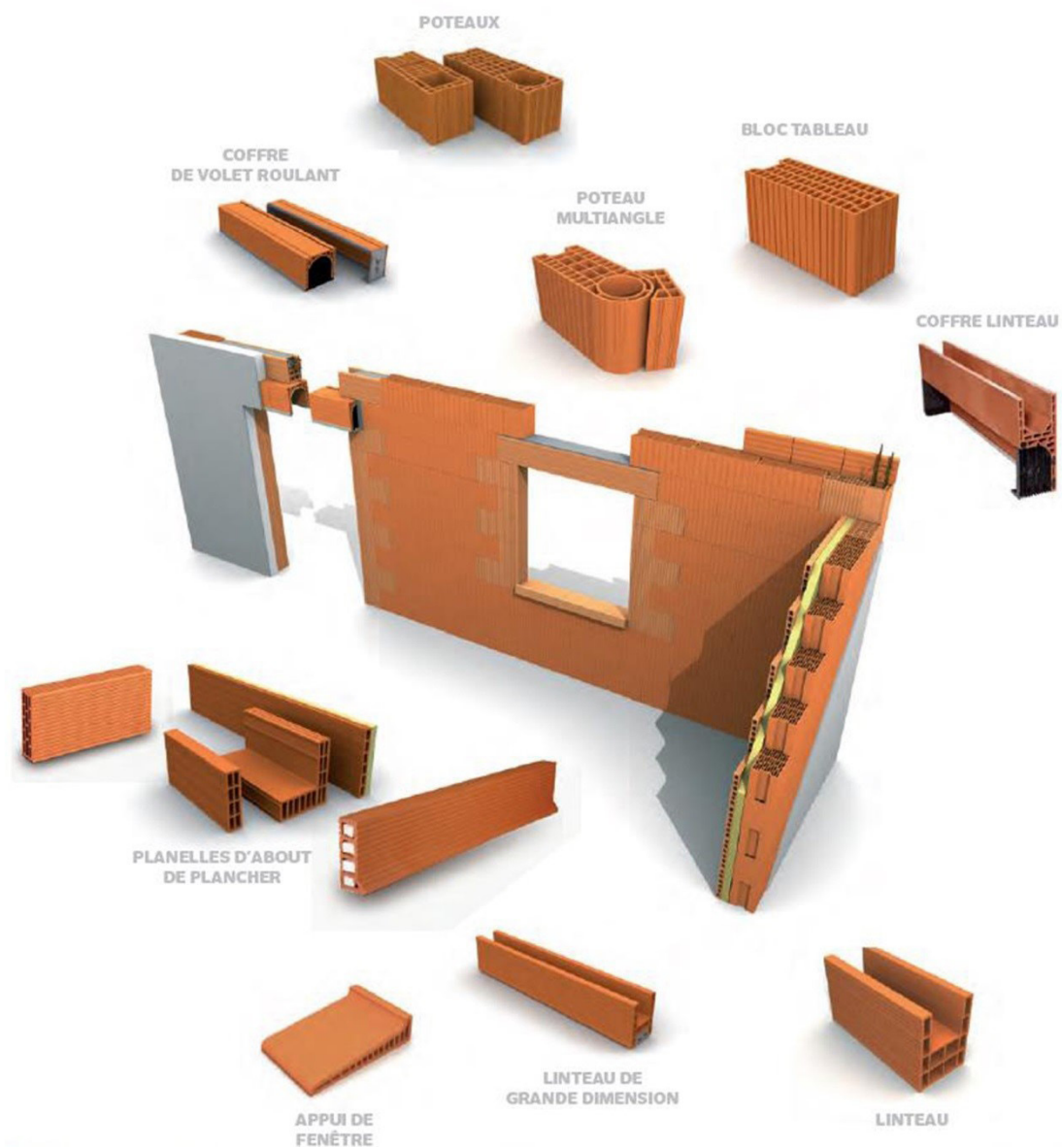
▲ Figure 4 : Blocs de béton cellulaire – Exemple de marquage CE-NF

3.1. • Éléments spéciaux

Différents éléments accessoires permettent de réaliser les points singuliers des murs aux dimensions requises, avec un minimum de coupes des éléments. Le temps de mise en œuvre s'en trouve réduit et la qualité de la maçonnerie est améliorée.

D'autres produits peuvent être associés à la maçonnerie tels que :

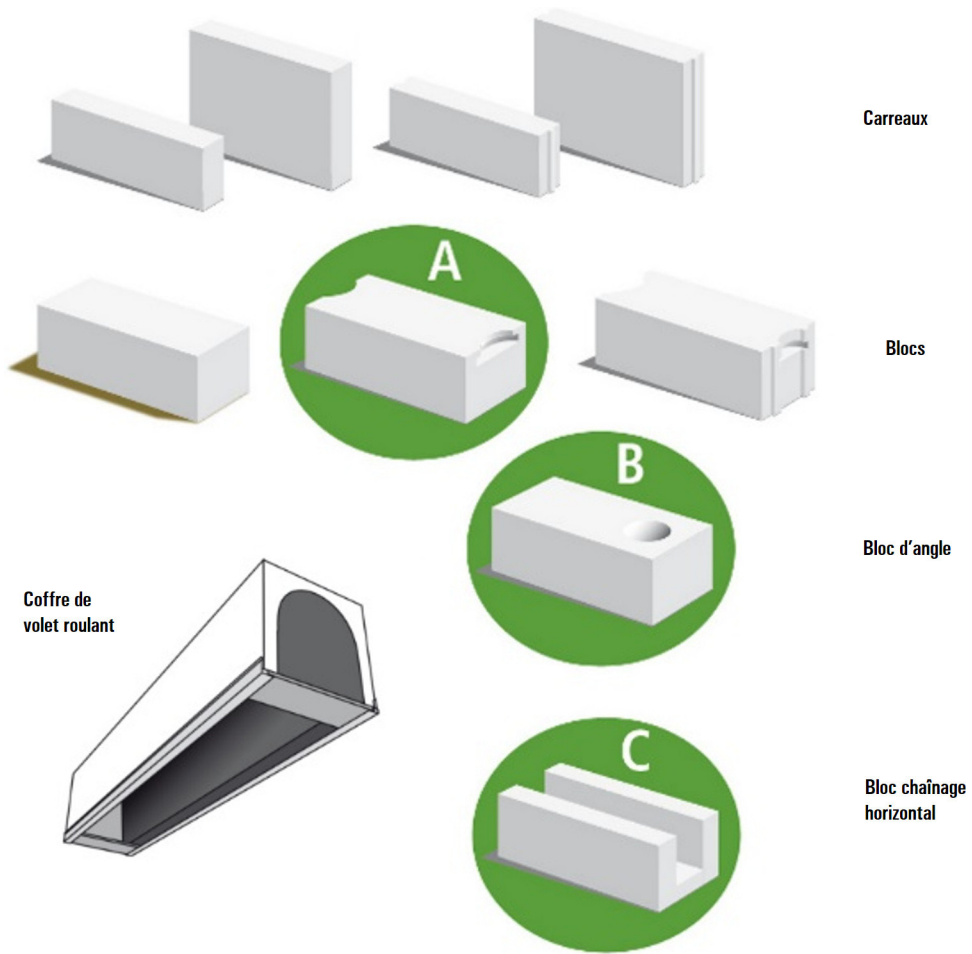
- coffres de volet roulant, simples ou servant de coffrage de linteau (produits sous avis techniques) ;
- prélinteaux ou linteaux préfabriqués, conformes à la norme NF EN 845-2 ;



▲ Figure 5 : Exemples d'accessoires en briques Terre cuite



▲ Figure 6 : Exemple d'accessoires en blocs de granulats légers



▲ Figure 7 : Les blocs en béton cellulaire et accessoires associés



4

Mortiers de mise en œuvre



Le mortier à utiliser sera défini dans le document contractuel (mortier traditionnel ou industriel en sac).

Le mortier de montage doit être adapté à l'élément de maçonnerie.

Les différents types de mortiers suivants sont utilisables (voir § 4.1 et NF DTU 20.1 P1.1 § 5 à 8, P1.2 § 3.6 et annexe E) :

- Maçonnerie hourdés à joints épais : mortier courant fabriqué sur chantier, mortier industriel ou performancier courant (type G) ou allégé (type L) ;
- *Montage à joint mince : mortier performancier type T. Ce mortier doit être couvert par un Avis technique ou un DTA, en lien avec les éléments de maçonneries compatibles. Les épaisseurs moyennes des joints de mortier à mettre en œuvre sont précisées dans le (Tableau 2).*

Type de joint	Type d'éléments	Catégorie ou classe d'emploi ⁽¹⁾	Tolérance des Éléments ⁽¹⁾	Type de mortier	Classe de Résistance M du mortier en MPa	Joint d'assise	Joint vertical
A maçonner	Briques TC			Mortier de chantier ou mortier industriel L ⁽²⁾	≥ M 10	10 à 20 mm	
	Blocs béton léger		D1			10 à 20 mm	6 mm (4 mm pour les blocs à emboitement)
	Blocs BCA		GL			8 à 15 mm	
A coller ⁽³⁾ (Joint mince)	Briques TC	M	Tm	Mortier Performancier T ⁽²⁾	≥ M 10	1 à 3 mm	
	Blocs béton léger	C	D3, D4			2 à 3 mm	
	Blocs BCA		TA et TB			1 à 4 mm	

(1) Selon normes de la série NF EN 771.
 (2) Selon norme NF EN 998-2.
 (3) L'épaisseur du joint, une fois durci, sera d'au moins 1 mm en épaisseur régulière et continue.

▲ **Tableau 2 :** Épaisseur moyenne des joints de mortier (éléments de maçonnerie à enduire)



Mise en œuvre du joint horizontal

5

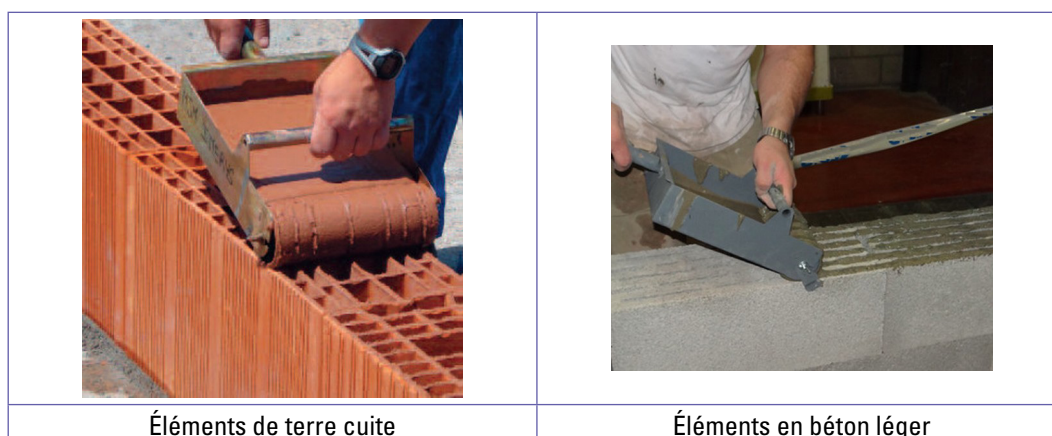


5.1. • Réalisation du joint horizontal au mortier-colle

Les éléments de maçonnerie destinés au montage collé à joints minces sont fabriqués avec des tolérances dimensionnelles réduites (voir partie 1, § 3). L'épaisseur du joint, une fois durci, sera d'au moins 1 mm en épaisseur régulière et continue.

Les règles de montage à joints minces sont rappelées ci-après (voir NF DTU 20.1 P1.1, § 5 à 8) :

Exemples de mise en œuvre



▲ Figure 8 : Mise en œuvre à joint mince par un rouleau



▲ Figure 9 : Mise en œuvre à joint mince par pelle crantée Éléments en béton cellulaire

Critères à respecter pour la mise en œuvre du mortier :

(Les informations ou les valeurs de ces critères sont définis dans l’Avis technique ou le DTA du produit – Voir également NF DTU 20.1 P1.2 annexe E).

- Dosages et temps de malaxage indiqués par le fabricant de mortier ;
- Durée pratique d’utilisation : temps pendant lequel on peut utiliser la colle une fois malaxée ;
- Temps ouvert : temps pendant lequel on peut monter les éléments après étalement de la colle.
- Températures d’application de la colle (généralement entre 5° C et 35° C).
- Outillage adapté à la pose : rouleau ou pelle crantée adaptée à l’élément.

Critères à respecter pour le montage des éléments

- Joint horizontal : appliquer fermement le produit sur le lit de colle.
- Joint vertical : bien enfoncer les blocs dans les emboitements.
- Respecter la mise en œuvre des différents modules de maçonnerie définis sur le plan de calepinage pour limiter les coupes.
- En cas de coupe de blocs, il est recommandé de réaliser celle-ci avec précision pour limiter le bourrage au mortier (dans ce dernier cas, il est préférable d’employer un mortier isolant).



- Mettre en place une protection durant 24 heures après le montage en cas de pluie ou de neige, pour éviter le détrempage du mortier ou des éléments de maçonnerie.

Mise en œuvre du premier rang (voir NF DTU 20.1 P1-1, § 5.2.2.2)

- Monter le premier rang sur une arase au mortier frais ou sur une arase durcie et parfaitement plane (montage à la colle).
- La mise à niveau, l'horizontalité et l'aplomb seront de préférence réglés avec un niveau laser pour obtenir la meilleure précision ;
- Le mortier d'arase peut être un mortier courant (G) ou allégé (L) ;
- Les rangs supérieurs sont ensuite montés au mortier colle, avec l'outillage fourni (rouleau, pelle crantée).

Nota

Avec les éléments en béton cellulaire autoclavé, le premier rang peut être rectifié sur chantier pour parfaire la planéité et l'horizontalité de la face de pose.

5.2. • Mise en œuvre des joints horizontaux au mortier allégé

Les spécifications du NF DTU 20.1 P1.1 § 5.2 et P1.2, § 3.6 sont à respecter.

La mise en œuvre au mortier allégé concerne plus particulièrement les éléments utilisés en isolation thermique répartie (ITR). Elle permet d'obtenir la performance thermique et l'étanchéité à l'air sans complément d'isolation par l'intérieur.

Les éléments sont mis en œuvre selon les prescriptions du fabricant (avis technique ou DTA) :

- En utilisant un mortier allégé de recette ;
- Ou sur la base de la technique des joints interrompus, en faisant appel à un gabarit pour la mise en place du mortier (pose sur plusieurs bandes de mortier réparties sur les cloisons longitudinales porteuses).

En référence à l'Eurocode 6, § 3.6.1.3, la somme des largeurs de bandes de mortier respectera la condition suivante : $g/t \geq 0,4$, où :

- g est le total des largeurs des bandes de mortier ;
- t est l'épaisseur du mur.

Les bandes de mortier devront être réparties de manière symétrique sur la largeur de l'élément.



▲ Figure 10 : Mise en œuvre du mortier à l'aide d'une grille de pose

Mise en œuvre du premier rang

- Monter le premier rang sur une arase au mortier frais. Le mortier d'arase peut être un mortier courant (G) ou allégé (L) ;
- La mise à niveau, l'horizontalité et l'aplomb seront de préférence réglés avec un niveau laser pour obtenir la meilleure précision ;
- Les rangs supérieurs sont ensuite montés au mortier allégé, avec l'outillage fourni (grille de pose).



6

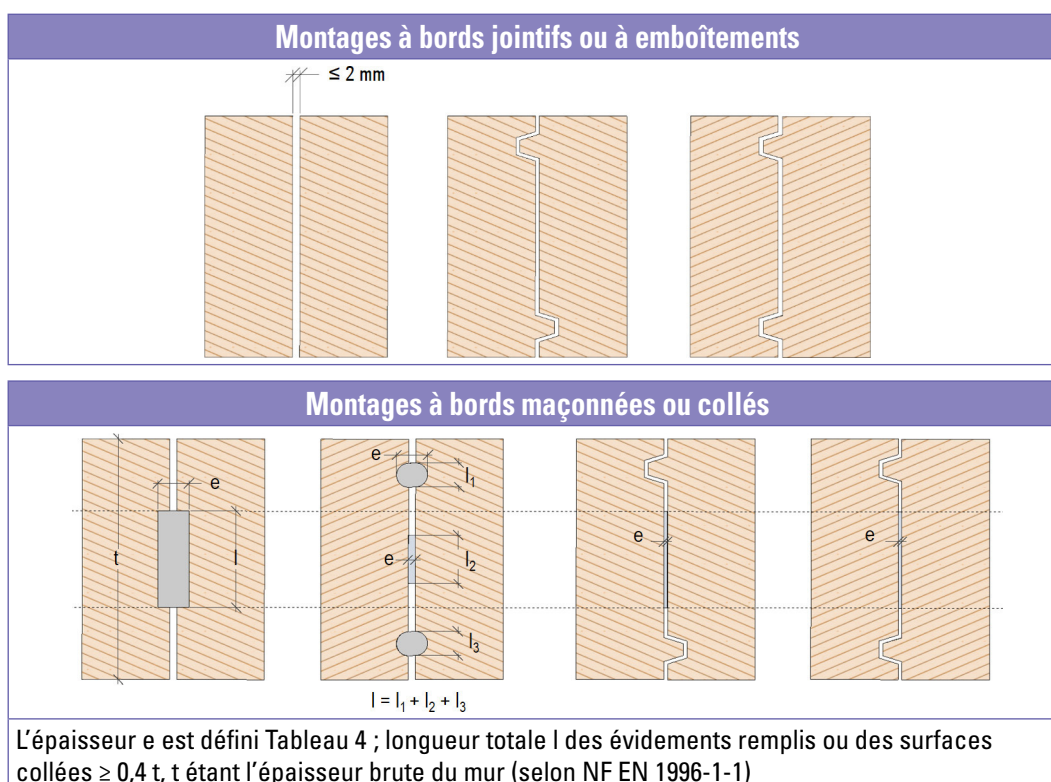
Mise en œuvre du joint vertical

Le document contractuel devra préciser l'appareillage utilisé et le principe de mise en œuvre des joints verticaux :

- pose maçonnée ou pose collée ;
- pose à bords jointifs ou à emboîtement, avec collage éventuel.

Nota

En zone sismique, l'application de l'Eurocode 8 et de son annexe nationale permettent d'utiliser des maçonneries à joints verticaux remplis de mortier et à joints verticaux non remplis.



▲ Figure 11 : Les différents types de joints verticaux

Interface avec les éléments de gros-œuvre

7

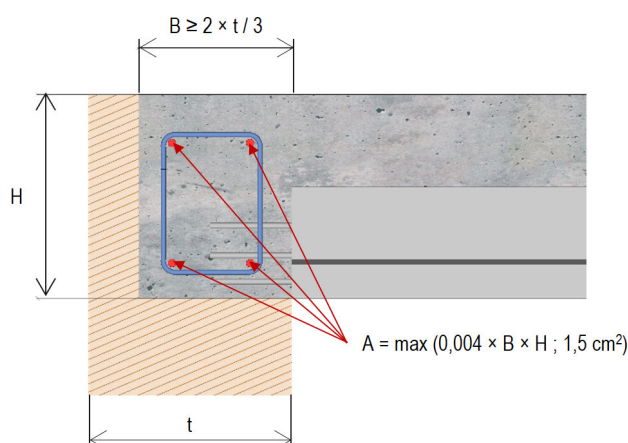


7.1. • Chaînages horizontaux

Ils sont à disposer à chaque étage, au niveau de chaque plancher et en couronnement des murs.

Leur mise en œuvre est réalisée conformément aux spécifications du NF DTU 20.1 P4, § 3.1.1 et aux règles de béton armé (Eurocode 2, Eurocode 6).

Une planelle est en général utilisée pour faciliter la mise en œuvre.



▲ Figure 12 : Section transversale d'un chaînage horizontal (hors zone sismique)

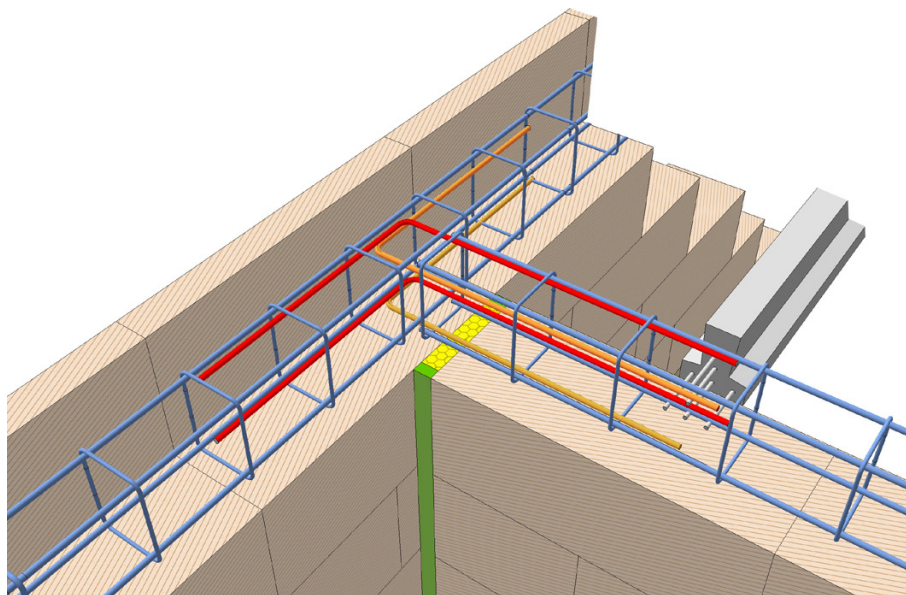
Section du chaînage en zone sismique :

- B et H minimal : 15 cm ;
- Section A minimale d'acier : 4 Φ 10 HA

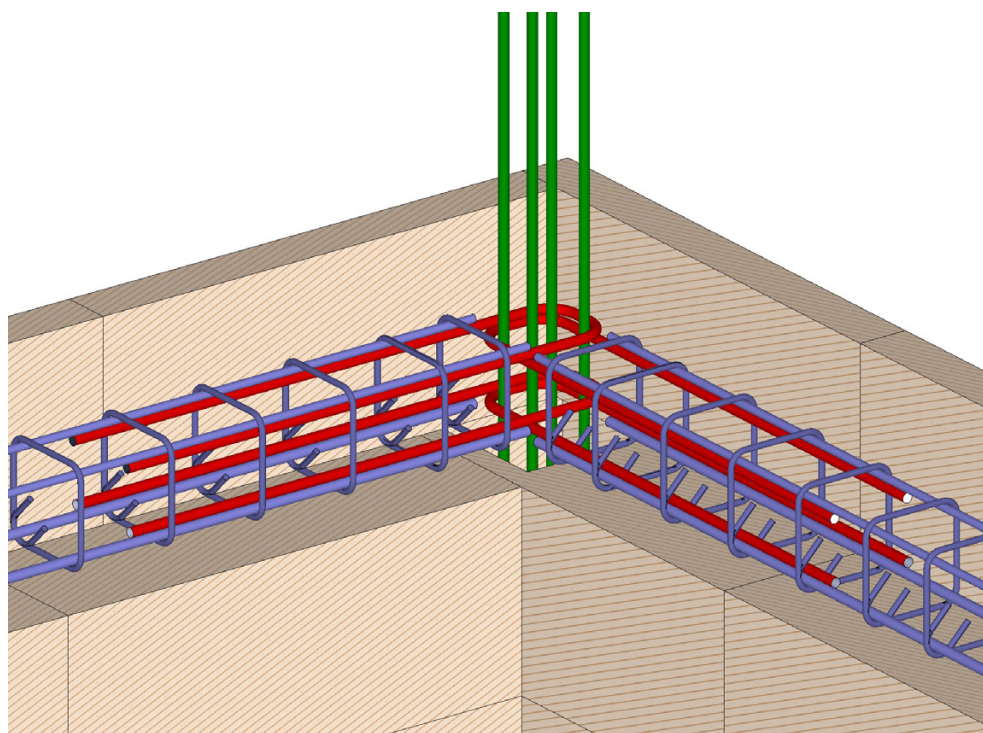
Les armatures longitudinales seront liaisonnées par des cadres ϕ 5 ou 6 mm, espacés de 300 mm environ (150 mm en zone sismique).



Les armatures de liaison seront façonnées en U ou en équerre. La longueur de recouvrement minimale est de 50ϕ avec des aciers à haute adhérence HA (60ϕ en zone sismique).



▲ Figure 13 : Armatures de liaison en équerre Cas d'une liaison en T



▲ Figure 14 : Armatures de liaison en U Cas d'une liaison en angle

Béton de chaînage

Béton de classe d'ouvrabilité S3 à S5 ou d'étalement F4 à F6 (bétons fluides).

Dimension maximale des granulats : inférieure à 20 mm, ou à 10 mm pour le remplissage de cavités de faibles sections (100 mm), ou pour un enrobage d'armature inférieur à 25 mm.

7.2. • Chaînages verticaux

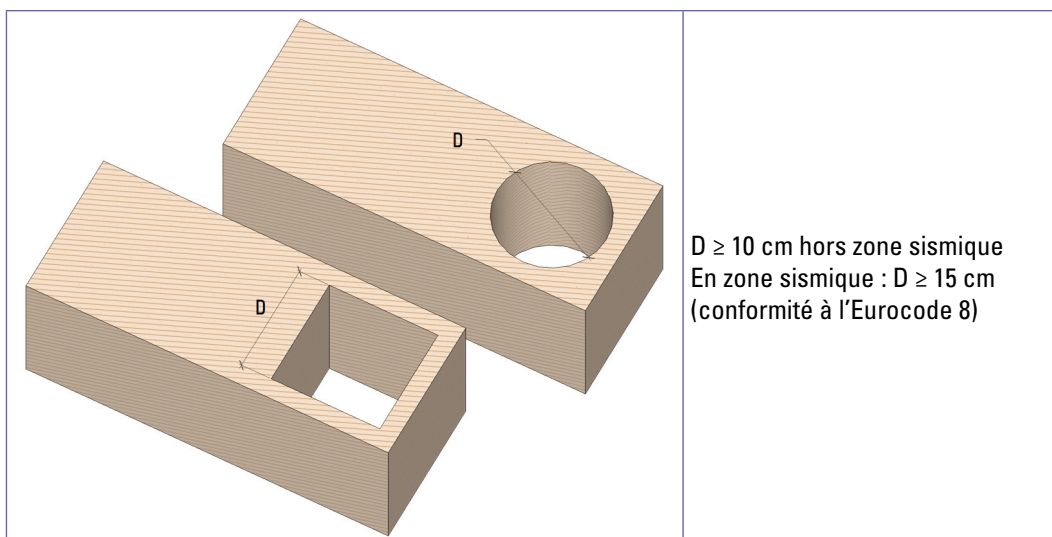
Ils peuvent être réalisés :

- Soit par coffrage (solution à limiter du fait du pont thermique qu'elle crée) ;
- Soit au moyen d'éléments spéciaux de coffrage munis d'un alvéole carré ou circulaire.

Section minimale des alvéoles

Elle est de forme carrée ou circulaire et mesure au minimum 10 cm de côté ou de diamètre.

En condition parasismique, la dimension de la section est portée à 15 cm.



▲ Figure 15 : Section de l'alvéole d'un bloc chaînage

Section minimale des armatures de chaînage

Les aciers utilisés seront de nuance Fe E 500 avec une section minimale correspondant à 2 HA 10.

La continuité des armatures sera assurée par un recouvrement de longueur 50ϕ .

Pour les ouvrages dimensionnés au séisme, ces dispositions sont à remplacer par celles du § (cf. 7.4).

Mise en place des armatures et remplissage du béton

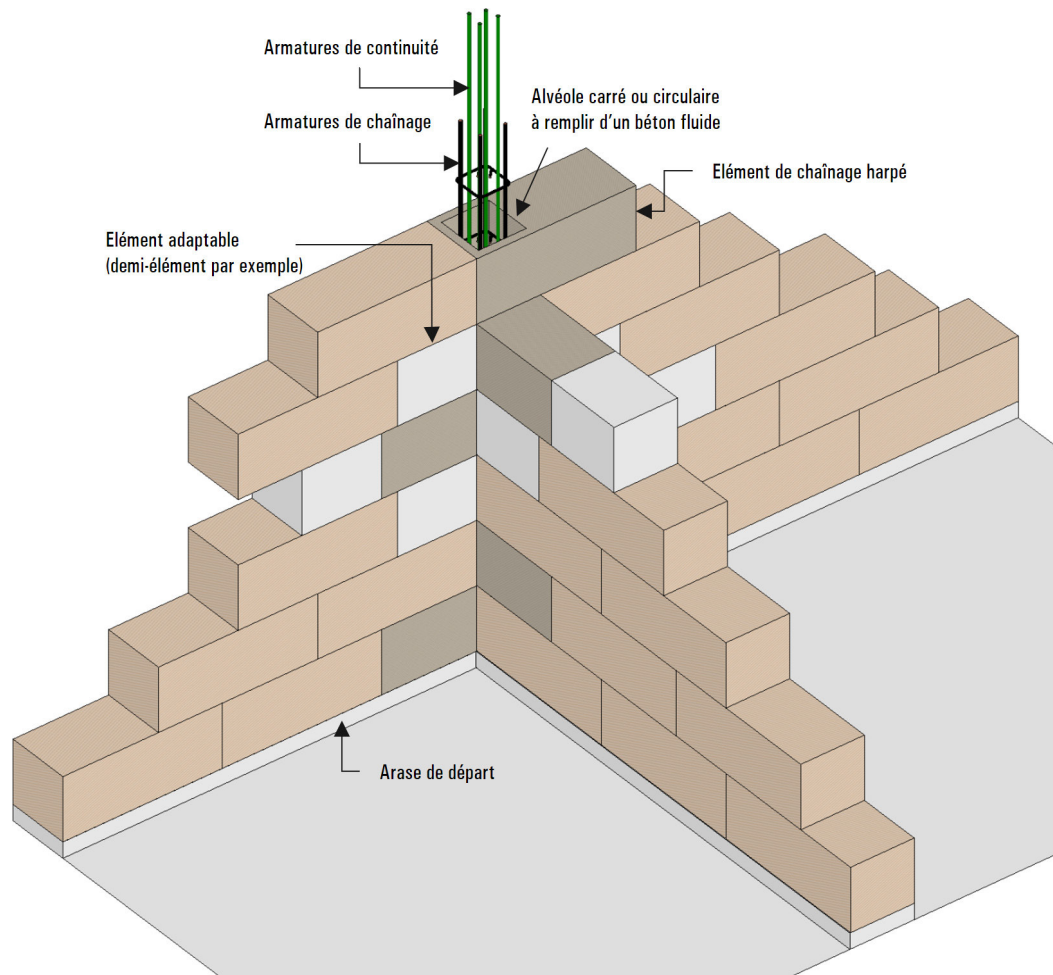
Les armatures sont insérées dans les alvéoles des éléments après montage des premiers rangs, en assurant la continuité avec les armatures de la fondation ou du niveau inférieur.

Après montage du mur sur une demi-hauteur environ, un premier coulage du béton est réalisé dans les alvéoles des éléments. On insérera, si nécessaire, des armatures de continuité avant le coulage du béton.



Le béton de chaînage peut être un béton de granulats courants ou légers conforme aux spécifications de la norme NF EN 206-1 (béton de classe d'ouvrabilité S3 à S5 ou d'étalement F4 à F6 (bétons fluides).

La mise en œuvre du mur sera complétée jusqu'à sa hauteur finale selon le même principe.

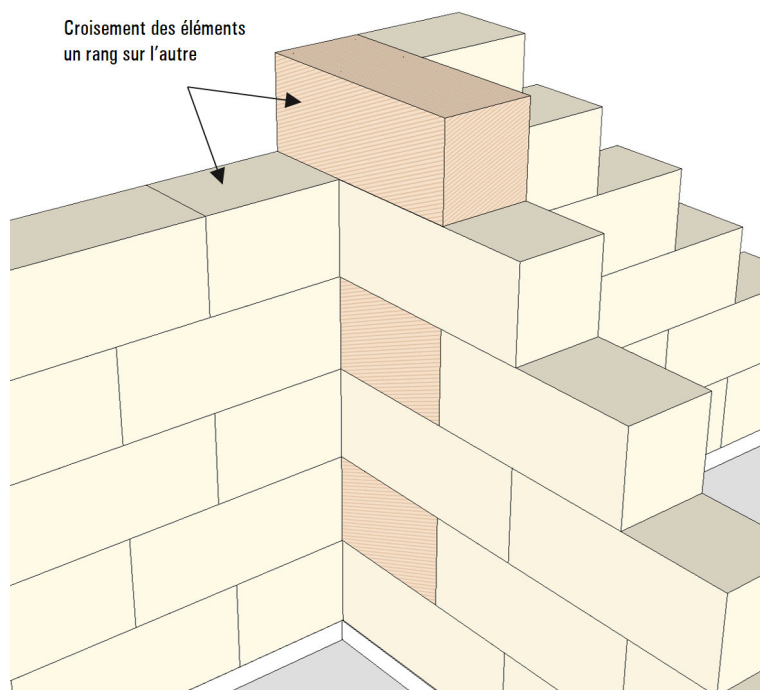


▲ Figure 16 : Liaison d'une façade et d'un refend par chaînage

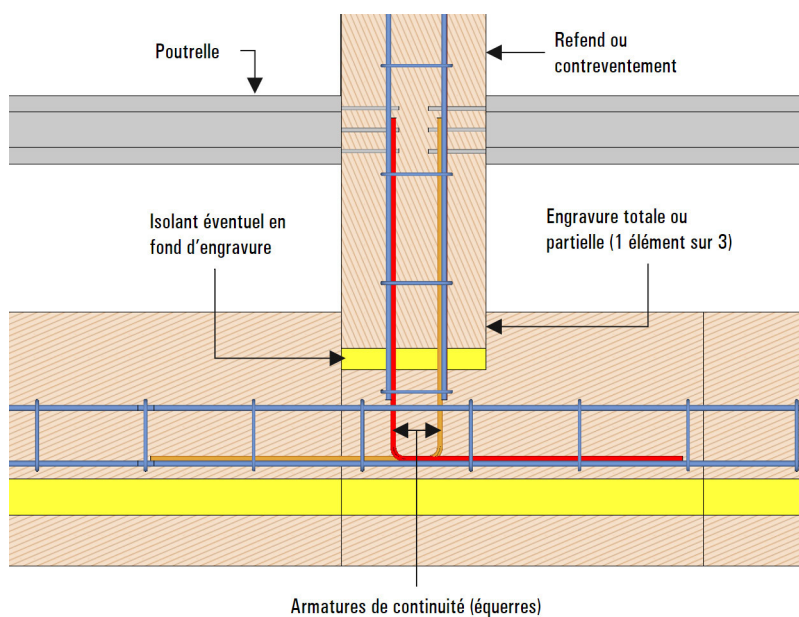
7.3. • Jonctions en T

Ces jonctions peuvent être réalisées de préférence par harpage, de manière à assurer la continuité de l'appareillage (Figure 17).

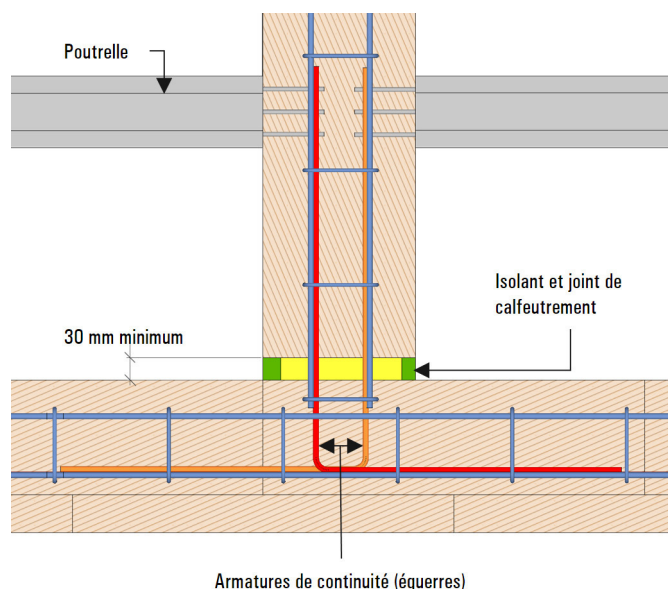
Elles peuvent également être réalisées à l'aide d'engravures pour limiter les ponts thermiques (Figure 18) et (Figure 19), ou être renforcées par un chaînage vertical selon les conditions d'utilisation des murs (emploi en situation sismique par exemple).



▲ Figure 17 : Liaison d'une façade et d'un refend par harpage



▲ Figure 18 : Liaison par engravure Détail de la tête du mur



▲ Figure 19 : jonction par simple juxtaposition

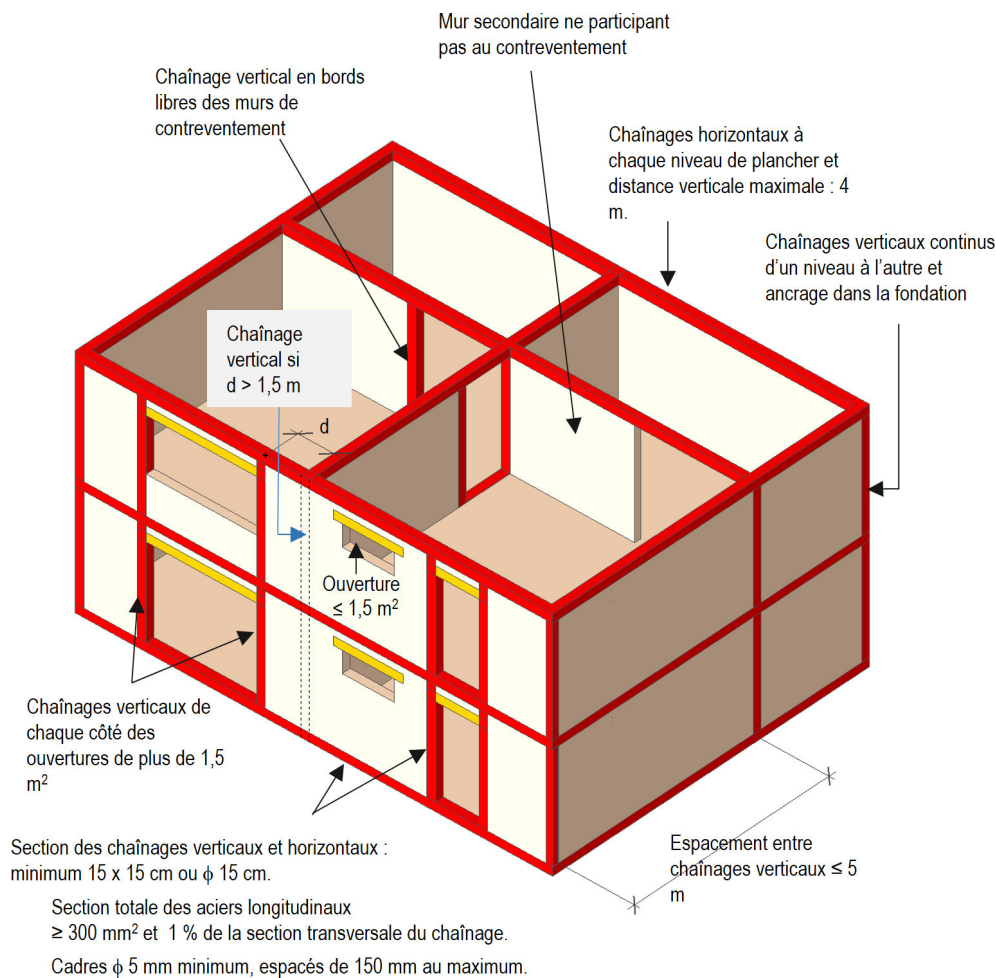
7.4. • Chaînages en zones sismiques

Les murs utilisés en contreventement sont liaisonnés à la façade à l'aide d'un chaînage vertical.

Les chaînages horizontaux ou verticaux ont une section de 15 cm au minimum (forme carrée, rectangulaire ou circulaire). Le chaînage peut être réalisé soit par coffrage, soit à l'aide d'éléments spéciaux (éléments de coffrage et planelles).

Les chaînages verticaux doivent être ancrés à la fondation et liaisonnés aux chaînages horizontaux concourants pour constituer un ensemble monolithique.

La (Figure 20) résume les dispositions constructives à appliquer (spécifications de l'Eurocode 8).



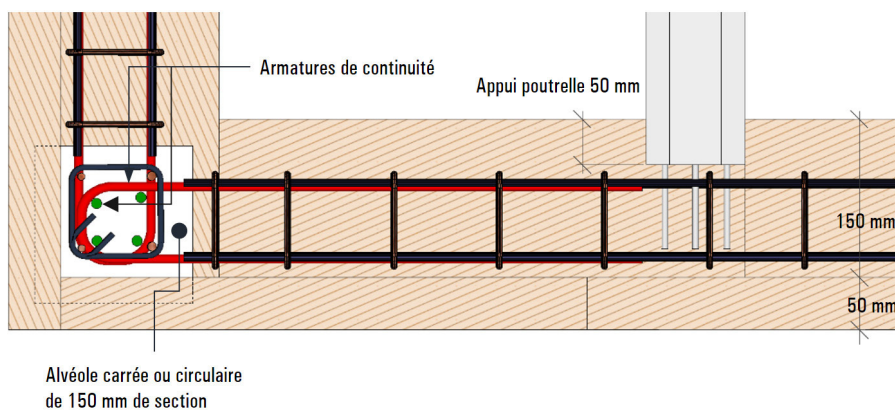
▲ Figure 20 : Eurocode 8 – Positionnement des chaînages verticaux des murs de contreventement

Continuité des chaînages dans les angles

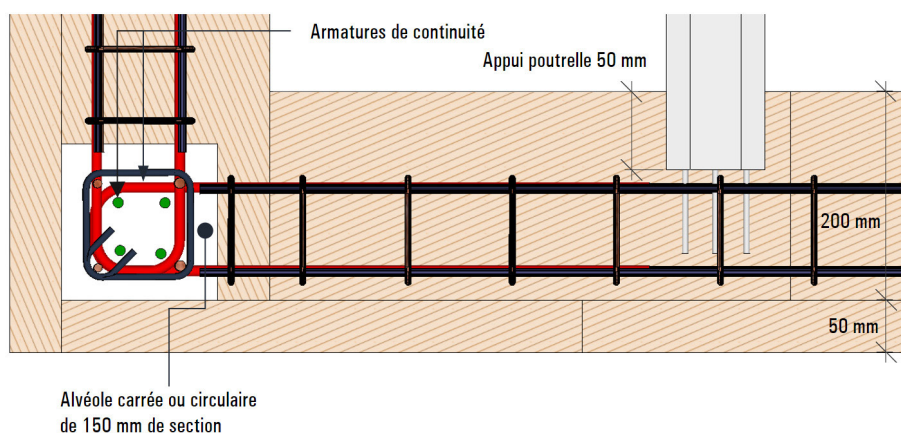
La maçonnerie de 20 cm d'épaisseur nécessite un phasage particulier lors de l'exécution de la jonction du chaînage horizontal et vertical : mise en œuvre du chaînage par demi-étage et emploi d'armatures de continuité) (Figure 21).

Le béton de chaînage peut être un béton de granulats courants ou légers, conforme aux spécifications de la norme NF EN 206-1 (béton de classe d'ouvrabilité S3 à S5 ou d'étalement F4 à F6 (bétons fluides).

Il n'y a pas de difficulté particulière pour la réalisation des chaînages sur les maçonneries d'épaisseur supérieure ou égale à 25 cm (Figure 22).



▲ Figure 21 : Dispositions constructives d'un chaînage d'angle compatible avec l'Eurocode 8 (vue en plan) – Mur d'épaisseur 20 cm



▲ Figure 22 : Dispositions constructives d'un chaînage d'angle compatible avec l'Eurocode 8 (vue en plan) – Mur d'épaisseur supérieure à 25 cm

7.5. • Rupteurs thermiques de planchers à poutrelles

Ils sont disposés au niveau des liaisons avec les murs. Certains peuvent comporter une rehausse isolante intégrée dans la dalle de compression.

Nota

L'emploi de ces produits est couvert par un Avis Technique.

Leur mise en œuvre est réalisée conformément aux prescriptions du fabricant de plancher.

Ces avis techniques sont consultables sur le site du CSTB (Groupe spécialisé n° 20).

L'emploi des rupteurs en zone sismique est à vérifier dans l'Avis Technique du procédé.

Pour plus d'informations, consulter les guides RAGE « Rupteurs thermiques » et « Planchers à poutrelles et entrevous ».

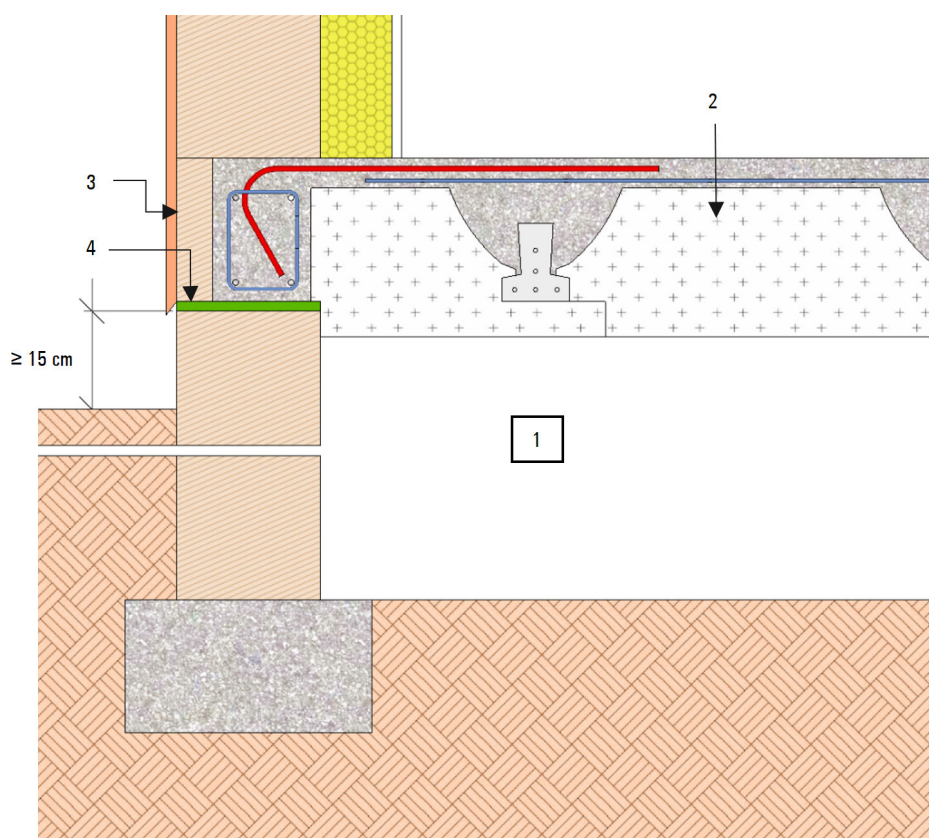


7.6. • Plancher sur vide sanitaire ou dalle sur terre-plein

Les deux solutions sont utilisables. Toutefois le vide sanitaire s'impose de plus en plus pour les raisons suivantes :

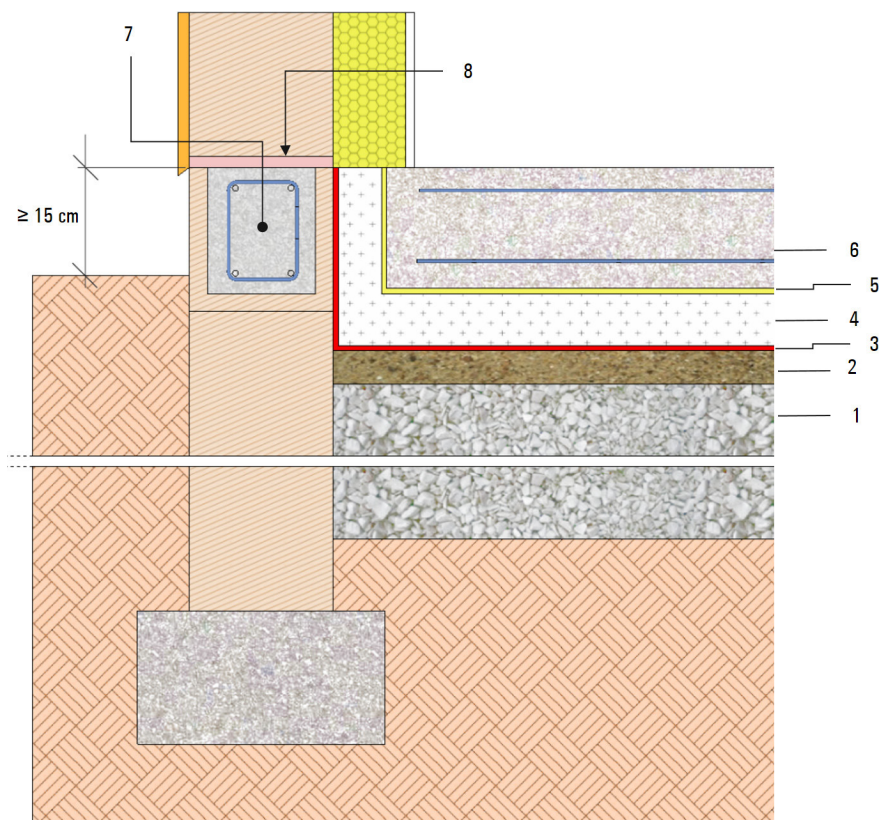
- Protection contre l'humidité et limitation des émanations de radon ;
- Mise en œuvre plus fiable, surtout en terrain avec sol humide ou instable ;
- facilité de traitement des ponts thermiques : mise en place de rupteurs thermiques en façade et sur refend (voir plus haut) ;
- accessibilité permettant de faciliter l'entretien des canalisations ;
- faible sinistralité du fait de l'isolation avec le terrain.

Pour plus d'informations, consulter le Guide RAGE Planchers à poutrelles et entrevous.



Légende : 1 : vide sanitaire ; 2 : entrevous isolants ; 3 : planelle isolante ; 4 : coupure de capillarité

▲ Figure 23 : Exemple de plancher sur vide sanitaire



Légende : 1 : forme (cailloux ou gravier grossier) ; 2 : sable épaisseur 5 cm environ ; 3 : film anticapillaire ou anti-humidité éventuels ; 4 : isolant PSE 60 mm environ ; 5 : film polyéthylène 150 µm minimum ; 6 : dalle béton 12 cm minimum ; 7 : chaînage périphérique ; 8 : coupure de capillarité.

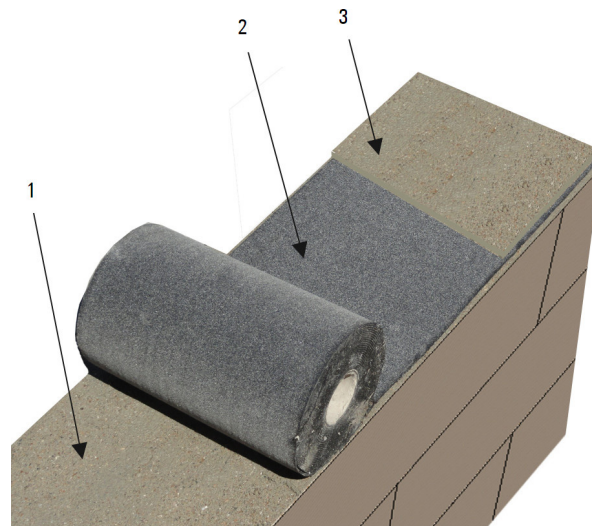
▲ Figure 24 : Dalle sur terre-plein en rez-de-chaussée

7.7. • Coupures de capillarité

Une coupure de capillarité est à réaliser au niveau de la dalle de rez-de-chaussée (NF DTU 20.1 P1-1, § 5.1.2).

Elle peut être réalisée de deux manières :

- Hors zone sismique : au moyen d'une bande bitumineuse armée, d'une feuille plastique ou élastomère, posée à sec sur une bande de mortier durci de 2 cm d'épaisseur environ, finement taloché. Une seconde couche de mortier de même épaisseur vient protéger la bande d'étanchéité après sa mise en place. Les bandes doivent se recouvrir sur une distance minimale de 20 cm ;
- Dans tous les cas : au moyen d'un mortier hydrofuge. Les mortiers à utiliser sont définis dans le NF DTU 20.1 P1-2, § 3.6.5.



Légende : 1 : première bande de mortier, épaisseur 2 cm ; 2 : bande bitumineuse posée sur mortier sec ; 3 : seconde bande de mortier.

▲ Figure 25 : Coupe de capillarité par bande bitumineuse

7.8. • Trumeaux

Les trumeaux en maçonnerie de largeur inférieure à 1,2 m doivent être montés à joints verticaux hourdés (remplis ou collés).

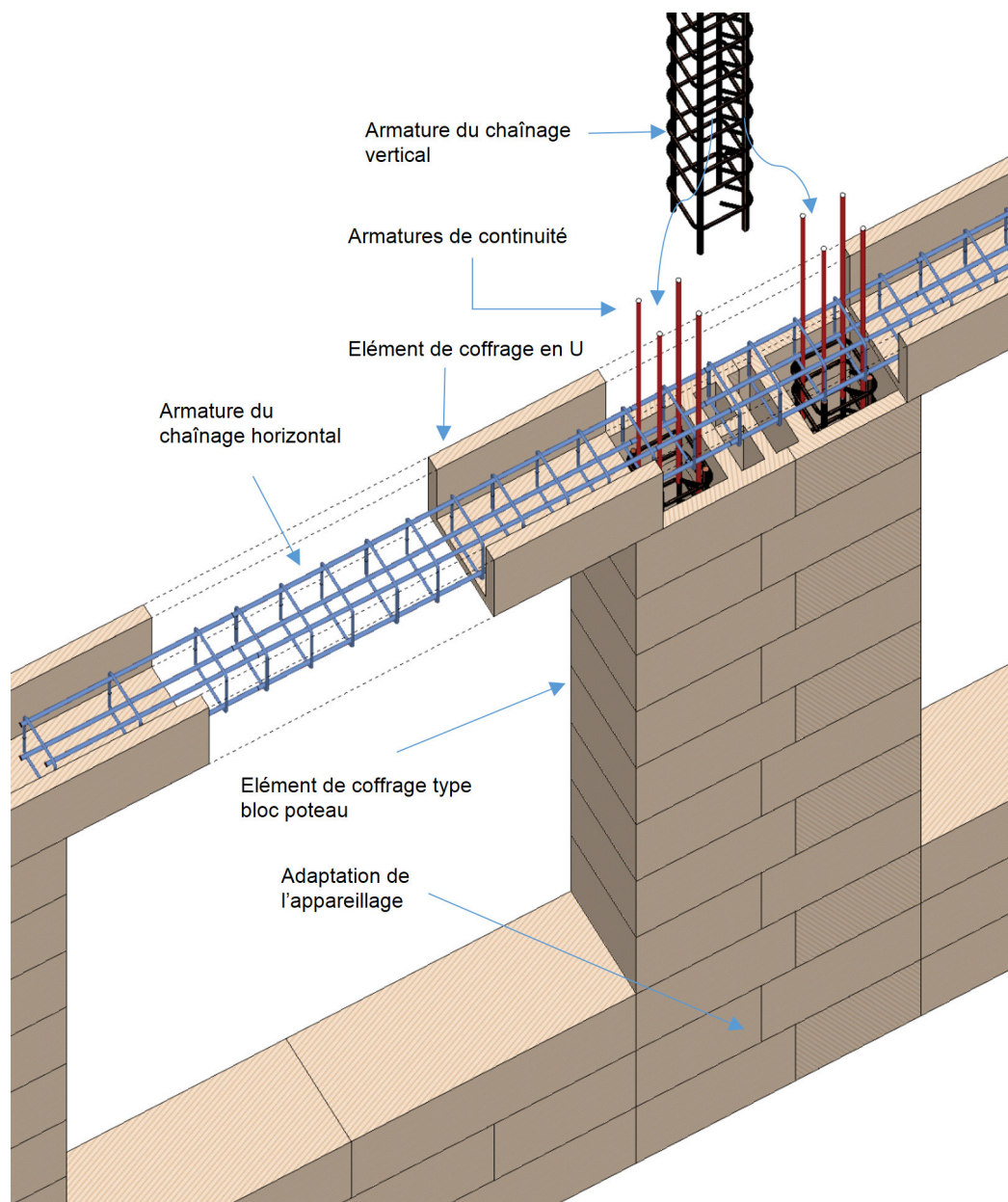
Largeur minimale des trumeaux :

- 0,80 m et deux fois la longueur de l'élément courant de maçonnerie lorsque celui-ci mesure moins de 50 cm ;
- Une fois et demi la longueur de l'élément de maçonnerie sinon. Dans ce cas, les murs doivent être montés en utilisant des demi-éléments en association avec l'élément courant.

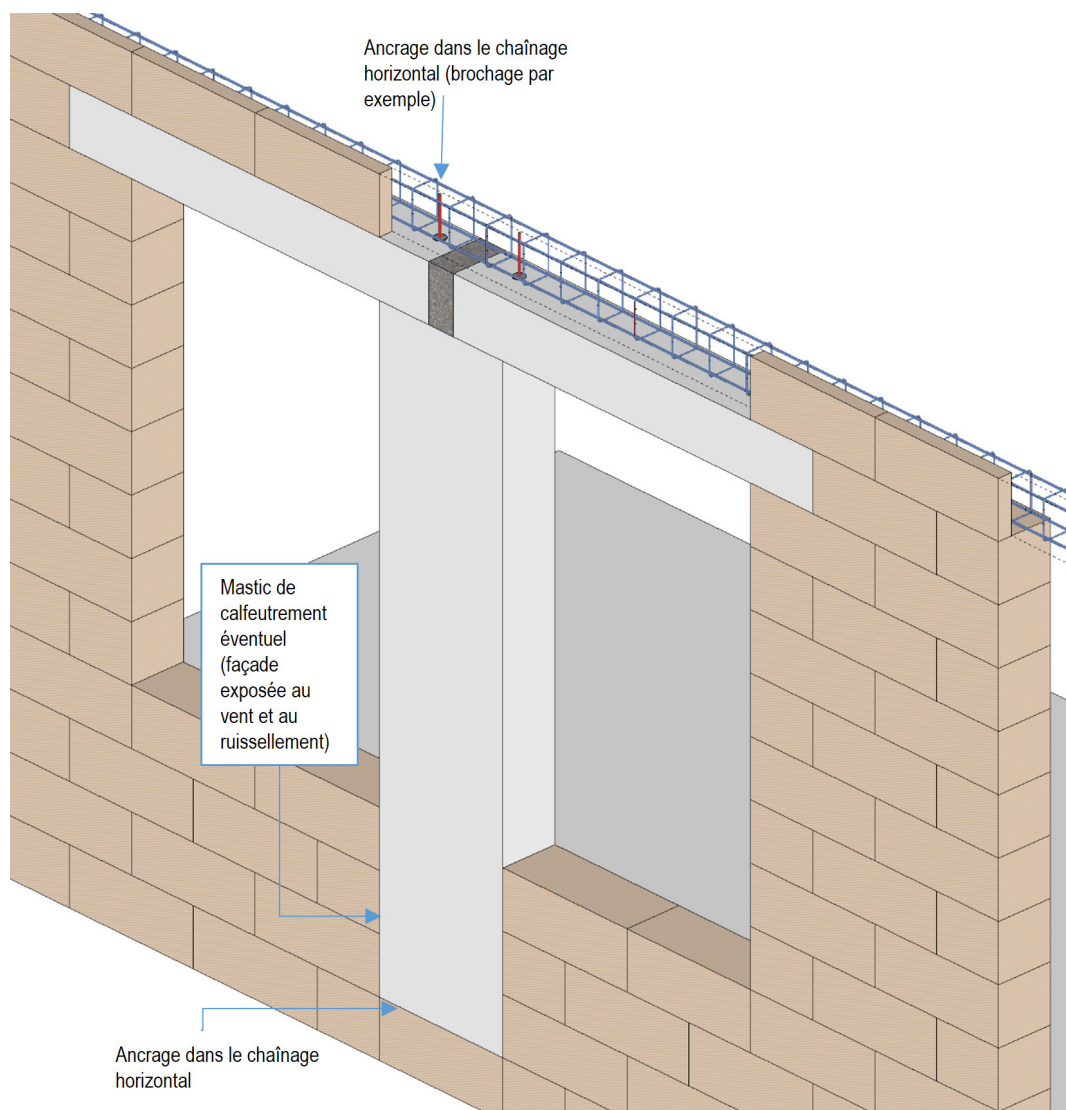
Les trumeaux porteurs de largeur plus faible doivent comporter un élément porteur en béton armé intégré à la maçonnerie si elle le permet (Figure 26) ou doivent être réalisés en béton armé (Figure 27).

Si les matériaux de l'allège et du trumeau sont de même nature, la jonction est réalisée par harpage. En cas contraire, la jonction est réalisée par un joint de coupure vertical. L'enduit sera marqué à cet endroit, après mise en charge de la maçonnerie. Il devra éventuellement être garni d'un mastic, lorsque la façade est exposée au vent ou au ruissellement (Figure 28).

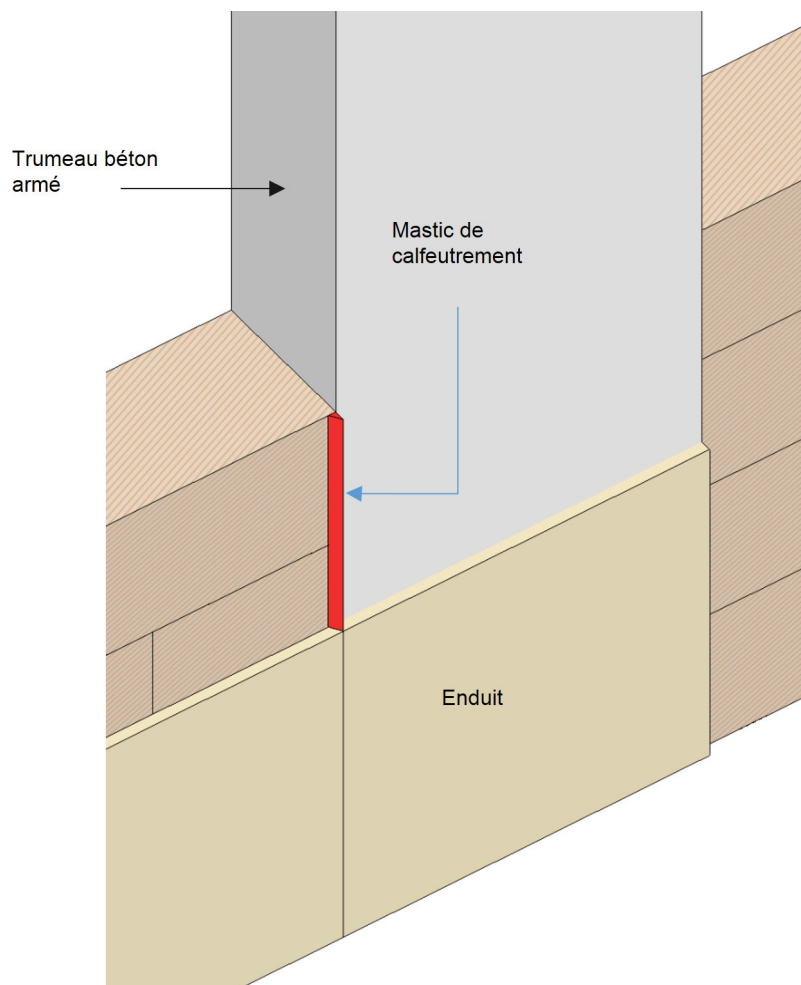
En dérogation à cette règle, un treillis anti-fissuration pourra être utilisé (Figure 29).



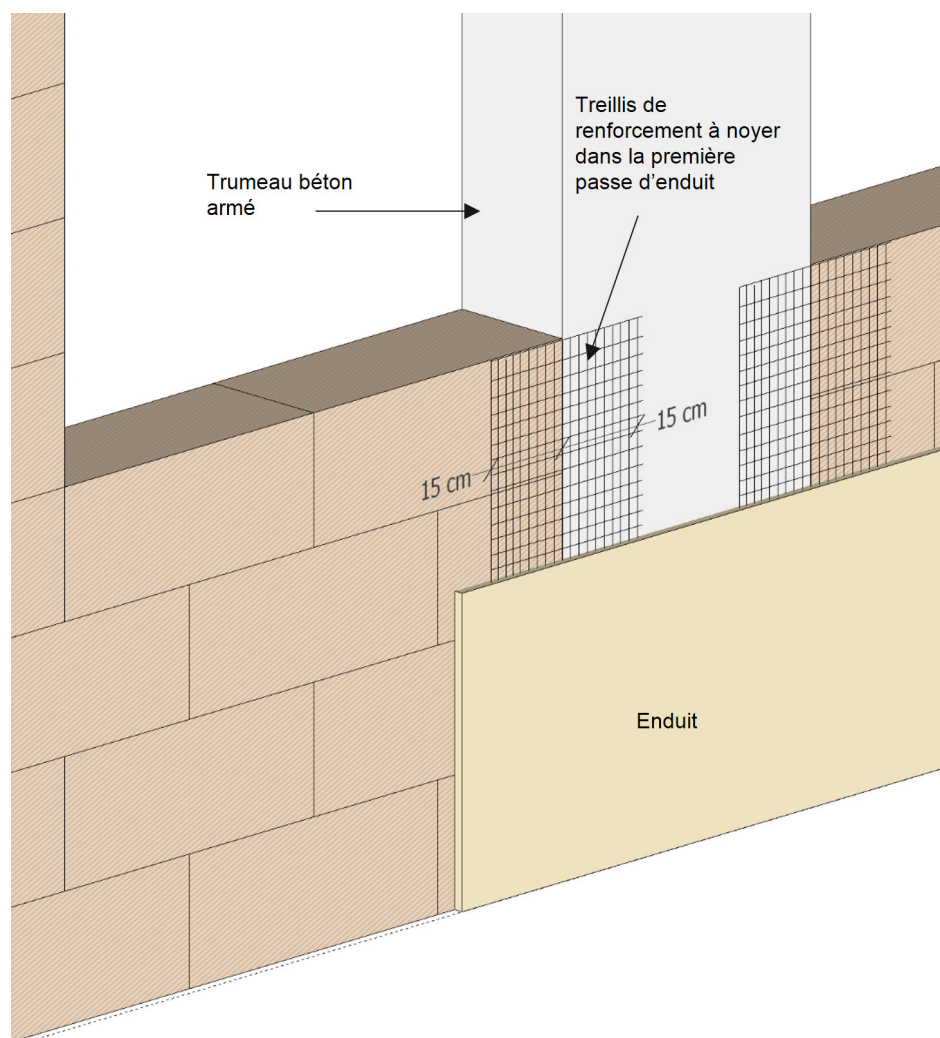
▲ Figure 26 : Exemple de trumeau avec éléments porteurs en béton armé réalisé à partir d'éléments de coffrage



▲ Figure 27 : Exemple de trumeau en béton armé



▲ Figure 28 : Réalisation de la jonction allège – trumeau par mise en place d'un mastic de calfeutrement



▲ Figure 29 : Réalisation de la jonction allège – trumeau par mise en place d'un treillis anti – fissuration

7.9. • Linteaux

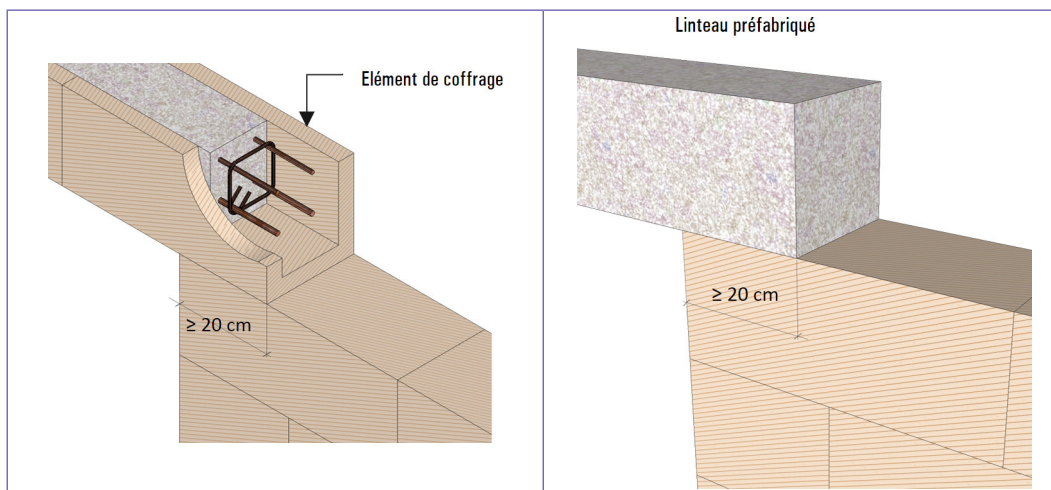
Ils peuvent être confectionnés à partir d'éléments de coffrage en U pour réaliser la poutre en béton armé coulée sur place.

Il est également possible d'utiliser des prélinteaux ou des linteaux préfabriqués conformes à la norme NF EN 845-2 (voir NF DTU20-1 P1-2).

Pour faciliter la mise en œuvre, les éléments de coffrage peuvent être de la longueur du linteau à réaliser.

Les appuis de linteaux isolés seront au minimum de 20 cm.

Le NF DTU 20.1 P1-1, § 6, P1.2 et P4 fixent les dispositions constructives et les règles de dimensionnement. Les armatures seront dimensionnées selon les règles de calcul du béton armé.



▲ Figure 30 : Différents types de linteaux

On utilisera préférentiellement des éléments de coffrage en matériau similaire à celui de la maçonnerie, de manière à conserver l'homogénéité de la paroi et à limiter les déperditions thermiques. Dans le cas contraire, un treillis anti-fissuration sera mis en œuvre (Figure 32).

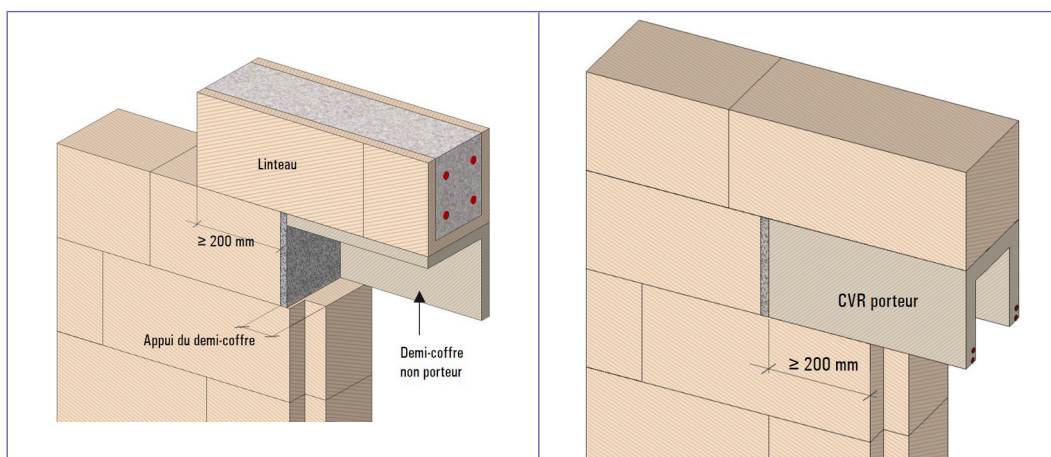
7.10. • Coffres de volets roulants (CVR)

Ils sont généralement constitués d'un coffre complet ou d'un demi-coffre et viennent se monter à l'avancement de la maçonnerie, en appui sur les jambages de la baie.

Ils peuvent être porteurs ou non et servir de plan de coffrage pour la réalisation du linteau ou du chaînage horizontal.

Dans le cas d'un CVR non porteur, un linteau est à réaliser en partie supérieure.

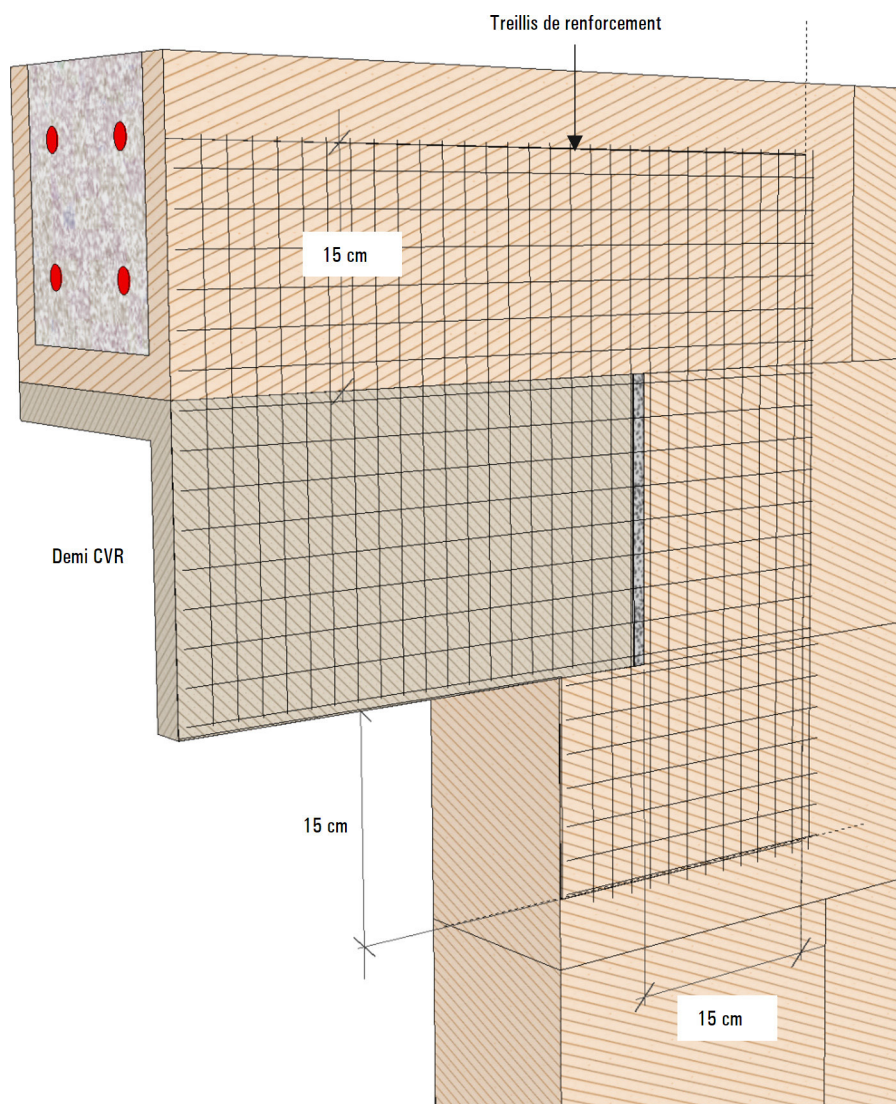
Lorsqu'un linteau est réalisé au-dessus d'un CVR non porteur, ses appuis sont à décaler de la longueur d'appui du CVR, joint de mortier d'about compris. Sa portée est donc égale à la longueur totale du CVR, appuis compris (Figure 31).



▲ Figure 31 : Montage de coffre ou de demi-coffre de volet roulant

Lorsque le CVR n'est pas d'un matériau similaire à celui de la maçonnerie, des renforts d'enduit sont à prévoir (Figure 32).

Pour plus d'informations, consulter le Guide RAGE Coffres de volets roulants.



▲ Figure 32 : Mise en œuvre d'un treillis anti-fissuration – Cas d'un CVR en matériau différent de celui de la maçonnerie



Interface avec le second œuvre

8



8.1. • Isolation par l'intérieur

Le mur de façade est complété intérieurement par la mise en place d'un système d'isolation constitué :

- de l'isolant thermique ;
- du pare vapeur éventuel;
- d'une plaque de plâtre de finition.

Pour plus d'informations, consulter le Guide RAGE Isolation thermique par l'intérieur (neuf).

8.2. • Isolation thermique répartie (ITR)

En ITR, la finition du mur se limite en général à la mise en œuvre d'un enduit simple (enduit en plâtre ou plaque de plâtre). On pourra éventuellement utiliser un système de doublage simple sans isolant, pour loger les réseaux.

8.3. • Baies recevant les menuiseries

Le DTU 36.5 P1-1 définit le choix des calfeutrements et leurs règles de mise en œuvre.

Sauf justification particulière, les calfeutrements de menuiserie ne devront pas être revêtus par une peinture, un produit d'imperméabilité ou un enduit (DTU 36.5, P1-1, § 5.9).

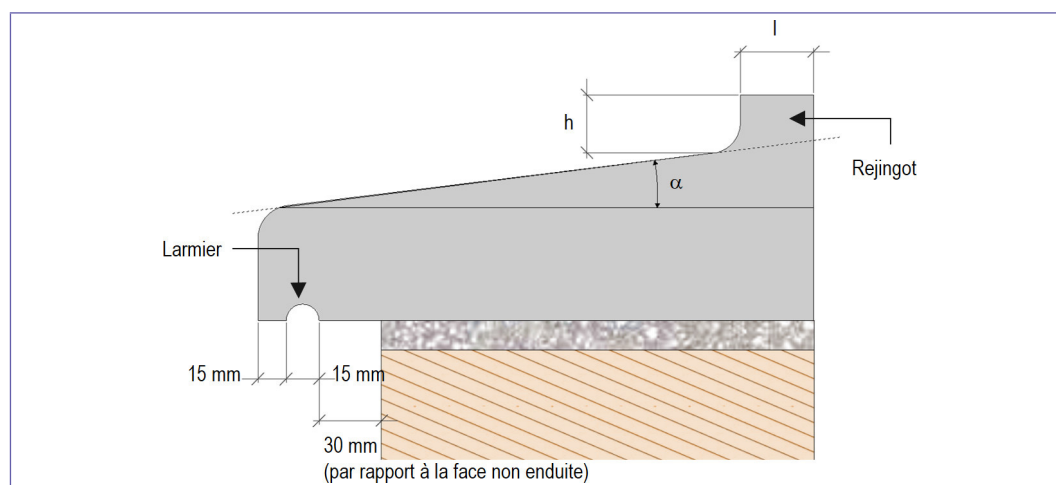


8.3.1. • Appui de fenêtre

L'appui de fenêtre est disposé sur un lit de mortier, en partie supérieure de l'allège.

L'appui de fenêtre est défini dans le NF DTU 20.1 P1, § 6.4.5.1 ou DTU 36.5 P1-1, annexe B. Ses dimensions principales sont rappelées (Tableau 3).

Pour les maçonneries en béton cellulaire, une armature de renfort est à disposer en partie supérieure de l'allège selon les dispositions du § 8.3.3.5.1 du NF DTU 20.1 P1-1. Cette armature est généralement mise en place dans une gorge de 5 x 5 cm réalisée dans le bloc de maçonnerie (armature HA8 ancrée de part et d'autre du nu de chacun des tableaux de la baie).



▲ Figure 33 : Mise en œuvre de l'appui de fenêtre encastré dans le tableau

Type d'appui	Largeur l (mm)	Hauteur h (mm)	Pente α	Angle α (degrés)
Préfabriqué	30	25	8%	4,6
		20	10%	5,7
Réalisé sur place	40	25	10%	5,7

▲ Tableau 3 : Spécifications des appuis de fenêtre

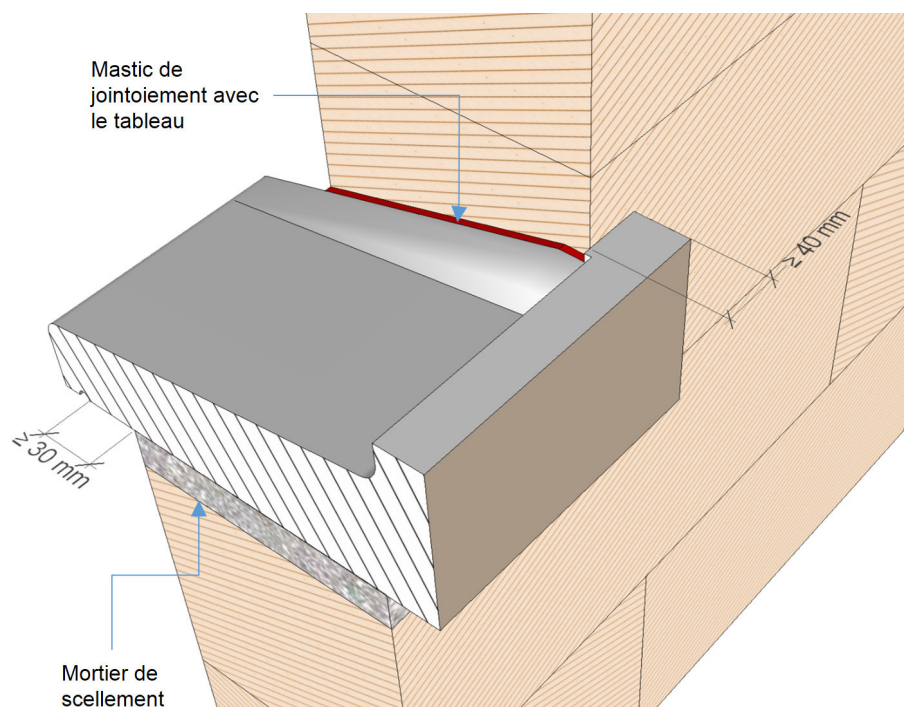
L'appui de fenêtre peut être inséré dans le tableau (Figure 34) ou encastré dans le jambage du tableau (Figure 33). Dans ce dernier cas, lorsque la façade est exposée au vent et au ruissellement, un mastic de finition est à mettre en place après enduisage.

8.3.2. • Réalisation des baies recevant les menuiseries

Les baies sont à réaliser en fonction du type de montage de la menuiserie.

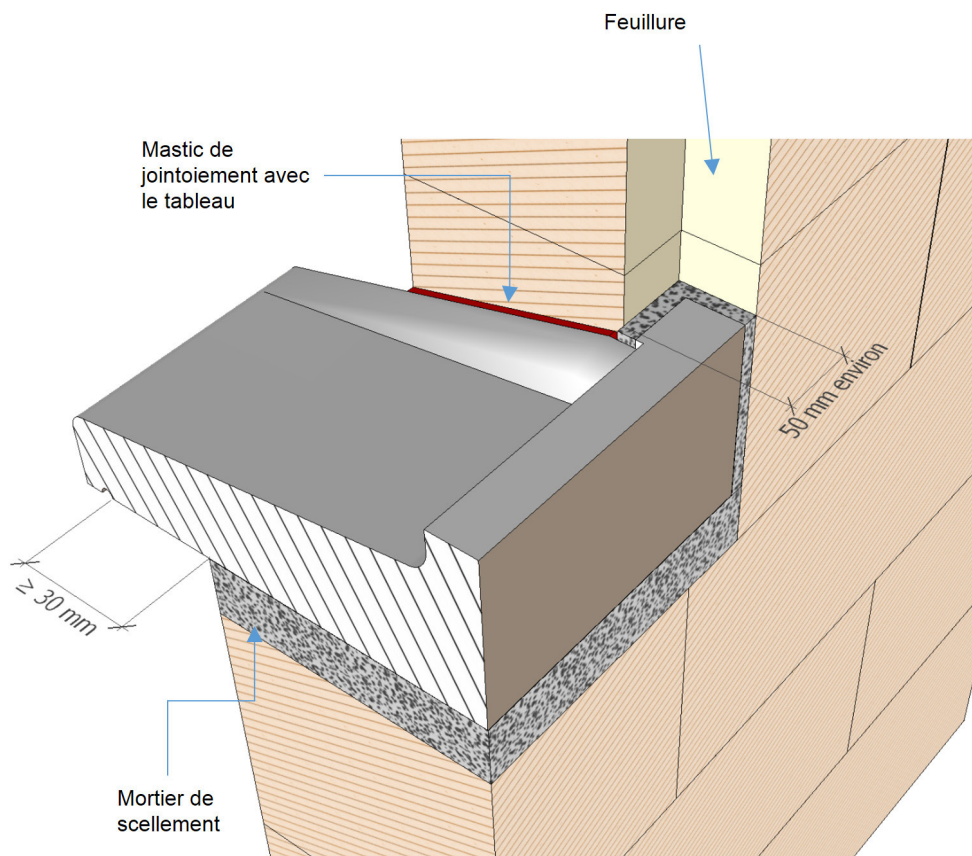


8.3.2.1. • Montage en applique



▲ Figure 34 : Mise en œuvre de l'appui de fenêtre – Montage de la menuiserie en applique

8.3.2.2. • Montage en feillure



▲ Figure 35 : Mise en œuvre de l'appui de fenêtre – Montage de la menuiserie en feillure



8.3.2.3. • Montage en tunnel

La menuiserie est insérée dans le tableau, à une profondeur définie dans le document de pose.

L'appui de baie peut être réalisé à l'aide d'un appui de fenêtre standard (Tableau 3).

8.4. • Saignés et réservations dans les murs

Le (Tableau 4) et la (Figure 36) donnent un résumé des dispositions constructives applicables aux murs (conformité à l'Eurocode 6).

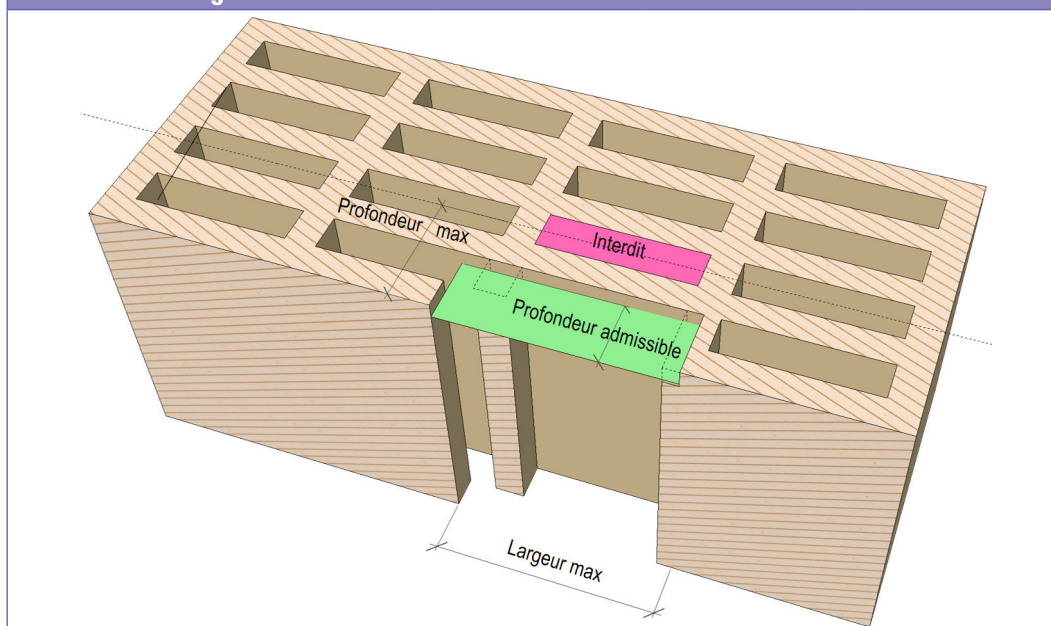
Une rainureuse sera de préférence utilisée pour faciliter le défonçage de la paroi.

Après mise en place du réseau intégré, les rainures et réservations seront, selon le cas, calfeutrées ou rebouchées à l'aide d'un mortier standard ou isolant compatible avec l'élément de maçonnerie.

Ces produits de finitions devront permettre de reconstituer l'intégrité de la paroi (notamment avec emploi d'un mortier léger par exemple).

En maçonnerie ITR, afin d'éviter un éventuel risque d'apparition de fantômes, la profondeur minimale de rebouchage pourra être comprise entre 10 et 15 mm, selon les conditions de mise en œuvre des produits.

Saignées et réservations verticales admises sans vérifications



Épaisseur t du mur (mm)	Réalisation après construction du mur		Réalisation en cours de construction du mur	
	Profondeur max (mm)	Largeur max (mm) (2)	Épaisseur restante du mur (mm)	Largeur max (mm) (2)
176 à 225	30	150	140	300
226 à 300 (1)	30	175	175	
> 300 (1)	30	200	215	

(1) Si hauteur de saignée par rapport au niveau du plancher ≤ Hauteur libre entre plancher / 3 : profondeur max : 80 mm ; largeur max : 120 mm.
(2) Largeur totale admise par mur ≤ 0,13 L (L : longueur du mur).

Saignées et réservations horizontales admises sans vérifications (1)

Épaisseur t du mur (mm)	Longueur non limitée		Longueur ≤ 1250 mm	
	Profondeur (mm) (1)	Largeur max (mm) (2)	Profondeur (mm)	Largeur max (mm)
200	10 (20)	95 (80)	20	80
225	10 (20)	107 (102)	20	102
250 (1)	15 (25)	115 (110)	25	110
300 (1)	15 (25)	115 (110)	25	110
350 (1)	20 (30)	165 (160)	30	160

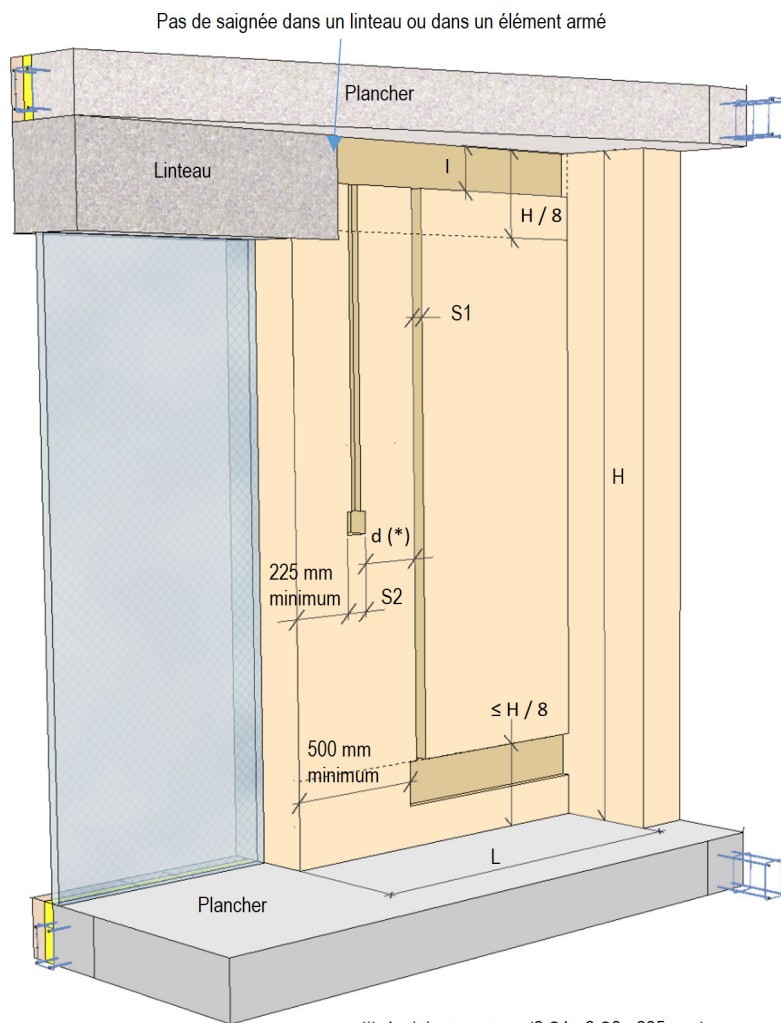
(1) Les saignées doivent être localisées à moins d'un huitième de la hauteur libre du mur, au-dessus ou au-dessous du niveau du plancher.
(2) Valeurs entre parenthèses : réalisation à la rainureuse

▲ Tableau 4 : Profondeurs et largeurs des saignées et réservations conformes à l'Eurocode 6

Nota

Compte tenu des profondeurs admissibles, les saignées horizontales ne peuvent pratiquement être réalisées que sur éléments pleins, sauf justification.

Si ces limites sont dépassées, il y a lieu de vérifier la résistance de la maçonnerie par calcul ou essai.



▲ Figure 36 : Exemple de réalisation de saignées et réservations conformément à l'Eurocode 6



Tolérances de mise en œuvre

9



9.1. • Tolérances générales

Le positionnement des murs, ainsi que les tolérances géométriques et dimensionnelles, devront respecter les tolérances d'exécution précisées dans le NF DTU 20.1 P1-1, § 9.

Elles sont rappelées ci-dessous :

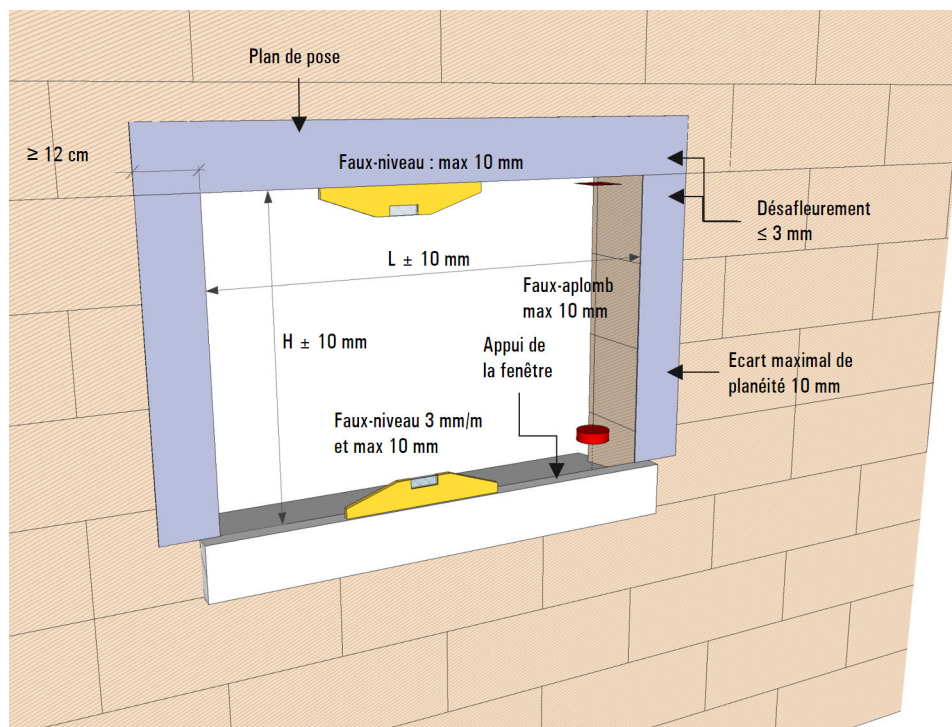
- Débord maximal de la première assise de la maçonnerie (par rapport au bord d'un plancher ou d'une fondation) : 15 mm ;
- Distance entre deux murs voisins : ± 20 mm ;
- Épaisseur d'un mur : ± 10 mm ;
- Écart de verticalité d'un mur :
 - dans un étage : ± 20 mm
 - dans la hauteur totale d'un bâtiment de trois étages ou plus : ± 50 mm
 - alignement vertical (d'un étage à l'autre) : ± 20 mm
- Écart de verticalité d'un parement sur une hauteur d'étage : ≤ 15 mm ;

9.2. • Tolérances d'exécution du gros-œuvre recevant la menuiserie

Les tolérances d'exécution du gros œuvre recevant la menuiserie doivent respecter les spécifications du NF DTU 20.1 P 1-1, § 9.1.2. Elles sont rappelées (Figure 37) et (Figure 38).

Le respect de ces tolérances permet la mise en œuvre des menuiseries selon les spécifications de la NF DTU 36.5 (avril 2010) afin d'obtenir la

conformité aux performances recherchées : étanchéité à l'air et isolation (thermique et acoustique).



▲ Figure 37 : Tolérances d'exécution d'une baie

Dressage des faces d'appuis

En cas de non-respect des tolérances d'exécution mentionnées ci-dessus, un dressage est à réaliser conformément aux spécifications du NF DTU 20.1 :

- dressage intérieur obligatoire sur 12 cm de large ; l'épaisseur minimale de dressage est de 5 mm ou reprise des joints obligatoire sur 3 cm de large dans les joints creux en face de l'étanchéité ;
- dressage du tableau dans le cas de largeur de tableau brut non conforme à la cote tableau fini, en tenant compte de l'épaisseur de l'enduit.

Feuillures

Les feuillures seront de préférence réalisées à l'aide d'éléments spéciaux qui évitent le défonçage des jambages verticaux. La feuillure doit être réservée dans le linteau lors de sa fabrication.

Leur section transversale est limitée à 5 x 5 cm pour les éléments en béton cellulaire.

Les tolérances d'exécution des feuillures sont précisées (Figure 38).



<p>1 – Nu le plus en retrait. 2 – Nu le plus avancé.</p>	<p>1 – Nu le plus avancé. 2 – Nu le plus en retrait.</p>
<p>l : largeur effective de la feuillure Pour une mesure en linteau, l correspond à la hauteur effective. Écart sur l : 0 / + 10 mm.</p>	<p>p : profondeur effective de la feuillure. Écart sur p : 0 / + 10 mm.</p>

▲ Figure 38 : Tolérances d'exécution des feuillures

Livraison et stockage des matériaux sur chantier

10



On pourra se référer à la NF EN 1996-2, § 3 pour cette partie.

Réception, manutention et stockage des matériaux

La livraison des produits sur chantier doit être accompagnée d'un bon de livraison récapitulant l'ensemble des matériaux livrés avec leurs références, afin de pouvoir assurer la traçabilité :

- Désignation commerciale du matériau ;
- Spécifications principales mentionnées sur les différents marquages et références accompagnant le produit : CE, NF, Avis techniques, DTA.
- Attestations de conformité ;
- Guides et notices de pose.

L'entreprise vérifiera la conformité du lot livré. Elle assurera le déchargement, le transport, le stockage et les essais de réception éventuels.

Toute non-conformité sera mentionnée sur le bon de livraison ou sur le cahier de suivi du chantier.

Les matériaux en sac ou risquant de prendre l'humidité seront protégés de la pluie (sacs de ciment colle notamment).



Rappel des précautions de coordination entre les corps d'état

11



Les règles et recommandations applicables à cette partie sont définies dans les documents suivants :

- **NF DTU 20.1, P1-1, P1-2, P2 et P4 ;**
- **NF DTU 26.1 P1.1, P1.2 et P2 ;**
- **NF DTU 36.5 P1.1, P1.2, P2 et P3.**

11.1. • Pose des éléments de maçonnerie

L'entreprise de pose vérifiera la compétence de son personnel afin de garantir la bonne mise en œuvre de l'ouvrage.

Le fabricant pourra éventuellement intervenir sur chantier pour présenter les différents modes de pose de ses produits.

Outillages de mise en œuvre

Le fournisseur précisera les principales règles de mise en œuvre à respecter et le matériel approprié pour réaliser le montage :

- Mortier de montage à utiliser : référence, composition pour les mortiers de chantier, préparation, critères d'utilisation ;
- Matériels de pose : pelles et rouleaux d'encollage ;
- Matériel de découpe des éléments : type de scie à utiliser ;
- Méthode éventuelle de recyclage des déchets.



11.2. • Réception de la maçonnerie

Tolérances de planéité et états de surface

Elles ont définies § 9.3 du NF DTU 20.1 P1-1 et rappelées (Tableau 5) et (Tableau 6).

Sauf cas particuliers, les maçonneries sont réalisées en exécution courante.

Type d'exécution	Planéité d'ensemble rapportée à la règle de 2 m (en cm)	Désaffleurement et planéité locale rapportée au réglet de 0,20 m (en cm)	Aspect
Courante	1,5	1	Joints arasés Épaufrures ou manque de matière ne pouvant être repris par les travaux normaux d'enduits traditionnels, réparés. Après réparation, les défauts localisés résiduels, pouvant être repris par les travaux d'enduits normaux d'enduits traditionnels, n'intéressent pas plus de 10% des blocs.
Soignée	1	0,7	Mêmes règles mais le % des blocs affectés de défauts localisés résiduels est ramené à 5.

▲ Tableau 5 : Planéité et états de surface – Écarts admissibles – Éléments en terre cuite et en béton

Mode de pose	Planéité d'ensemble rapportée à la règle de 2 m (en cm)	Désaffleurement et planéité locale rapportée au réglet de 0,20 m (en cm)	Aspect
Pose à joints épais	1	0,7	Joints arasés Épaufrures ou manque de matière ne pouvant être repris par les travaux normaux d'enduits traditionnels, réparés. Après réparation, les défauts localisés résiduels, pouvant être repris par les travaux d'enduits normaux d'enduits traditionnels, n'intéressent pas plus de 10% des blocs.
Pose à joints épais, exécution soignée et pose à joints minces, exécution courante	0,7	0,5	Mêmes règles mais le % des blocs affectés de défauts localisés résiduels est ramené à 5.
Pose à joints minces, exécution soignée	0,5	Face de réglage : 0,2 Autre face : 0,3	Mêmes règles que ci-dessus mais tous les défauts localisés résiduels sont réparés.

▲ Tableau 6 : Planéité et états de surface – Écarts admissibles – Éléments en béton cellulaire autoclavé



11.3. • Mise en œuvre des menuiseries

Le NF DTU 36.5 P1-1 définit le choix des calfeutrements et leurs règles de mise en œuvre.

Les fixations doivent permettre d'assurer la résistance aux sollicitations mécaniques diverses : vent, charges d'exploitation, déformations d'origine thermique.

Les calfeutrements sont utilisés pour constituer :

- l'étanchéité à l'eau et à l'air ;
- l'isolation thermique et l'isolation acoustique selon les spécifications recherchées.

Ils doivent avoir suffisamment de souplesse pour absorber les mouvements et dilatations différentielles entre le dormant de menuiserie et la maçonnerie.

Ils sont constitués :

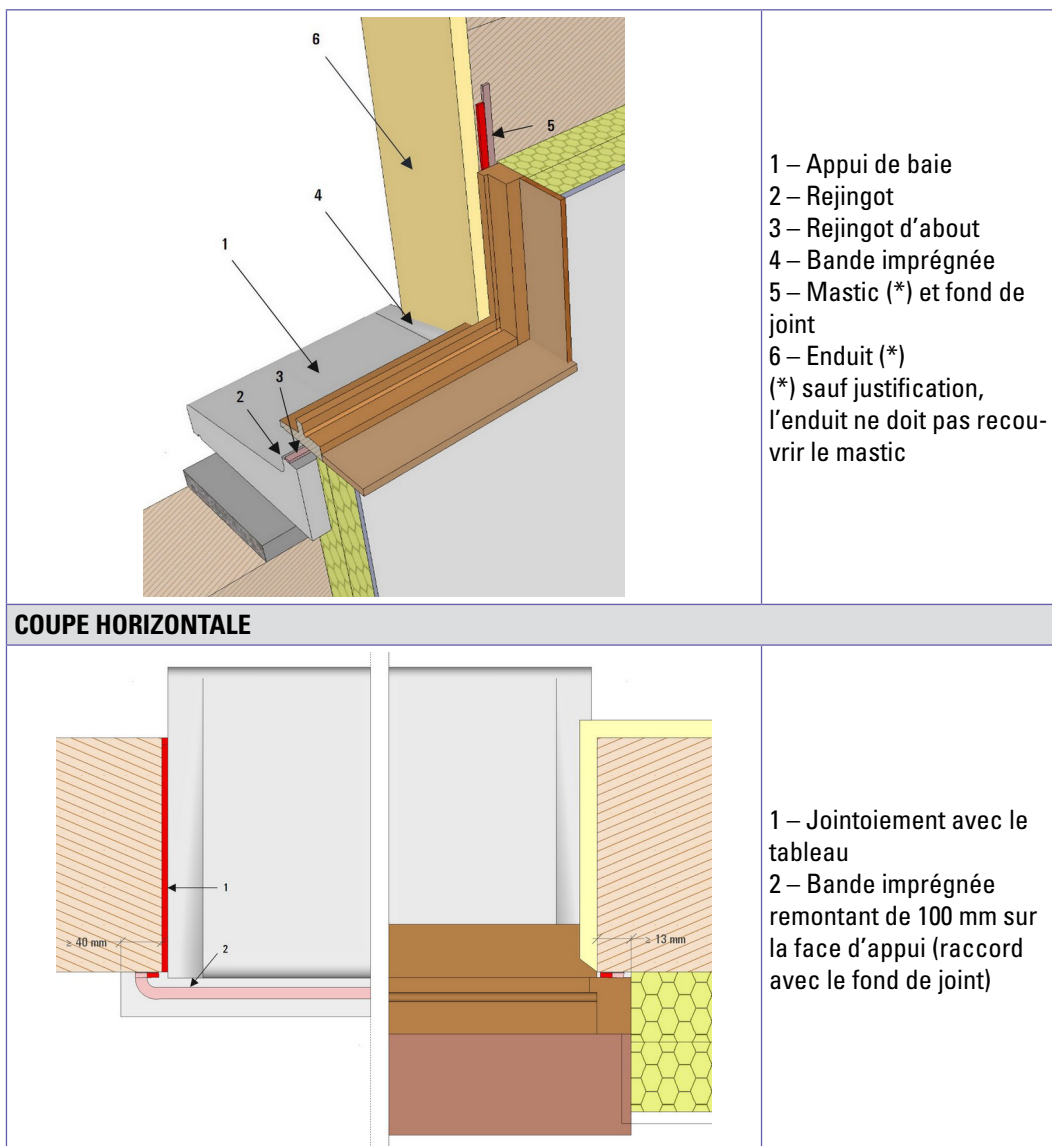
- soit de bandes autocollantes de mousse imprégnée venant se comprimer sur les faces à calfeutrer. La bande de calfeutrement doit être d'un seul morceau sur le rejingot ;
- soit de mastic d'étanchéité mis en œuvre à la pompe, après mise en place d'un fond de joint qui sert de maintien au mastic pendant la phase de polymérisation ou de durcissement.
 - Leur mise en œuvre est définie dans le NF DTU 44.1 : Étanchéité des joints de façade par mise en œuvre de mastics.

Sauf justification particulière, les calfeutrements de menuiserie ne devront pas être revêtus par une peinture, un produit d'imperméabilité ou un enduit (NF DTU 36.5, P1-1, § 5.9).

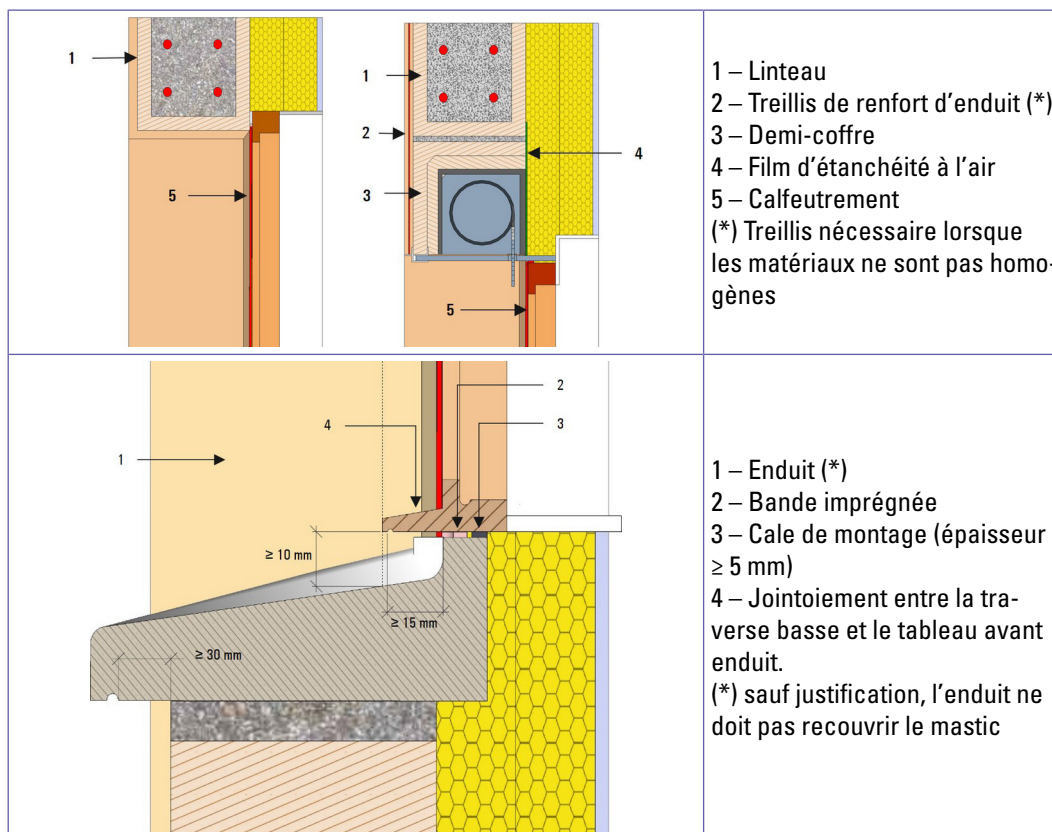
Les figures suivantes présentent différents modes de mise en œuvre utilisés avec les maçonneries.



11.3.1. • Menuiserie montée en applique

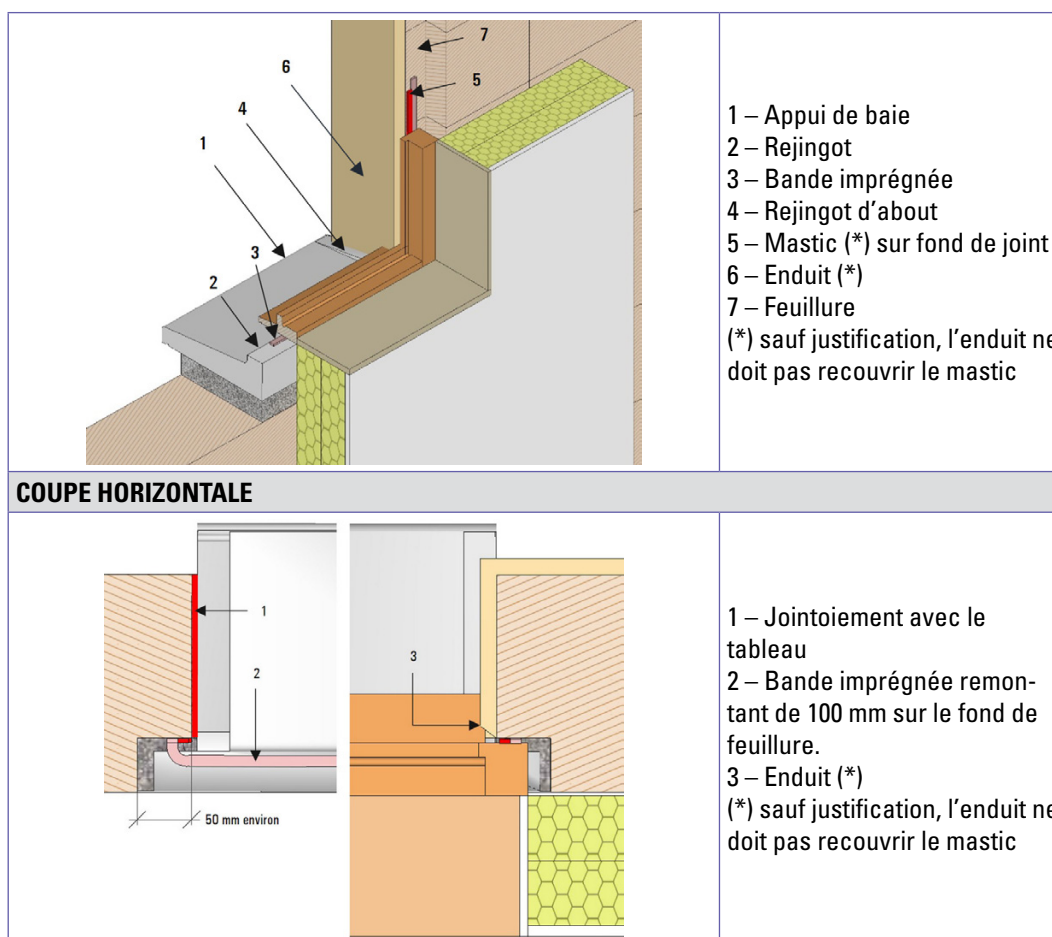


▲ Figure 39 : Fenêtre- Exemples de montage en applique (ITI)

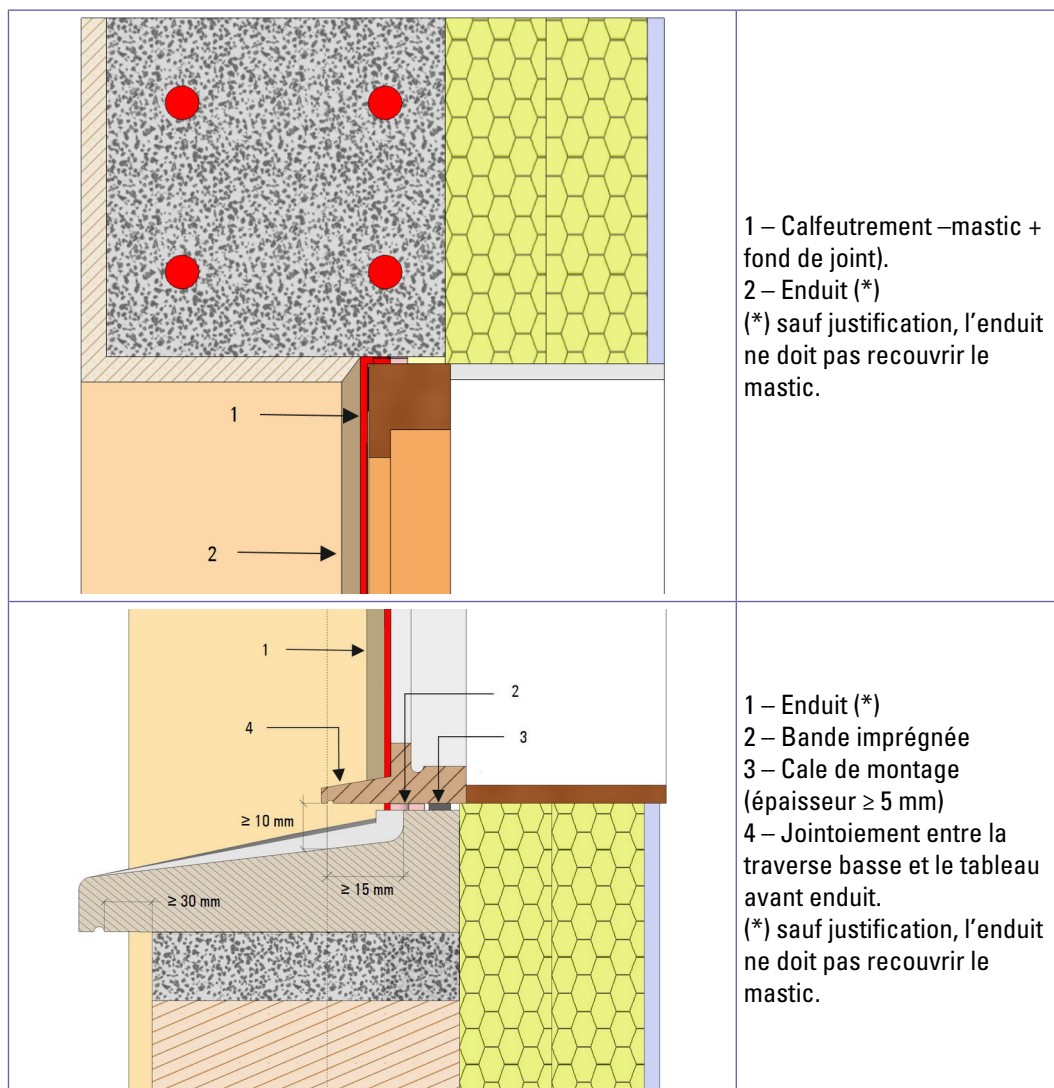


▲ Figure 40 : Fenêtre – Exemples de montage en applique (ITI) – Coupes verticales

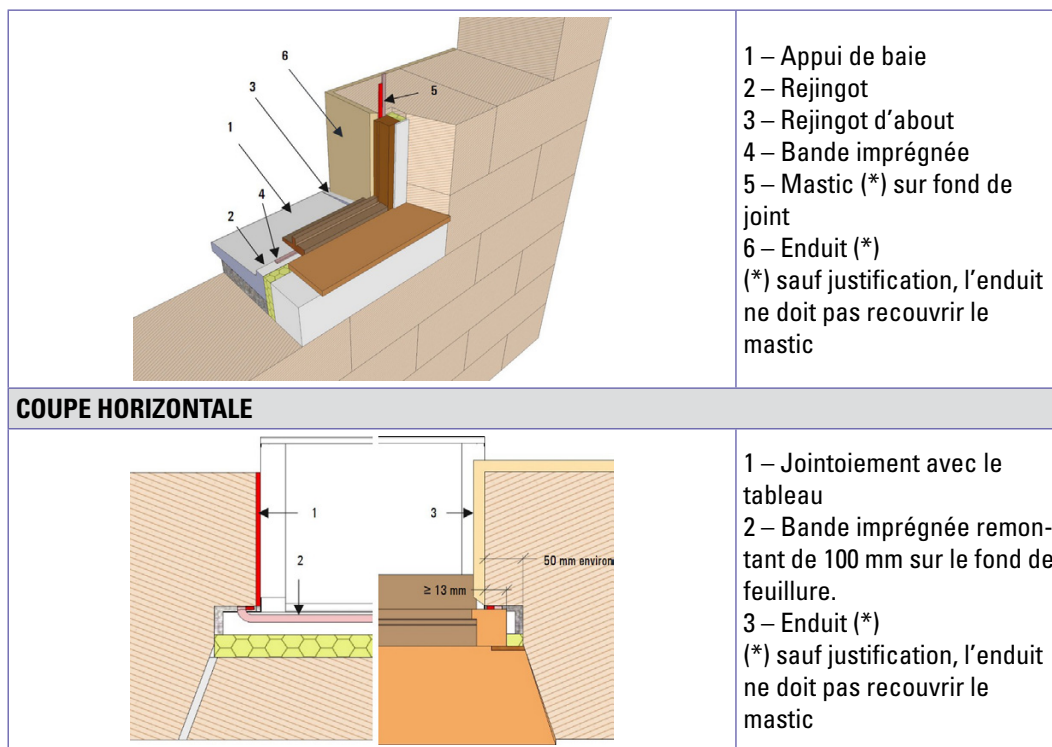
Menuiserie montée en feuillure



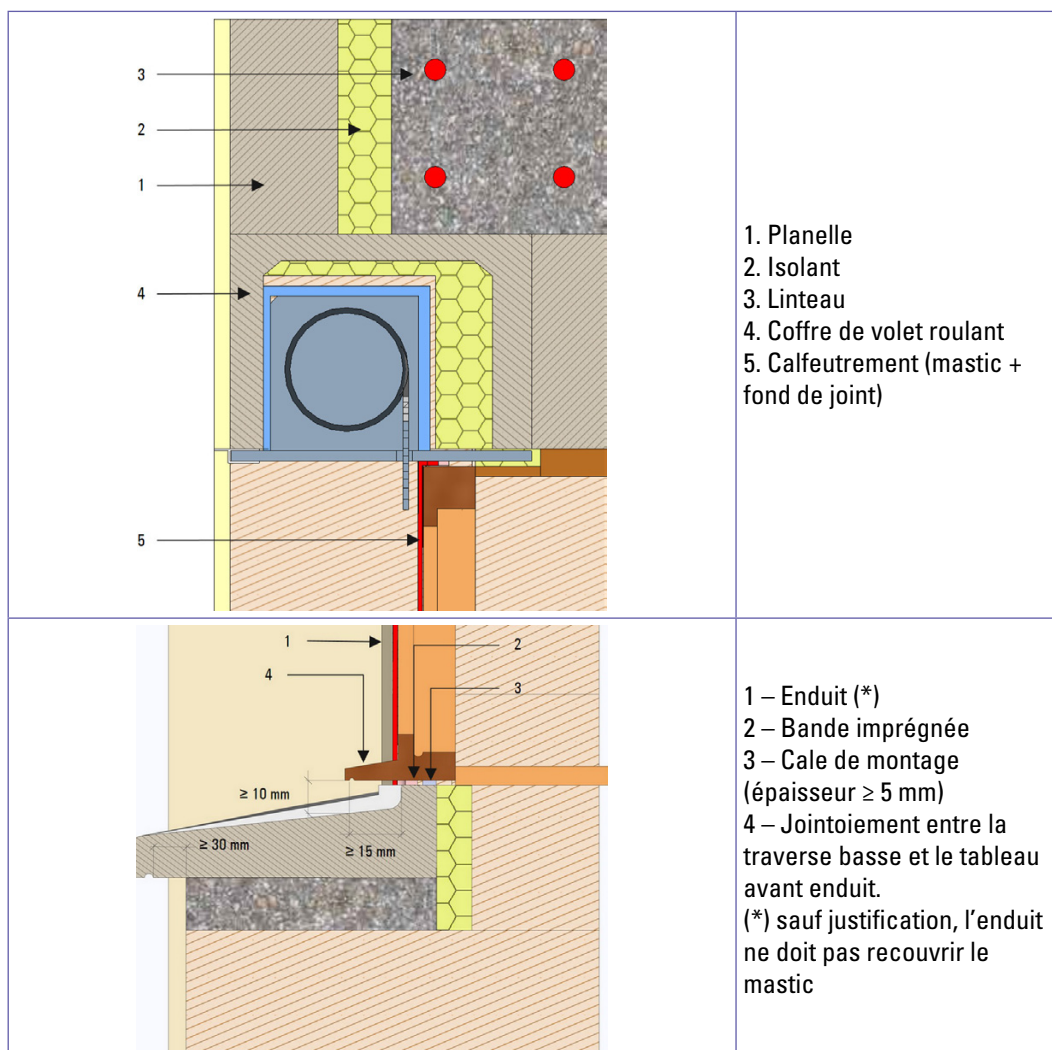
▲ Figure 41 : Fenêtre – Exemple de montage en applique avec feuillures (ITI)



▲ Figure 42 : Fenêtre – Exemple de montage en applique avec feuillure (ITI) Coupes verticales



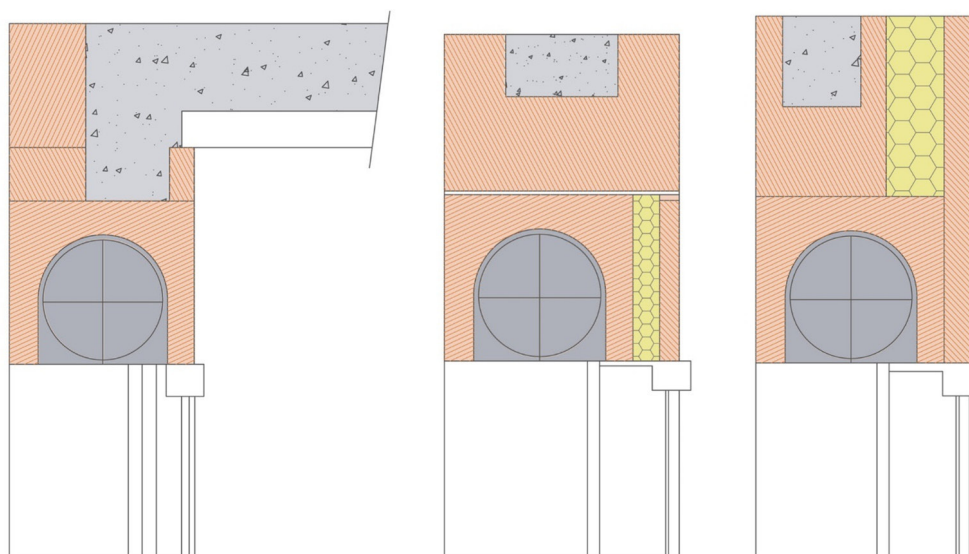
▲ Figure 43 : Fenêtre – Exemple de montage en tableau avec feuillures et ébrasement (ITR)



▲ Figure 44 : Fenêtre – Exemples de montage en tableau avec feuillures et ébrasement (ITR) – Coupes verticale



Menuiserie montée en tunnel



▲ Figure 45 : Fenêtre –Exemples de montage en tunnel en maçonnerie ITR – Coupes verticales

11.4. • Mise en œuvre de l'enduit

Délai avant réalisation de l'enduit

Les travaux d'enduits ne doivent être commencés que sur des maçonneries terminées depuis un délai minimal d'un mois.

Nota

Les travaux Cloisons et plâtrerie sont tributaires de la réalisation des enduits extérieurs. Ils ne peuvent débuter qu'après leur application.

Choix des produits

L'entreprise vérifiera la compatibilité de l'enduit avec l'élément de maçonnerie (Tableau 7).

Les treillis de renfort d'enduit seront conformes aux spécifications du NF DTU 20.1 P1-2 ; § 5.3 et du NF DTU 26.1 P1-2, § 7.

Afin d'éviter tout risque d'erreur dans le choix des enduits, il est nécessaire d'indiquer, dans le document contractuel, le type d'enduit utilisable en fonction de l'élément de maçonnerie mis en œuvre.

La mise en œuvre des enduits peut nécessiter différents renforcements, dans le cas de parois non homogènes, à chaque jonction, en débordant de part et d'autre d'au moins 15 cm.

Par exemple : treillis anti-fissuration au niveau de chaînages ou de nez de planchers en béton armé, coffres de volets roulants en matériau différent de celui de la maçonnerie.



Type de maçonnerie à enduire (support normalisé) (1)	Résistance à l'arrachement du support	Enduits multicouches (GP, CR)	Enduits monocouches (OC)
		Classe de Résistance compatible (2)	Catégories compatibles (3)
Rt 3 Eléments de résistance à l'arrachement élevée (blocs de béton*, briques)	$Rt > 0,8$ MPa	CS I à CS IV	OC 1, OC 2
Rt 2 Eléments de résistance à l'arrachement moyenne (briques, blocs de béton de granulats légers)	$0,6 \leq Rt \leq 0,8$ MPa	CS I à CS III	OC 1, OC 2
Rt 1 Eléments de résistance à l'arrachement réduite (blocs de béton cellulaire autoclavé)	$0,4 \leq Rt < 0,6$ MPa	CS I, CS II	OC 1

(1) La classe de résistance Rt1, Rt2 ou Rt3 de l'élément de maçonnerie est déclarée par le fabricant de l'élément. Résistance à l'arrachement du support selon NF EN 1015-12.
(2) Selon NF EN 998-1.
(3) Selon NF DTU 26.1 P1.2, § 8.2.3.3. La compatibilité est attestée dans le cadre de la certification CSTB.
(*) Pour rappel, les blocs de granulats courants ne sont pas couverts par les présentes recommandations professionnelles.

▲ Tableau 7 : Critères de compatibilité des enduits avec la maçonnerie isolante

Travaux d'enduisage

Ils seront réalisés conformément à la NF DTU 26.1.

Voir les dispositions particulières rappelées § 7, 8.2, 11.2 et 11.3.

On pourra consulter le guide sur la mise en œuvre des enduits édité par la CAPEB [45].



Bibliographie



- [1] Arrêté du 26 octobre 2010 relatif aux caractéristiques thermiques et aux exigences de performance énergétique des bâtiments nouveaux et des parties nouvelles de bâtiments
- [2] Arrêté du 22 mars 2004 relatif à la résistance au feu des produits, éléments de construction et d'ouvrages.
- [3] Décret n° 2010-1254 du 22 octobre 2010 relatif à la prévention du risque sismique, modifié par l'Arrêté du 25 octobre 2012.
- [4] Décret n° 2010-1255 du 22 octobre 2010 : Délimitation des zones de sismicité du territoire français.
- [5] Arrêté du 22 octobre 2010 relatif à la classification et aux règles de construction parasismique applicables aux bâtiments de la classe dite « à risque normal »
- [6] Arrêté du 30 juin 1999 relatif aux caractéristiques acoustiques des bâtiments d'habitation.
- [7] Norme NF EN 12114 – Performance thermique des bâtiments – Perméabilité à l'air des composants et parois de bâtiments – Méthode d'essai en laboratoire
- [8] NF DTU 20.1 – Travaux de bâtiment – Ouvrages en maçonnerie de petits éléments – Parois et murs, 2009/01
- [9] NF DTU 26.1 – Travaux d'enduits de mortiers – avril 2008
- [10] NF DTU 36.5 – Travaux de bâtiment – Mise en œuvre des fenêtres et portes extérieures – avril 2010
- [11] NF DTU 44.1 – Travaux de bâtiment – Étanchéité des joints de façade par mise en œuvre de mastics – août 2012



- [12] NF DTU 43.1 – Travaux de bâtiment – Étanchéité des toitures-terrasses et toitures inclinées avec éléments porteurs en maçonnerie en climat de plaine – septembre 2007
- [13] NF DTU 43.11 – Travaux de bâtiment – Étanchéité des toitures-terrasses et toitures inclinées avec éléments porteurs en maçonnerie en climat de montagne
- [14] DTU 21 – Exécution des ouvrages en béton – mars 2004
- [15] NF P 10-203-1 (NF DTU 20-12) – Maçonneries des toitures et d'étanchéité
- [16] NF EN 1996-1-1 Eurocode 6 : Calcul des ouvrages en maçonnerie – Partie 1-1 : Règles générales pour les ouvrages en maçonnerie armée et non armée, 2013/03.
- [17] NF EN 1996-1-1/NA : Annexe nationale à la NF EN 1996-1-1, 2009/12
- [18] NF EN 1996-1-2 Eurocode 6 : Calcul des ouvrages en maçonnerie – Partie 1-2 : Règles générales – Calcul du comportement au feu, 2011/03.
- [19] NF EN 1996-1-2/NA : Annexe nationale à la NF EN 1996-1-2, 2008/09.
- [20] NF EN 1996-2 Eurocode 6 : Calcul des ouvrages en maçonnerie – Partie 2 : Conception, choix des matériaux et mise en œuvre des maçonneries, 2010/02.
- [21] NF EN 1996-2/NA : Annexe nationale à la NF EN 1996-2, 2007/12
- [22] NF EN 1996-3 Eurocode 6 : Calcul des ouvrages en maçonnerie – Partie 3 : Méthodes de calcul simplifiées pour les ouvrages en maçonnerie non armée, 2006/06.
- [23] NF EN 1996-3/NA : Annexe nationale à la NF EN 1996-3, 2009/12.
- [24] NF EN 1998-1 Eurocode 8 – Calcul des structures pour leur résistance aux séismes – Partie 1 : Règles générales, actions sismiques et règles pour les bâtiments, 2010/10.
- [25] NF EN 1998-1/NA : annexe nationale de la NF EN 1998-1, 2007/12
- [26] NF EN 13501-2 – mars 2013 – Classement au feu des produits de construction et éléments de bâtiment – Partie 2 : Classement à partir des données d'essais de résistance au feu à l'exclusion des produits utilisés dans les systèmes de ventilation.
- [27] NF EN 771-1 – août 2011 – Spécifications pour éléments de maçonnerie – Partie 1 : Briques de terre cuite.
- [28] NF EN 771-1/CN – mars 2012 : complément national à la NF EN 771-1 – août 2011.

- [29] NF EN 771-3 – août 2011 – Spécifications pour éléments de maçonnerie – Partie 3 : Éléments de maçonnerie en béton de granulats (granulats courants et légers).
- [30] NF EN 771-3/CN – mars 2012 : complément national à la NF EN 771-3 – août 2011.
- [31] NF EN 771-4 – août 2011 – Spécifications pour éléments de maçonnerie – Partie 4 : Éléments de maçonnerie en béton cellulaire autoclavé.
- [32] NF EN 771-4/CN – mars 2012 : complément national à la NF EN 771-4:2012.
- [33] NF EN 206-1 – Béton – Partie 1 : Spécification, performances, production et conformité.
- [34] NF EN 998-1 – décembre 2010 – Définitions et spécifications des mortiers pour maçonnerie – Partie 1 : Mortiers d'enduits minéraux extérieurs et intérieurs.
- [35] NF EN 998-2 – décembre 2010 – Définitions et spécifications des mortiers pour maçonnerie – Partie 2 : Mortiers de montage des éléments de maçonnerie.
- [36] NF EN 845-1 – août 2013 – Spécifications pour composants accessoires de maçonnerie – Partie 1 : Attaches, brides de fixation, étriers de support et consoles.
- [37] NF EN 845-2 – août 2013 – Spécifications pour composants accessoires de maçonnerie – Partie 2 : Linteaux.
- [38] NF EN 845-3 – août 2013 – Spécifications pour composants accessoires de maçonnerie – Partie 3 : Treillis d'armature en acier pour joints horizontaux.
- [39] Étanchéité à l'air : dispositions constructives – Mémento de conception et de mise en œuvre à l'attention des concepteurs, artisans et entreprises du bâtiment – Construction à structure lourde – Isolation thermique intérieure – Ministère de l'Écologie, du Développement durable, des Transports et du Logement – Novembre 2010
- [40] Étanchéité à l'air : dispositions constructives – Mémento de conception et de mise en œuvre à l'attention des concepteurs, artisans et entreprises du bâtiment – Construction à structure lourde – Isolation thermique répartie – Ministère de l'Écologie, du Développement durable, des Transports et du Logement – Novembre 2010
- [41] Rapport d'étude CEBTP Référence 2011.29T – Étanchéité à l'air des parois maçonnées enduites – Influence du remplissage ou non des joints verticaux – Octobre 2012



- [42] Guide « Perméabilité à l'air des bâtiments en maçonnerie ou en béton – Guide de bonnes pratiques » – FFB – février 2003
- [43] Rapport étude ADEME « Perméabilité à l'air des bâtiments neufs en maçonnerie ou béton » – FFB-CERIB – 2005 – (Contrat ADEME 02.04.11)
- [44] Guide AFPS – Dispositions constructives parasismiques des ouvrages en acier, béton, maçonnerie et bois – Presses de l'école nationale des Ponts et Chaussées (ENPC), 2005
- [45] Guide travaux d'enduits de mortiers de façade – Mise en œuvre sur supports neufs et anciens – CAPEB – Janvier 2013



PARTENAIRES du Programme « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 »

- Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME) ;
- Association des industries de produits de construction (AIMCC) ;
- Agence qualité construction (AQC) ;
- Confédération de l'artisanat et des petites entreprises du bâtiment (CAPEB) ;
- Confédération des organismes indépendants de prévention, de contrôle et d'inspection (COPREC Construction) ;
- Centre scientifique et technique du bâtiment (CSTB) ;
- Électricité de France (EDF) ;
- Fédération des entreprises publiques locales (EPL) ;
- Fédération française du bâtiment (FFB) ;
- Fédération française des sociétés d'assurance (FFSA) ;
- Fédération des promoteurs immobiliers de France (FPI) ;
- Fédération des syndicats des métiers de la prestation intellectuelle du Conseil, de l'Ingénierie et du Numérique (Fédération CINOV) ;
- GDF SUEZ ;
- Ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie ;
- Ministère de l'Égalité des Territoires et du Logement ;
- Plan Bâtiment Durable ;
- SYNTEC Ingénierie ;
- Union nationale des syndicats français d'architectes (UNSFA) ;
- Union nationale des économistes de la construction (UNTEC) ;
- Union sociale pour l'habitat (USH).

Les productions du Programme « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 » sont le fruit d'un travail collectif des différents acteurs de la filière bâtiment en France.



MAÇONNERIES ISOLANTES AVEC ISOLATION THERMIQUE PAR L'INTÉRIEUR OU RÉPARTIE

PARTIE 2 : RÈGLES DE MISE EN ŒUVRE

AOÛT 2014

NEUF

Depuis une trentaine d'années, des petits éléments de maçonnerie isolants se sont développés pour participer à la baisse de la consommation d'énergie. Ils sont notamment bien adaptés à la construction de maisons individuelles, de maisons groupées et de petits collectifs en ITI ou en ITR (sans isolant rapporté). Ces Recommandations professionnelles RAGE Maçonneries isolantes avec isolation thermique par l'intérieur ou répartie serviront de contributions à la définition de règles de l'art applicables aux maçonneries isolantes en vue de les intégrer dans le NF DTU 20.1.

Elles sont structurées en deux documents.

Cette seconde partie porte sur les dispositions constructives applicables à la mise en œuvre des maçonneries isolantes en :

- Briques de terre cuite à perforations verticales ou horizontales ;
- Blocs de béton de granulats légers pleins, perforés ou creux ;
- Blocs en béton cellulaire autoclavé (BCA).

En se référant aux spécifications du NF DTU 20.1, aux spécifications des Avis Techniques et DTA pour les procédés de montage à joint mince ; à des dispositions constructives nouvelles, dérogeant aux DTU, lorsque celles-ci sont développées pour répondre à la réglementation thermique RT 2012. (*préconisations des enduits OC1 et OC2, utilisation de planelles isolantes, détails d'exécution au niveau des interfaces : trumeaux, baies, linteaux, refends et contreventements ..*).

Elles serviront de contributions à la définition de règles de l'art applicables aux maçonneries isolantes en vue de les intégrer dans le cahier des clauses techniques du NF DTU 20.1 partie 1.1.