

Document Technique d'Application

Référence Avis Technique **16/15-713**

Annule et remplace l'Avis Technique 16/09-581

Bloc de coffrage isolant

Bloc Coffrage Isolant NUDURA

objet de l'Evaluation
Technique Européenne

ETA-07/0034

Titulaire : NUDURA Corporation
27 Hooper Road Unit 10.
Barrie, Ontario
Canada L4N 9S3
Tél. : (705) 726-9499
E-mail : keven@nudura.com
Internet : www.nudura.com

Usine : Société de Plastiques Cellulaires Polyform Inc. / Polymax
454 rue Edouard
Gramby, Québec
Canada J2G 3Z3

Distributeur : Société Néobat
180, Chemin des Figons
13090 Aix-En-Provence – France
Tél. : 09 73 16 74 72
E-mail : gdh@neobat-materiaux.com
Internet : www.neobat-materiaux.com

Commission chargée de formuler des Avis Techniques
(arrêté du 21 mars 2012)

Groupe Spécialisé n° 16

Produits et procédés spéciaux pour la maçonnerie

Vu pour enregistrement le 28 octobre 2015



Secrétariat de la commission des Avis Techniques
CSTB, 84 avenue Jean Jaurès, Champs sur Marne, FR-77447 Marne la Vallée Cedex 2
Tél. : 01 64 68 82 82 - Fax : 01 60 05 70 37 - Internet : www.cstb.fr

Le groupe Spécialisé n°16 de la commission chargée de formuler les Avis Techniques a examiné le 2 juillet 2015 la demande relative au procédé de Bloc de coffrage isolant NUDURA présenté par la société NUDURA Corporation. Il a formulé, sur ce procédé, l'Avis Technique ci-après. Cet Avis annule et remplace l'Avis 16/09-581. Cet Avis a été formulé pour les utilisations en France Européenne.

1. Définition succincte

1.1 Description succincte

Le système de dénomination commerciale NUDURA est constitué de blocs de coffrage isolants réalisés à l'aide de parois en polystyrène expansé couleur vert clair (PSE), reliées entre elles par des entretoises en polypropylène, assemblés en usine. Le coffrage ainsi constitué permet de réaliser une voile de béton d'épaisseur 152 ou 203 mm, isolé par l'intérieur et par l'extérieur.

Caractéristiques des parois en PSE :

- épaisseur : 67 mm
- longueur x largeur : 2438 x 457 mm
- masse volumique : 21,6 kg/m³

Caractéristiques du béton :

- classe de consistance S3
- granulométrie maximum
 - 12 mm pour les noyaux béton de 150 mm
 - 16 mm pour les noyaux béton de 200 mm
- classe de résistance C25/30 et C30/37
- mise en œuvre avec vibration
- Densité d'entretoises :
- 12 entretoises par bloc standard droit

Les revêtements extérieurs visés dans le présent Avis en association avec le bloc de coffrage NUDURA sont :

- système d'enduit sur PSE PARISO PSE M de la société PAREXGROUP
- système d'enduit sur PSE JECOTHERM S.CE
- Les revêtements intérieurs visés dans le présent Avis en association avec le bloc de coffrage NUDURA sont :
- plaques de plâtres conformes au DTU 25.41 mise en œuvre par collage sur les parois du bloc à l'aide de mortier adhésif ou par fixation mécanique sur ossature métallique.

1.2 Mise sur le marché

En application du règlement (UE) n° 305/2011, le bloc de coffrage isolant NUDURA fait l'objet d'une déclaration de performances établie par le fabricant sur la base de l'Evaluation Technique Européenne ETA-07/0034.

1.3 Identification des composants

Les paquets de blocs de coffrage isolants NUDURA sont identifiés par un étiquetage indiquant le type de bloc et comportant la référence produit, la référence de l'usine, la date de fabrication, et le numéro de contrôle ainsi que le nombre de pièces, l'usine d'expédition et ses coordonnées.

Les produits sont assortis du marquage CE accompagné des informations prévues par l'Agrément Technique Européen ETA-07/0034.

2. AVIS

2.1 Domaine d'emploi accepté

Le système permet la réalisation de murs de bâtiments à usage courant et aux ERP de 5ème catégorie. Les limitations du domaine d'emploi résultent alors du respect de la réglementation incendie applicable à ces bâtiments.

Les conditions d'expositions sont limitées à celles prévues pour un mur de type XII par les « Conditions générales d'emploi des systèmes d'isolation thermique des façades par l'extérieur faisant l'objet d'un Avis Technique » (Cahier du CSTB n° 1833, mars 1983).

2.2 Appréciation sur le procédé

2.2.1 Satisfaction aux lois et règlements en vigueur et autres qualités d'aptitude à l'emploi

Stabilité

Les murs réalisés avec le procédé NUDURA sont de type continu au sens du Guide d'Agrément Technique Européen n°9. La stabilité des bâtiments peut être normalement assurée moyennant le respect des prescriptions données au paragraphe 2.31 du présent Avis.

Utilisation en zone sismique

Le modèle de voile continu qui permet au procédé d'incorporer des armatures horizontales et verticales supplémentaires peut permettre de satisfaire aux dispositions des Eurocodes. Les bâtiments visés dans le domaine d'application de la norme NF P 06-014 (règles PS MI 89 révisées 92) peuvent en particulier être conçus et réalisées en éléments NUDURA en accord avec ces mêmes règles.

Sécurité incendie

Le procédé fait l'objet d'un procès-verbal de classement de laboratoire établi par EFECTIS (n°EFR-15-U-000041; essais réalisés le 24 juin 2015) relatif à la performance en résistance au feu du procédé. Pour une valeur affichée de capacité portante du mur (pour une hauteur maximale de 3 mètres soumise au feu) de 200 kN/ml, la classe de résistance au feu à considérer du mur constitué de blocs de coffrage isolant NUDURA (épaisseur de béton 150 mm) est REI 45 (feu côté doublage).

Les vérifications à effectuer (notamment quant à la règle dite du « C + D »), doivent prendre en compte les caractéristiques suivantes :

- Classement de réaction au feu du système conformément à EN13501-1 :
 - Euroclasse B – s1, d0 avec le système d'enduit PARISO PSE M de la société PAREXGROUP S.A. (ATE 04/0014 ; DTA 7/14-1574) pour la configuration avec revêtements de finition EHI GM et EHI GF.
 - Euroclasse E avec le système d'enduit PARISO PSE M de la société PAREXGROUP S.A. (ATE 04/0014 ; DTA 7/14-1574) pour la configuration avec revêtements de finitions REVLANE+ IGNIFUGÉ TALOCHÉ FIN/GROS, REVLANE+ IGNIFUGÉ RIBBÉ FIN/GROS, REVLANE+ SILOXANÉ IGNIFUGÉ.
 - Euroclasse F avec le système d'enduit JECOTHERM S.CE
 - La masse combustible mobilisable (MJ/m²) du polystyrène doit être calculée par la formule suivante : masse surfacique (kg/m²) x 43 soit, 62,2 MJ/m² (panneau de PSE d'épaisseur 67 mm).
- Le système d'enduit PARISO PSE M avec les finitions EHI GM et EHI GF répond à la définition du paragraphe 5.1.1 de l'Instruction Technique n° 249 relative aux façades. Les autres configurations du système d'enduit PARISO PSE M répondent à la définition du paragraphe 5.1.2 de cette Instruction Technique.

Parmi les solutions de protection permettant de répondre à la réglementation, le système intègre notamment la solution comprenant des barrières de protection sous forme de bandes filantes horizontales en laine de roche au droit des planchers.

Isolation thermique

Le procédé peut permettre de satisfaire à la réglementation.

La vérification est à effectuer selon les Règles Th-U en prenant les valeurs du tableau suivant pour les coefficients de transmission surfacique U_p.

La valeur de U_p indiquée dans le tableau ci-dessous s'entend pour une conductivité thermique utile du polystyrène expansé, qui est égale à λ_u=0,041 W/m.K.

| Conductivité thermique utile de l'isolant du bloc en W/(m.K) | Épaisseurs (mm) int/béton/ext | Épaisseur du bloc en mm | U _p en W/(m ² .K) | R _p en m ² .K/W |
|--------------------------------------------------------------|-------------------------------|-------------------------|-----------------------------------------|---------------------------------------|
| 0,041 | 67 / 150 / 67 | 284 | 0,29 | 3,49 |

Les valeurs de R_p et U_p mentionnées dans le tableau ci-dessus peuvent être modifiées en cas d'obtention d'une certification visant la conductivité thermique.

Isolement acoustique

Le procédé peut satisfaire à la réglementation en matière d'isolement contre les bruits de l'espace extérieur et en mur séparatif de logement moyennant une étude basée sur les essais acoustiques réalisés.

Étanchéité des murs extérieurs

Elle peut être considérée comme normalement assurée moyennant le respect des prescriptions pour la réalisation des points singuliers et des calfeutremments (cf. Cahier des Prescriptions Techniques).

Etanchéité des parois enterrées

Les parois enterrées peuvent être conçues dans les conditions du paragraphe 5.51 du DTED dans le cas des vides sanitaires de 1.5 m de hauteur maximale.

Risque de condensation superficielle

Le procédé permet de diminuer les ponts thermiques et réduit les risques de condensations superficielles.

Confort d'été

Pour la détermination des classes d'inertie thermique des logements, qui constituent un facteur important du confort d'été, pris en compte par ailleurs dans le calcul du coefficient de besoins de chauffage des logements, les murs extérieurs de ce procédé appartiennent à la catégorie des parois en béton revêtues d'un isolant intérieur, dont la faible inertie thermique peut être compensée par leur association à des parois intérieures massives (planchers et refends principalement).

Finitions – aspect

Les finitions prévues sont celles classiques pour cette famille de procédés. Elles sont décrites au chapitre 3.4 du Dossier Technique établi par le demandeur.

2.22 Durabilité – entretien

Les matériaux constitutifs du mur, béton et isolant, ne posent pas de problème de durabilité intrinsèque.

La durabilité des parements intérieurs en plaques de plâtre, correctement exécutés, peut être estimée similaire à celle des parements identiques appliqués sur des supports traditionnels.

Ces parois, comme les parois en béton banché auxquelles elles s'apparentent, ne devrait donc pas poser de problème particulier de durabilité autre que celui des revêtements extérieurs associés pour lesquels il convient de se référer aux documents d'évaluation dont ils relèvent.

2.23 Fabrication

Les panneaux de coffrage en polystyrène expansé et les entretoises en polypropylène sont fabriqués à l'usine de Polyform de Granby (Québec – Canada).

Les panneaux et entretoises sont directement commercialisés par NUDURA et distribués en France par Néobat.

2.24 Mise en œuvre

L'empilage à sec ne pose pas de problème particulier. La mise en œuvre nécessite le respect scrupuleux des dispositions retenues au Dossier Technique, notamment en ce qui concerne la qualité du béton employé et l'exécution du revêtement extérieur qui doit être appliqué par des entreprises spécialisées et dans le respect du dossier technique établi par le demandeur.

2.25 Données environnementales et sanitaires

Il n'existe pas de FDES pour ce procédé. Il est rappelé que les FDES n'entrent pas dans le champ d'examen d'aptitude à l'emploi du procédé.

2.3 Cahier des Prescriptions Techniques

2.31 Conditions de conception

Les voiles en béton ou en béton armé doivent être conçus conformément à la norme NF EN 1992-1-1 et son annexe nationale, exception faite des armatures de peau qui ne sont pas nécessaires. Il doit être tenu compte de la charge maximale admissible en situation d'incendie. Les reprises de bétonnage doivent être justifiées.

En zone sismique, le dimensionnement est réalisé en considérant le procédé comme un voile continu. Les règles applicables sont celles prévues dans l'arrêté du 22 octobre 2010 soit la norme NF EN 1998-1 ou les PS-MI 89-92 pour les bâtiments qui en relèvent.

2.32 Conditions de fabrication

Il n'y a pas de prescription particulière par rapport aux opérations définies dans le Dossier Technique établi par le demandeur.

2.33 Conditions de mise en œuvre

La mise en œuvre des parois en béton banché doit être conforme au chapitre 3 du Cahier des Clauses Techniques du DTU 23.1 et conforme au DTU 21.

La mise en œuvre des revêtements intérieurs doit être faite conformément aux « Conditions générales d'emploi et de mise en œuvre des revêtements applicables sur les murs réalisés à l'aide de procédés à base de blocs coffrages en polystyrène expansé faisant l'objet d'un Avis Technique » (Bulletin des Avis Techniques 263-2, octobre 1985).

La mise en œuvre des systèmes d'enduit sur polystyrène expansé doit être faite conformément au « Cahier des Prescriptions Techniques d'emploi et de mise en œuvre des systèmes d'isolation thermique

extérieure par enduit sur polystyrène expansé », (Cahier du CSTB 3035_V2 de juillet 2013) à l'aide du système d'enduit PARISO PSE-M de la société ParexGroup, bénéficiant d'un Document Technique d'Application en cours de validité (DTA-7/14-1574), ou du système d'enduit JEFOTHERM S.CE bénéficiant d'un Document Technique d'Application en cours de validité (DTA-7/12-1523).

L'entrepreneur doit prendre les dispositions nécessaires pour assurer la stabilité des murs et notamment celle des pignons, pendant les travaux.

La surface devra être systématiquement poncée avant la mise en œuvre de l'enduit de base.

Le titulaire du présent Avis doit assurer une formation et une assistance pour l'assemblage des éléments NUDURA, aux entreprises et aux particuliers mettant en œuvre le procédé (diffusion de l'Avis Technique, respect des prescriptions qui y sont attachées,...)

Conclusions

Appréciation globale

L'utilisation du procédé dans le domaine d'emploi proposé est appréciée favorablement.

Validité

Jusqu'au 31 décembre 2017

*Pour le Groupe Spécialisé n° 16
Le Président*

3. Remarques complémentaires du groupe Spécialisé

Il est souligné l'importance de prendre toutes les précautions indiquées dans l'Avis pour la réalisation des revêtements extérieurs sur isolant. L'attention est attirée sur la composition du béton de remplissage qui doit être respectée (voir paragraphe 3.31).

L'attention est attirée également sur la mise en œuvre des menuiseries dont la pose et le calfeutrement doivent être réalisés en applique ou en tunnel directement sur le noyau en béton.

Le Rapporteur du Groupe Spécialisé n° 16

Dossier Technique

établi par le demandeur

A. Description

1. Principe

Le système de dénomination commerciale Bloc Coffrage Isolant NUDURA est constitué de blocs de coffrage isolants réalisés à l'aide de parois en polystyrène expansé vert clair (PSE), reliées entre elles par des entretoises en polypropylène assemblées avec les parois en PSE en usine. Le coffrage ainsi constitué permet de réaliser un voile de béton de 152 ou 203 mm d'épaisseur, isolé par l'intérieur et par l'extérieur.

Un bloc courant est constitué d'une paroi extérieure, d'une paroi intérieure et de 12 entretoises. L'épaisseur des panneaux intérieure et extérieure en polystyrène est de 67 mm.

2. Domaine d'emploi visé

Ce procédé est destiné à la réalisation de murs pour les bâtiments d'habitations jusqu'à la 3ème famille pouvant supporter au plus sept étages au rez-de-chaussée (R+7), ainsi qu'aux bâtiments relevant du Code du Travail et Etablissements Recevant du Public de 5ème catégorie. Le domaine d'emploi peut être réduit en fonction de la réglementation en vigueur et applicable à ces bâtiments.

3. Eléments constitutifs

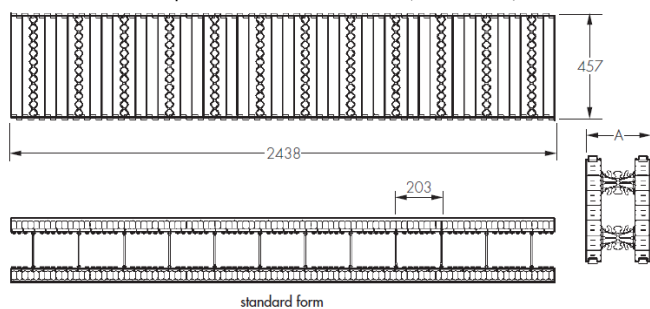
3.1 Bloc de coffrage standard

3.1.1 Panneaux isolants

Le bloc de coffrage NUDURA est constitué de panneaux de polystyrène expansé vert clair et d'entretoises en polypropylène. Les blocs arrivent toujours sur chantier assemblés.

Caractéristiques des panneaux en PSE :

- nature : PSE vert clair de masse volumique 21,6 kg/m³
- dimensions : (L x l x e): 2438 x 457 x 67 mm
- reliefs situés sur les tranches, sous formes de tenons-mortaises espacés de 5 cm, permettant l'emboîtement des blocs ;
- face externe des parois en PSE lisse, munie de marquage des lignes de découpe sur la face externe : tous les 5 cm.
- face interne des parois en PSE rainurées (coté béton).



| Epaisseur noyau béton (mm) | Dimension A (mm) |
|----------------------------|------------------|
| 152 | 286 |
| 203 | 337 |

Figure 1 : Bloc de coffrage isolant standard

3.1.2 Entretoises

- nature : polypropylène
- hauteur : 457 mm
- largeur : 152 mm
- densité : 12 entretoises articulées par bloc de 2438 mm (espace-ment entre entretoises de 203 mm).

3.1.3 Clip de liaison

- Crochet métallique assurant la liaison horizontale entre les blocs d'une même rangée.

3.2 Blocs spéciaux

- Bloc en T (liaison façade refend)
- Blocs d'angle (45°, 90°, 135°)
- Bouchons d'embout de mur
- Blocs cintrés pour murs ronds

3.3 Voile en béton

3.3.1 Nature du béton

Le béton utilisé est un béton prêt à l'emploi conforme à la norme NF EN 206/CN et aux spécifications suivantes :

- classe de résistance à la compression : C25/30 et C30/37
- classe d'exposition : XC3
- classe de consistance : S3
- granulométrie maximale de :
 - 12 mm pour les noyaux béton de 152 mm
 - 16 mm pour les noyaux béton de 203 mm

Le béton peut être vibré à l'aide d'une aiguille vibrante de diamètre 20 / 25 mm. En aucun cas, il ne faudra descendre l'aiguille plus bas que le 1/3 de la hauteur coulée dans le béton et maintenir la vibration plus de 3 secondes au même endroit sous risque de dégradation du coffrage isolant et gonflement localisé, voire dans de rares cas, une rupture de coffrage.

3.3.2 Dimensionnement du voile en béton

En zone non sismique

Le dimensionnement du voile béton est réalisé conformément à la NF EN 1992 1-1 et au NF DTU 23.1.

En zone sismique

Le procédé peut être utilisé en zone sismique. Les dimensionnements devront systématiquement être validés par un bureau d'étude et réalisés suivant les Eurocode 8 ou PSMI-92 lorsque la construction répond aux critères ; ainsi que les recommandations professionnelles pour l'application de la norme NF EN 1992 1-1.

Les armatures dites de « peau » ne sont pas nécessaires dans la partie courante du voile.

La section d'armature présente dans les chaînages doit être adaptée à la zone sismique. Le tableau suivant indique les sections de chaînage pour des bâtiments entrant dans le champ d'application des règles PS-MI 89.

| Zone de sismicité | Section des chaînages : (en cm ²) | |
|-------------------|-----------------------------------------------|-------------|
| | verticaux | horizontaux |
| 1 | 1,2 | 1,2 |
| 2 | 2,0 | 2,0 |
| 3 | 3,14 | 3,14 |
| 4 | 4,52 | 4,52 |

Il conviendra au bureau d'étude structure de vérifier l'élançement, les efforts (normaux et tranchants) ainsi que le cisaillement.

3.4 Revêtements extérieurs

Systèmes d'enduits sur polystyrène expansé :

- PARSIO-PSE-M (ATE 04/0014 ; DTA 7/14-1574)
- JEF COTHERM S.CE (ATE 12/0509 ; DTA 7/12-1523)

La surface devra être systématiquement poncée avant la mise en œuvre de l'enduit de base.

3.5 Revêtements intérieurs

Plaques de plâtres conformes au DTU 25.41 mise en œuvre par collage sur les parois du bloc NUDURA, à l'aide de mortier adhésif (la surface encollée devra être poncée avant la mise en œuvre).

Les plaques de plâtre peuvent également être fixées mécaniquement sur contre-ossature métallique.

4. Fabrication - Contrôles

4.1 Fabrication

Les panneaux de coffrage en polystyrène expansé et les entretoises en polypropylène sont fabriqués à l'usine de Polyform de Granby (Québec – Canada).

La fabrication du bloc de coffrage isolant Nudura est définie dans l'ETA-07/0034.

4.2 Contrôles

Les contrôles ou les dispositions prises par Nudura Corporation pour s'assurer de la constance de qualité des blocs de coffrage isolant (PSE + entretoise) sont listés dans le plan de contrôle associé à l'ETA-07/0034.

Le bloc fait l'objet d'un marquage CE de niveau 2+.

5. Mise en œuvre

5.1 Phasage du coffrage

5.11 Préparation du support

La phase de préparation de la pose comporte :

- la vérification de la planéité du support (fondation, dalle ou plancher),
- l'exécution du tracé des murs avant la dépose des outils et du matériel sur le chantier. Dans la majorité des sites de construction, il convient de travailler à partir de l'intérieur de la périphérie des murs. Maintenir une zone libre de 2 mètres autour de la périphérie.
- la protection contre les remontées d'humidité sera assurée par la mise en place d'une bande d'arase sans action sur le PSE ou par une arase de mortier hydrofugé sans action sur le PSE (norme NF P 18-339).
- Des armatures verticales en attente, destinées à assurer la liaison entre les murs et la dalle ou la semelle, d'environ 1 m de hauteur, sont positionnées, tous les 0,80 m (cf. Figure 2).



Figure 2 : Préparation du support

5.12 Pose des premiers rangs

Avant de commencer la mise en place des coffrages du 1er rang, il convient de calculer et d'ajuster la hauteur de ce 1er rang afin de terminer la hauteur du mur par un rang complet.

Commencer par les angles du mur le plus long et de progresser vers le milieu de la longueur en réalisant un joint vertical si nécessaire (cf. Figure 3). Pratiquer de façon identique pour les autres murs en vérifiant le respect du tracé des murs et l'équerrage du bâtiment.

Les angles seront maintenus en bonne position par des tasseaux fixés dans la semelle / la dalle, le long des lignes de tracé (cf. Figure 4).

Pour le premier rang, il convient de rendre tous les blocs solidaires horizontalement en insérant, à chaque jonction de 2 blocs, un clip de liaison de chaque côté du coffrage, en haut et en bas, soit 4 clips par bloc (cf. Figure 5).

Au droit des ouvertures (baies et portes), il convient de matérialiser les jambages des ouvertures par la mise en place des obturateurs/bouchons aux emplacements requis. Il convient de positionner une entretoise au plus près de la face du bouchon qui sera exposée au béton.

Il convient de ne découper aucun bloc au niveau des ouvertures de portes pour ce premier rang afin de réaliser une ceinture de base continue. Les coffrages concernés seront découpés après coulage.



Figure 3 : Démarrage des murs au droit des angles



Figure 4 : Maintien des angles



Figure 5 : Liaison horizontale entre les blocs par clips

5.13 Mise en place des armatures

Le type et le placement des barres d'armature sont conformes aux plans et spécifications préparées par un concepteur.

Les barres d'armature horizontales sont installées dans les encoches prévues à cet effet dans les entretoises, permettant leur positionnement et leur maintien. Les barres horizontales sont installées tous les deux rangs (1er, 3ième, 5ième, etc.) après montage des rangs de coffrages correspondants, créant ainsi un chaînage horizontal.

Il convient d'alterner la position des barres horizontales, d'un rang à l'autre, afin de créer une cage qui maintiendra l'alignement des barres verticales. Pour ce faire, les barres d'armatures sont positionnées dans les encoches des entretoises situées de part et d'autre du centre du mur, pour l'élévation (cf. Figure 6). Les barres de renforcement vertical sont installées après avoir monté tous les coffrages de l'étage concerné, et avant le coulage du béton, en les insérant dans l'espace créé entre les rangs de barres horizontales. La section et l'espacement des barres d'armature sont déterminés par le bureau d'études béton (en général tous les 40 cm, soit toutes les 2 entretoises...).

Le recouvrement des armatures verticales est réalisé par le positionnement de barre verticale en fin de montage et avant coulage du mur sur toute la hauteur du mur dans l'alignement des armatures en attente. Le nombre de barre, la section et le positionnement est défini par le bureau d'étude structure.



Figure 6 : Mise en place des armatures

5.14 Pose des rangs suivants

Pose du 2ème rang

Avant de placer le 2ème rang, on veillera à tracer sur le mur ou au sol la position de toutes les ouvertures, et à noter la hauteur des allèges et les dimensions des ouvertures.

Emboîter fermement (avec un maillet) les coffrages du 2ème rang dans ceux du 1er rang afin que les ergots des entretoises s'enclenchent correctement, verrouillant ainsi la liaison verticale des 2 rangs, en respectant les ouvertures, portes et fenêtres.

Conserver autant que possible un décalage régulier des joints verticaux avec un minimum de 0,40 m (cf. Figure 7).

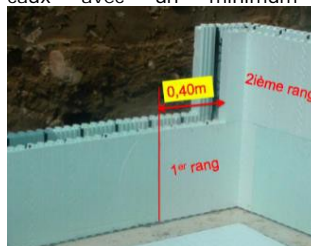


Figure 7 : Décalage des joints de 40 cm minimum.

Quand ce n'est pas possible, les joints verticaux concernés devront être « moussés » (mousse de polyuréthane à très faible expansion

dispensée au pistolet approprié) et recevoir un renforcement additionnel constitué d'une planchette de bois, fixée par vis dans les montants des entretoises adjacentes de part et d'autre du joint, des deux côtés du mur (voir Figure 8).



Figure 8 : Renforcement de joint non décalé par rapport au joint du niveau inférieur

Mise à niveau

Après la pose des 2 premiers rangs de coffrages NUDURA il convient de contrôler que l'ensemble des murs est bien de niveau. A l'aide d'un niveau laser, retenir le point le plus haut comme le point de référence et compenser les parties plus basses par des calages sous les coffrages.

Le niveau et l'aplomb des angles seront vérifiés avec le plus grand soin de manière à partir sur de bonnes bases pour la suite de l'élévation. Le contrôle du niveau doit être fait de chaque côté des coffrages (panneau intérieur et panneau extérieur).

Empilage des rangs suivants

Les assises successives sont empilées à sec. Les rangs suivants sont montés à l'identique des deux premiers rangs. Les premier, troisième, cinquième rangs... seront identiques, de même que les deuxième, quatrième, sixième rangs ..., excepté pour les ouvertures et les pénétrations.

Parachèvement des joints verticaux des blocs

De façon à liasonner parfaitement les blocs d'angles avec les blocs droits et ainsi à éviter tout déplacement au moment du coulage, il convient de « mousser » les joints verticaux entre ces blocs tant à l'intérieur qu'à l'extérieur, à l'aide d'un pistolet adapté dispensant la mousse à faible expansion.

5.15 Calepinage et découpes

5.151 Calepinage en longueur

Pour réaliser l'ajustement du mur en longueur, le dernier coffrage standard qui termine le mur vers son milieu est coupé sur une des lignes de coupe marquée dans le PSE (tous les 5 cm), ceci pour s'assurer que les mécanismes d'enclenchement vertical des entretoises continuent à s'aligner (cf. Figure 9).

Un « joint régulier » sera celui réalisé sur la deuxième ligne de coupe, permettant de conserver le pas des entretoises.

Dans le cas du respect impératif de certaines dimensions, on peut cependant créer un joint "hors ligne de coupe" dans le dernier coffrage standard posé, et en laissant au moins 2 entretoises intactes avant un coffrage d'angle (cf. Figure 10).

Dans le cas d'une coupe sur une autre ligne (1ère ou 3ème) ou d'une coupe « hors ligne de coupe », le joint vertical ainsi créé reçoit un renfort additionnel constitué d'une planche de bois, fixée par vis dans les montants des entretoises adjacentes de part et d'autre du joint, des deux côtés du mur.

Dans ce cas, on prendra soin de répéter cette coupe sur une même verticale dans les rangs successifs, de façon à conserver le pas des entretoises de part et d'autre de la coupe. Par ailleurs, et autant que faire se peut, il convient de ne pas couper les coffrages d'angles, mais plutôt de couper les coffrages droits adjacents à ceux-ci.



Figure 9 : Lignes de coupes marquées sur les blocs tous les 5 cm



Figure 10 : Réalisation d'un joint « hors lignes de coupe ».

5.152 Calepinage en hauteur

L'ajustement du mur en hauteur se fait au niveau du premier rang dont la hauteur est calculée et les blocs coffrages le constituant sont coupés horizontalement, en fonction de la hauteur totale du mur à réaliser, de façon à ce que tous les rangs suivants forment un multiple entier de 457 mm.

Une fois les murs montés entièrement, on en vérifiera l'aplomb et le parfait alignement et on pourra, à ce moment seulement, « mousser » la base des murs de façon à la sceller à la semelle et à combler les espaces dus aux imperfections de planéité de celle-ci.

5.16 Etaisement

A partir du 4ème rang, la mise en place des étais est nécessaire.

Les étais NUDURA assurent, par l'intérieur ou l'extérieur de l'ouvrage, l'alignement, l'aplomb et le maintien des murs durant les phases d'élévation, de coulage et de prise du béton.

Le système consiste en des rails verticaux dits rails d'alignement qui sont fixés aux coffrages (une vis par rang), dans une latte d'entretoise.

Des axes de diamètre 12,5 mm, verrouillés dans les rails verticaux, assurent la liaison de ces rails avec des étais ajustables en longueur (tirants-poussants) permettant d'étayer et de régler l'alignement des murs.

Les platines formant la base des étais ajustables sont fixées au béton de la dalle ou dans le sol par une attache appropriée (vis à béton, fer d'armature...).

Un étai est positionné et fixé de part et d'autre de chaque angle de la construction. Un contrôle au cordeau de l'alignement des murs est réalisé, avec remise en ligne si nécessaire.

Un étai est ensuite positionné et fixé au droit de chaque jambage d'ouverture puis les étais complémentaires sont répartis sur l'ensemble des murs en respectant un espacement maximum entre étais de 1,60 m.

5.17 Coffrage des points singuliers

5.171 Coffrage des angles

Angles standards (45°, 90° et 135°)

La gamme de produits NUDURA comporte des coffrages pré-moulés d'angles de murs à 135°, 90°, et à 45° (cf. Figure 18 et Figure 19). Chacun de ces coffrages d'angles présente un côté long et un côté court ce qui permet, dans la mesure où les coffrages NUDURA sont totalement réversibles, de les empiler en les alternant et de constituer ainsi un angle de mur homogène et liaisonné.

Angles spécifiques

Pour la réalisation des angles spécifiques, on utilisera 2 blocs droits que l'on découpera proprement selon l'angle désiré. Il suffira ensuite d'abouter les 2 blocs et de les maintenir en bonne position pendant que l'on moussera les joints (intérieur et extérieur) afin de les souder. On renforcera la jonction par un coffrage bois que l'on fixera par vis dans l'entretoise la plus proche de l'angle de chacun des blocs (intérieur et extérieur).

5.172 Coffrage des linteaux

Les linteaux sont réalisés de manière traditionnelle : les panneaux isolants formant les coffrages latéraux et une pièce de bois, étayée, de la largeur du voile de béton, forme la base. L'isolation thermique des linteaux sera réalisée par la mise en place de l'accessoire Nudura d'isolation de sous-face de linteau.

Les exigences de renforcement des linteaux varieront en fonction de la charge imposée, de la profondeur du linteau, de la largeur de l'ouverture, de l'épaisseur du mur, de la classe de résistance du béton et du classement des exigences sismiques. Le dimensionnement et la disposition des armatures sont déterminés par une étude de structure conformément aux règles en vigueur.

On prendra soin d'étayer verticalement et horizontalement les ouvertures en fonction de leurs dimensions.

5.173 Coffrage des jonctions façade-refend

De la même façon que pour les angles, des coffrages pré-moulés assurant la jonction mur principal-mur de refend sont proposés dans la gamme NUDURA. Les éléments fournis permettent de réaliser 2 types de coffrages : un élément « T » court et un autre élément « T » long, ce qui permet de les alterner au moment de l'empilage des rangs successifs (cf. Figure 20 et Figure 21).

Pour le 1^{er} rang, on emploiera un « T » court, la partie la plus longue de cet élément constituera le mur principal.

Pour le 2^{ème} rang, on positionnera un « T » long, la partie la plus longue de cet élément constituera le mur de refend. On continuera ainsi à placer alternativement un « T » court et un « T » long pour les rangs suivants.

Ces coffrages en « T » seront liaisonnés aux blocs coffrages droits du mur de la même manière que les éléments d'angles : pose de clips et « mousage » des joints verticaux.

Les coffrages de refend sont disponibles dans toutes les combinaisons d'épaisseurs de mur principal et mur de refend.

Les murs de refends peuvent aussi être réalisés en maçonnerie traditionnelle.

5.174 Coffrage des pignons

Les pointes de pignons sont construites avec les coffrages NUDURA. Les coffrages sont coupés à l'angle désiré. La réversibilité des coffrages NUDURA limite les pertes de matériel (utilisation du morceau coupé pour la réalisation du côté opposé).

5.175 Coffrage des murs courbes

Les murs courbes ou arrondis sont réalisés à l'aide des coffrages fabriqués, sur mesure, par NUDURA.

La face externe du mur est constituée de panneaux de PSE de 2,438 m de longueur par 0,457m de hauteur que l'on courbera à volonté (coups de scie éventuels pour forts rayons de courbure).

La face interne du coffrage (partie la plus courte) est coupée et montée en usine, en fonction du rayon de courbure demandé par l'utilisateur, selon un principe d'emboîtement par languette et rainure, offrant un coffrage propre et solide avant, pendant et après le coulage.

Des planches-guides, en contreplaqué, sont généralement fixées à la semelle pour générer le rayon désiré.

5.2 Coulage du béton

5.21 Coulage en partie courante

Le coulage commence à partir du milieu du mur le plus long sur une hauteur de 1,0 mètre maximum.

Il est ainsi procédé au coulage de la périphérie complète de l'ouvrage par passes successives de hauteur 1 m maximum.

Le coulage doit être effectué en utilisant une pompe à béton articulée, munie à son extrémité d'un réducteur de diamètre 75 mm (maximum 100 mm) ou mieux, d'une « chaussette » conçue à cet effet.

L'utilisateur devra s'assurer du bon enrobage des aciers et du bon remplissage du mur, particulièrement autour des ouvertures.

Le béton une fois coulé doit parfaitement enrober les armatures. On procédera donc à une opération de damage léger (aiguille vibrante électrique de faible diamètre : 20mm/25mm). En aucun cas, il ne faudra descendre l'aiguille plus bas que le 1/3 du mur dans le béton et maintenir la vibration plus de 3 secondes au même endroit sous risque de dégradation du coffrage isolant et gonflement localisé, voire dans de rares cas, une rupture de coffrage.

Une fois le coulage terminé, on vérifiera l'aplomb et l'alignement des murs au fil à plomb et au cordeau en rectifiant si nécessaire avec les tirants poussant.

Les reprises de béton seront réalisées par ajout d'armatures en attente avec un recouvrement suffisant ou reprise sur béton encore humide.

En zones sismique, des barres verticales d'armatures supplémentaires, de même diamètre que celles utilisées pour l'armature verticale du mur, sont installées dans tous les angles. De la même façon, deux barres verticales sont mises en œuvre de chaque côté des ouvertures, en conservant un enrobage minimal de 50 mm de béton. En outre, deux barres horizontales sont installées à la base des ouvertures

5.22 Réalisation des planchers

Une variété de connexions mur-plancher pour les différents types de planchers est possible avec les murs NUDURA.

Dans le cas de la réalisation d'un plancher béton traditionnel (poutrelles/hourdis), il convient de découper l'isolant intérieur des coffrages du dernier rang de la hauteur du plancher à réaliser, le panneau extérieur jouant alors le rôle de planelle.

On coulera le mur puis, comme dans la construction traditionnelle, la mise en œuvre des poutrelles, le coffrage et le coulage du plancher seront réalisés conformément aux recommandations du fournisseur de

planchers et selon les règles en vigueur : la dalle sera liaisonnée avec le béton du mur par des armatures qu'on aura laissées en attente (cf. Figure 11).

On prendra soin de protéger par un adhésif large NUDURA les formes moulées des panneaux extérieurs, laissés entiers, ceci afin de permettre l'emboîtement ultérieur facile des coffrages du 1^{er} rang du mur de l'étage suivant (Figure 12).

On procédera ensuite à l'élévation du mur d'étage liaisonné par des aciers d'armature qui auront été enfoncés dans le béton du mur inférieur tous les 0,80 m, après le coulage de ce mur.

Le bas du panneau PSE intérieur des coffrages du 1^{er} rang de l'étage reposera sur la dalle alors que le panneau extérieur sera emboîté dans le haut du panneau extérieur du dernier rang de l'étage inférieur, laissé en attente. On préservera ainsi la continuité de l'isolation (cf. Figure 13)

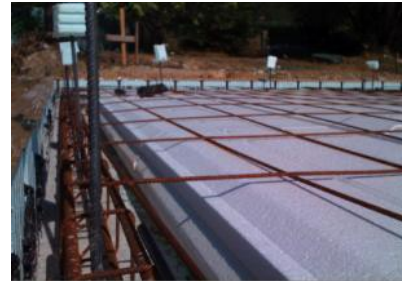


Figure 11 : Liaison façade plancher



Figure 12 : Protection du panneau extérieur lors du coulage de la dalle de compression du plancher



Figure 13 : Continuité de l'isolation au droit des planchers

5.23 Réalisation des jonctions mur-toiture

Pour le coulage des pignons, si la pente de toiture est forte, il peut être nécessaire d'utiliser un béton présentant un affaissement légèrement compris entre 10 et 15 cm. L'arase finale est faite à la truelle. L'étayage est réalisé à l'aide des rallonges d'étais Nudura.

La connexion mur-toiture peut être réalisée soit par fixation directe dans le béton, soit en utilisant des étriers, soit simplement par ancrage d'une lisse d'assise de toit, positionnée en haut du mur.

La lisse d'assise du toit est normalement enfoncée dans le coffrage d'environ 3 cm à 4 cm de façon à ce que l'entrant de ferme de la charpente repose, en même temps, sur la lisse supportée par le béton et affleure l'isolant intérieur PSE du mur de façon à limiter le pont thermique. Une fois la lisse d'assise installée et ancrée par goujons dans le béton, l'assemblage du toit est similaire celui d'une construction conventionnelle.

La charpente traditionnelle est réalisée de manière classique, des réservations pour les poutres ayant été positionnées et dimensionnées à l'aide de bouchons de murs préalablement au coulage.

5.231 Réservations

La réalisation d'une réservation pour une pénétration de service se fait par découpe d'un trou dans le PSE à l'aide d'une scie à guichet ou d'un

couteau chauffant pour permettre l'insertion d'un manchon approprié. Autant que possible, il convient de ne pas couper une entretoise.

On choisira de positionner un manchon de réservation un peu plus grand que la pénétration requise. Ceci permettra aux corps d'état secondaires d'installer les tuyaux, gaines, etc... sans difficultés. Une fois le tuyau définitif installé, on utilisera la mousse à faible expansion pour obturer complètement le jeu résiduel autour du tuyau. Une autre méthode consiste à placer directement le conduit définitif. Dans ce cas, l'installateur s'assurera que le conduit est suffisamment long pour permettre d'utiliser des coupleurs ou des raccords de tuyauterie de chaque côté.

Pour réaliser une réservation de poutre dans un mur ou dans un pignon, il suffit d'insérer à l'endroit voulu, dans le coffrage concerné, des « embouts de murs » de façon à créer, dans le mur, le vide nécessaire respectant les dimensions de la poutre.

5.3 Mise en œuvre des menuiseries

5.31 Pose des menuiseries

La pose des menuiseries doit être effectuée conformément aux prescriptions du DTU 36.5 et du *Cahier du CSTB 3709*.

5.311 Pose en applique intérieure et pose en tunnel au nu intérieur du béton

La pose en applique sera réalisée après découpe dans l'épaisseur des parois intérieures (et des bouchons selon épaisseur des dormants) d'une feuillure allant jusqu'au béton.

- La feuillure est réalisée par découpe du PSE jusqu'au béton, de manière à conserver un recouvrement minimale de 35 mm entre le dormant et la paroi en béton
- La découpe du PSE est réalisée de préférence au couteau chauffant. Ses dimensions (largeur et profondeur) sont adaptées au cadre dormant de la menuiserie.
- Le plan de joint est réalisé conformément au DTU 36.5 entre le béton et la menuiserie.
- La fixation des menuiseries à la structure est réalisée par des équerres métalliques de dimensions adaptées, en traverses hautes et basses et sur chaque montant, en nombre suffisant conformément au DTU 36.5 et fixées au voile béton après dégarnissage de la paroi intérieure aux emplacements nécessaires. Dans tous les cas, il faudra respecter une distance minimale de 60 mm entre le point de fixation et le bord du voile béton.
- Un regarnissage est réalisé en utilisant les chutes d'isolant.
- A la pose, il convient de conserver de 20 à 25 mm entre l'aile de recouvrement du dormant et la face de la paroi intérieure pour permettre la mise en place ultérieure de la plaque de plâtre et de l'épaisseur des plots de mortier colle.
- Afin de protéger la baie de la stagnation d'eau en partie basse lors de la mise en œuvre, il convient que l'entreprise en charge de la pose de la menuiserie mette également en œuvre:
 - la bavette, ou
 - une protection temporaire type membrane en partie basse.

5.32 Appuis de fenêtre

En dehors de l'utilisation de précadre traversant, les appuis de fenêtres et de porte-fenêtre (notamment pour les appuis béton) font l'objet d'une réservation dans le coffrage concerné, au niveau de l'allège, avant le coulage du mur. Le panneau extérieur du coffrage est ainsi découpé de la hauteur de l'appui qui sera coulé ou scellé au béton du mur et dont le talon du rejingot viendra s'appuyer en butée contre le panneau de coffrage intérieur, préservant ainsi l'isolation thermique (voir schéma des Poses de Menuiseries en annexe).

Dans le cas d'utilisation d'appui isolé, celui-ci pourra être placé devant la menuiserie sous le rejet d'eau.

5.33 Pose de coffres de volets roulants

Les coffres de volets roulants, formant linteaux, isolés et adaptés en dimensions (tels que Titan, Profalux...etc.) peuvent être installés dans les murs Nudura.

5.4 Mise en œuvre des revêtements

5.41 Revêtements intérieurs

Les revêtements intérieurs visés sont les plaques de plâtres conformes au DTU 25.41

Collage

Le revêtement intérieur est réalisé conformément aux règles du DTU 25.41 par le collage de plaques de plâtre sur les parois intérieures du bloc en polystyrène à l'aide de plots de mortiers adhésifs.

Fixation mécanique sur ossature métallique

Le revêtement intérieur est réalisé conformément aux règles du DTU 25.41 par fixation de plaques de plâtre sur ossature métallique.

Réservations

Les passages des réseaux électriques (gaines et tuyaux) peuvent être faits par découpes à la scie à guichet ou au couteau chauffant directement dans les blocs PSE.

5.42 Revêtements extérieurs

Préparation du support

La surface devra être systématiquement poncée avant la mise en œuvre de l'enduit de base.

Conditions de mise en œuvre

Les conditions de mise en œuvre des systèmes d'enduit tels que PARISO PSE-M et JEFOTHERM S.CE ou tout autre enduit similaire bénéficiant d'un ATE ou DTA sont celles visées dans le *Cahier du CSTB 3035_V2* de juillet 2013 « Prescriptions Techniques d'emploi et de mise en œuvre des systèmes d'isolation thermique extérieure par enduit sur polystyrène expansé », et celles données dans le Cahier du CSTB 263-2, bulletin des avis techniques d'octobre 1985 « Condition générale de mise en œuvre des revêtements applicables sur les murs réalisés à l'aide de procédé de blocs de coffrage en polystyrène expansé faisant l'objet d'un Avis Technique ».

5.5 Traitement des points singuliers

5.51 Traitement des parois enterrées

Le traitement de l'étanchéité est réalisé à l'aide d'une membrane autocollante à froid, est ensuite recouverte d'une protection mécanique (cf. Figure 26).

Membrane d'étanchéité

Cette membrane est conforme à la norme NF EN 13969 pour les feuilles bitumineuses ou la NF 13967 pour les feuilles plastiques et élastomères.

Cette membrane est résistante aux racines (NF EN 13948) et résistante à la déchirure (NF EN 12310-1).

D'autre part elle a une résistance mécanique suffisante suivant la norme NF EN 12730 (pour le poinçonnement statique) et NF EN 12691 (pour le poinçonnement dynamique).

Protection de la membrane

Polystyrène très haute densité d'épaisseur minimale 40 mm, ou une protection type DELTA MS.

Remblai

Conformément au DTU 20, le remblai doit être réalisé en couches successives de 20 cm maximum avant compactage.

Jonction avec le système d'enduit en partie courante

La jonction en partie haute (niveau du terrain naturel) et le drainage en partie basse doivent être réalisés selon les prescriptions de la Figure 26.

5.52 Traitement des acrotères

Le traitement des acrotères est réalisé en utilisant des blocs constitués de 2 parois d'épaisseurs identiques. La tête d'acrotère est isolée sur toute sa longueur (cf. Figure 29).

L'isolant sous la couverture est un isolant de classe = I5.

L'étanchéité est réalisée selon l'accessibilité de la terrasse conformément aux prescriptions du DTU 43-1 par exemple avec un revêtement d'étanchéité en bitume modifié SBS semi-indépendant par auto-adhésivité (type Soprastick Monocouche de Soprema).

Le support de couverture est fixé directement au béton au travers de l'isolant.

Dans le cas particulier des acrotères « hauts » au sens de la norme NF DTU 20.12, les joints de fractionnement seront réalisés au moyen d'embouts de murs NUDURA.

5.6 Conditions particulières de mise en œuvre dans le cadre de l'IT 249

Lorsque l'Instruction Technique n° 249 relative aux façades est applicable, le système doit intégrer des bandes de protection horizontales et continues visant à limiter la propagation d'un incendie en façade.

Les composants employés doivent être conformes au § 2 du document « Systèmes d'isolation thermique extérieure par enduit sur polystyrène expansé : conditions de mise en œuvre de bandes filantes pour protection incendie » (Cahier du CSTB 3714 de juillet 2012). En particulier les produits utilisables pour la réalisation des bandes filantes sont les panneaux en laine de roche décrits au § 1.2.

La mise en œuvre des bandes filantes doit être réalisée conformément au § 3 du *Cahier du CSTB 3714*, en particulier concernant la fixation mécanique de ces bandes.

Dans ce cas, le coffrage du mur est réalisé jusqu'à la hauteur du dessous de plancher (pas de réservation dans le dernier rang). Lors du coffrage du plancher, une laine de roche d'une épaisseur de 70 mm maximum est mise en place en périphérie contre les éléments de coffrage de plancher traditionnels (cf. Figure 27).

5.7 Fixations

Les entretoises en polypropylène Nudura permettent de fixer mécaniquement des éléments. Selon le rapport 3193927TOR-003 (11) les entretoises Nudura permettent la fixation de nombreux types de vis, assurant une tenue mécanique acceptable pour la fixation de divers éléments.

Fixations à l'Intérieur

La fixation de charges est réalisée par analogie aux prescriptions de la norme NF DTU 25.42 partie 3. Les charges supérieures à 30 kg doivent obligatoirement être fixées par un renvoi à la structure.

Fixations à l'Extérieur

La fixation d'éléments sera réalisée avec les systèmes de fixation utilisés dans les procédés d'isolation thermique par l'extérieur en polystyrène de type ING FIXATIONS ou THERMAX de FISCHER adaptés aux charges à reprendre.

6. Distribution et assistance technique

6.1 Distribution

Le procédé est distribué en France exclusivement par la société Néobat SARL, laquelle, en accord avec le fabricant Nudura distribue aux professionnels et aux particuliers, et forme les intéressés à la mise en œuvre du procédé innovant.

6.2 Assistance technique

L'installation est effectuée sous la direction de travailleurs formés à installer le produit par le Fabricant ou son Agent Importateur pour la France, la société Néobat.

Cette formation se déroule en deux temps : participation à une formation théorique suivie d'une assistance-formation sur le premier chantier.

Nota : Cette assistance-formation ne peut être assimilée ni à la conception de l'ouvrage ni à la réception des supports ni à un contrôle des règles de mise en œuvre.

Par ailleurs, à l'issue de la formation théorique, les représentants des entreprises reçoivent, en plus du Guide de Formation, un Guide d'Installation reprenant dans le détail, l'enchaînement des phases de mise en œuvre. De ce fait, les produits NUDURA sont distribués, à l'exclusion de tout autre canal de distribution, par Néobat, Importateur/Distributeur agréé par le fabricant, qui s'assure de la formation de l'entreprise avant la fourniture des produits (au moins un représentant de l'entreprise formé Nudura présent sur chaque chantier) et fournit l'assistance technique permanente en cas de besoin.

B. Résultats expérimentaux

Etudes thermiques : EXOVA (Canada) – Calcul de la résistance thermique – Etude 10-006-0774 du 10 mars 2010.

Etude thermique : C4Ci (Grande Bretagne) Etude C4TM – 001400_FR du 31 mai 2013.

Essai acoustique : Rapport d'essais n°AC10-26024605/1 – Détermination de l'indice d'affaiblissement acoustique - CSTB (isolement de façade)

Essai acoustique : Rapport d'essais n°AC10-26024605/2 – CSTB – Détermination de l'indice de perte en transmission -

Essai de réaction au feu : - Rapport d'essai n° RA11-0329, Rapport d'essai n°RA-13-0313

Essai de résistance au feu : Rapport d'essai EFR-15-U-000041-EFFECTIS – essais du 24 juin 2015

Essai d'adhérence du système d'enduit PARISO PSE-M: Rapport d'essai CIP-ITE-15-06-04- ParexGroup

Essai d'adhérence du système d'enduit JFCOTHERM S .CE : Rapport d'essai Rapport n° 15-174- Allios

Essai de remplissage : rapport d'essai INTERTEK (CANADA) n° 3193927TOR – 003, Décembre 2009.C. Références

A ce jour, environ 50 000 m² ont été mis en œuvre en France

Tableaux et figures du Dossier Technique

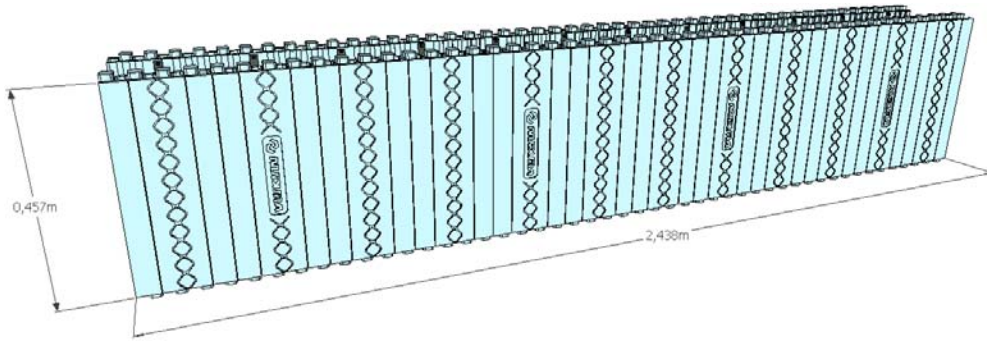
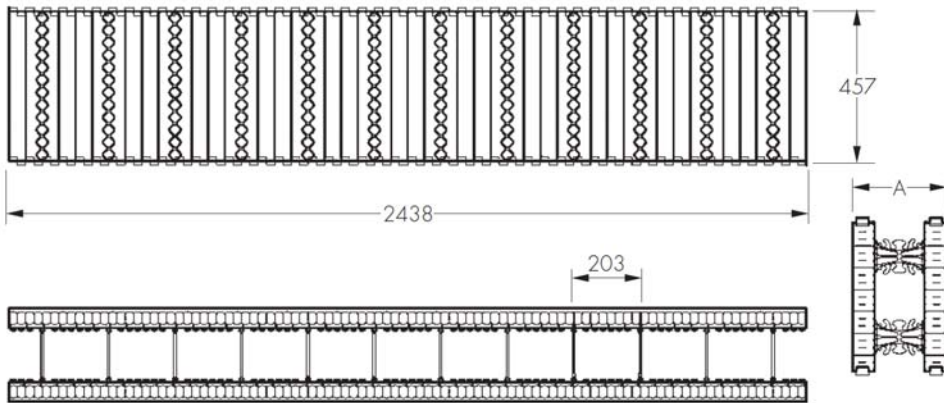
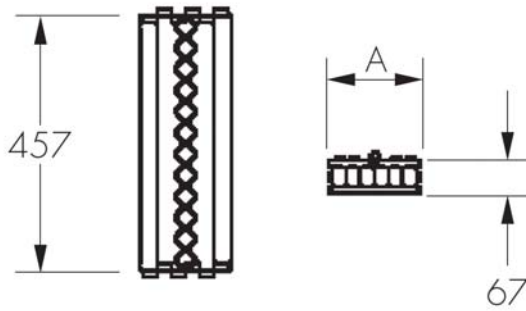


Figure 14 : Bloc standard



| Epaisseur du noyau en béton (mm) | Dimension A (mm) |
|----------------------------------|------------------|
| 152 | 286 |
| 203 | 337 |

Figure 15 : bloc standard



| Dimension A (mm) |
|------------------|
| 152 |
| 203 |

Figure 16 : obturateur vertical

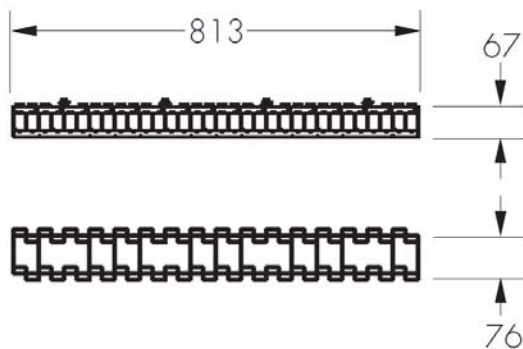
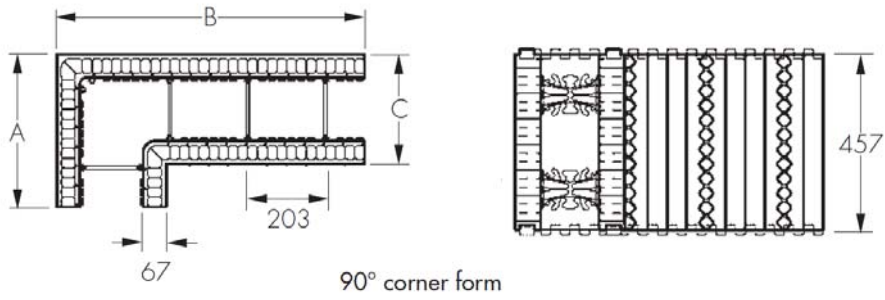


Figure 17 : obturateur horizontal



90° corner form

| Epaisseur du noyau en béton (mm) | Dimensions | | |
|----------------------------------|------------|-----|-----|
| | A | B | C |
| 152 | 397 | 803 | 286 |
| 203 | 448 | 854 | 337 |

Figure 18 : bloc d'angle à 90 °

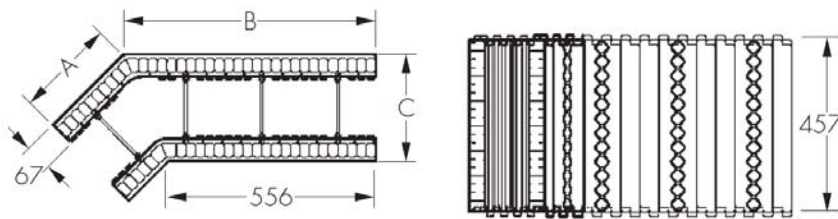


Figure 19 : bloc d'angle à 45 °

| Epaisseur du noyau en béton (mm) | Dimensions | | |
|----------------------------------|------------|-----|-----|
| | A | B | C |
| 152 | 267 | 673 | 286 |
| 203 | 267 | 673 | 337 |

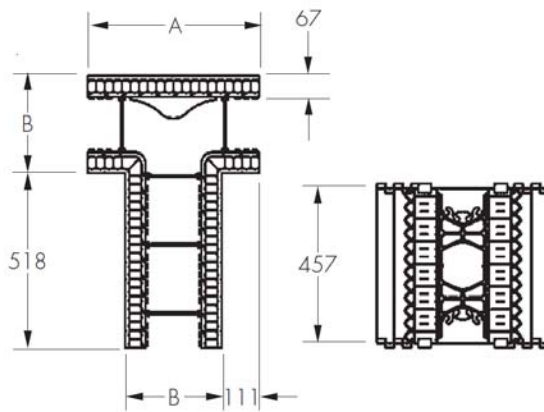


Figure 20 : bloc T long

| Epaisseur du noyau en béton (mm) | Dimensions | |
|----------------------------------|------------|-----|
| | A | B |
| 152 | 508 | 286 |
| 203 | 559 | 337 |

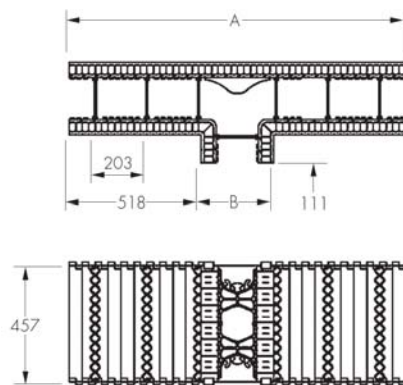


Figure 21 : bloc T court

| Epaisseur du noyau en béton (mm) | Dimensions | |
|----------------------------------|------------|-----|
| | A | B |
| 152 | 1321 | 286 |
| 203 | 1372 | 337 |

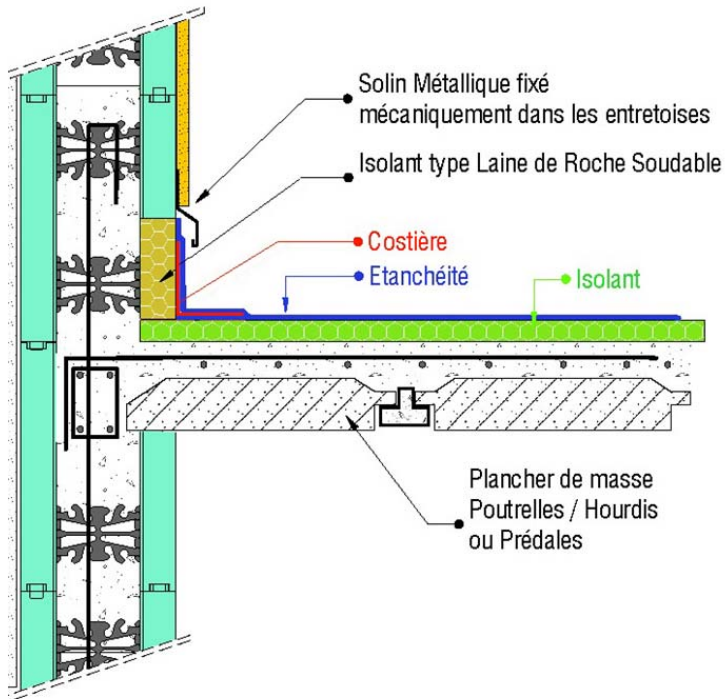


Figure 22 : Jonction mur-terrace avec étançhité soudée

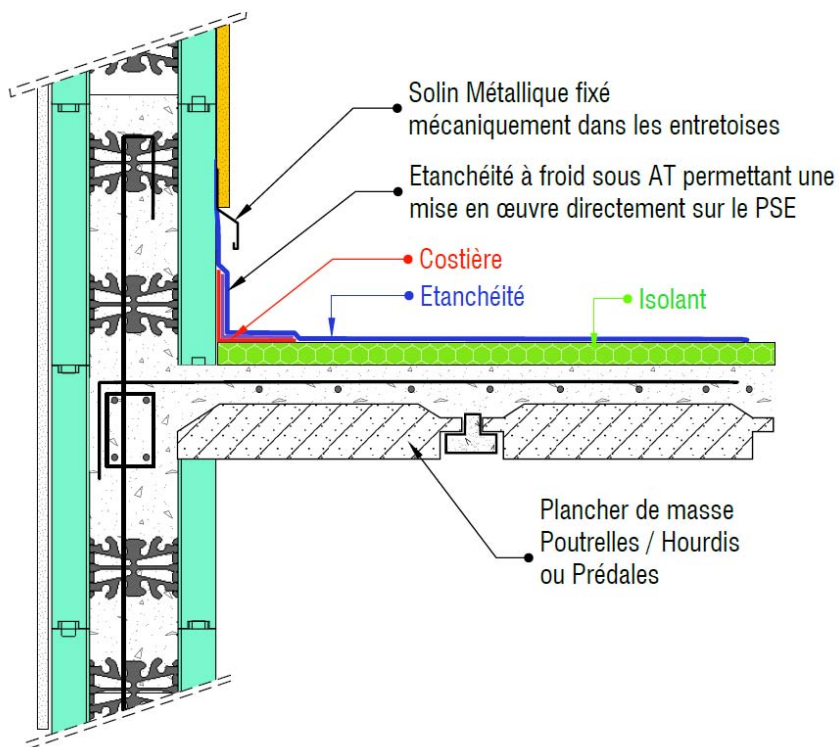


Figure 23 : Jonction mur-terrace avec étançhité collée à froid

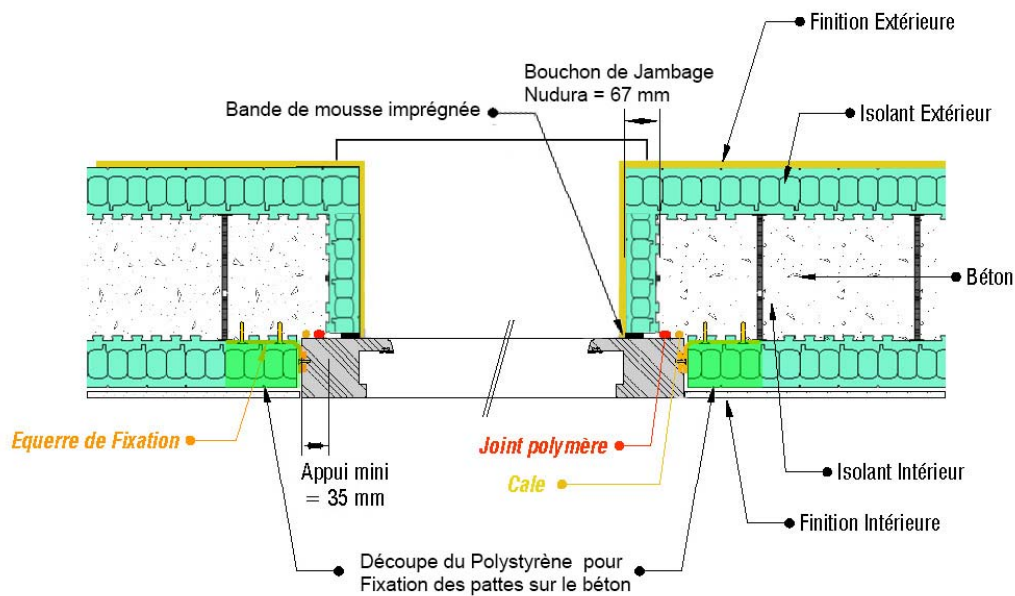
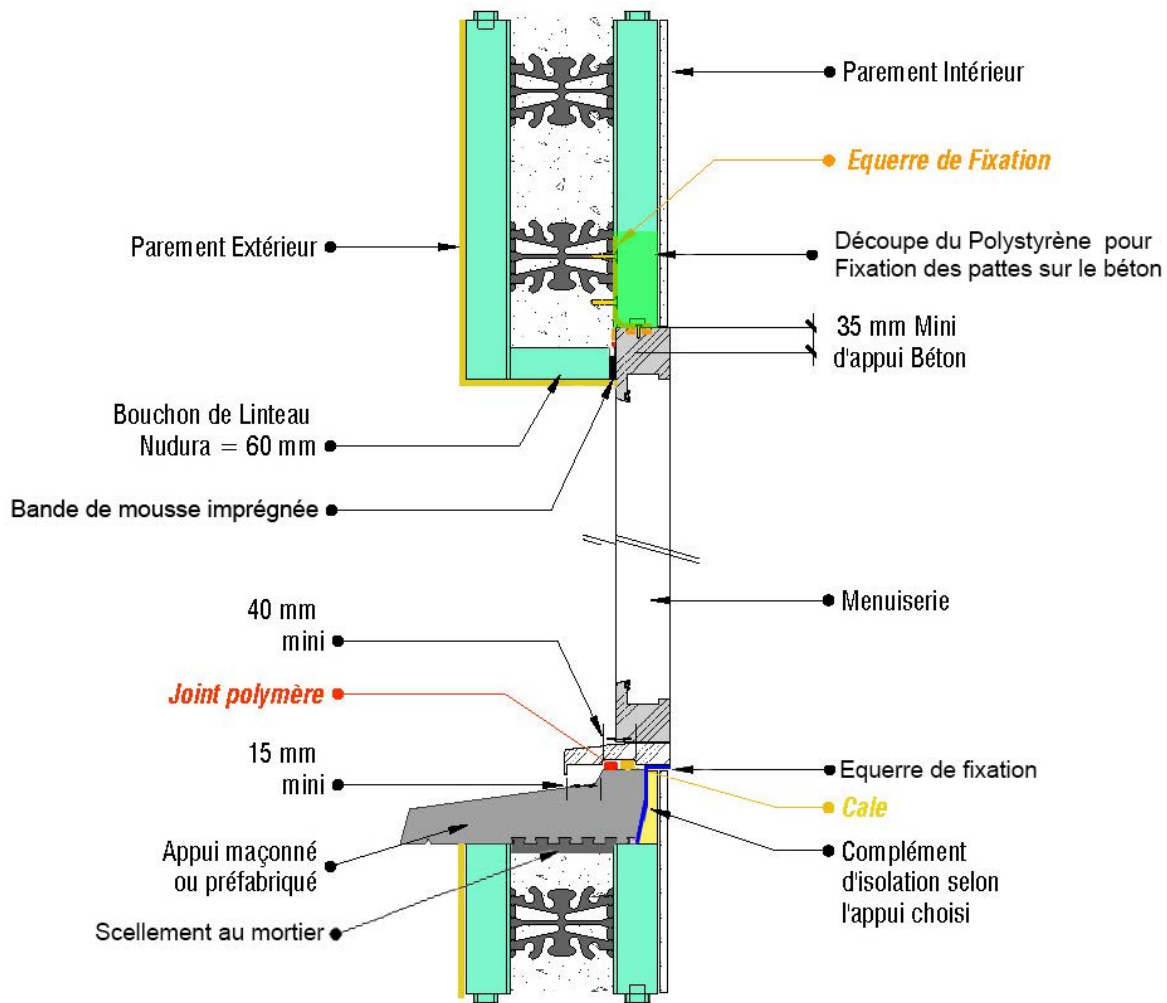


Figure 24 : Menuiserie en applique

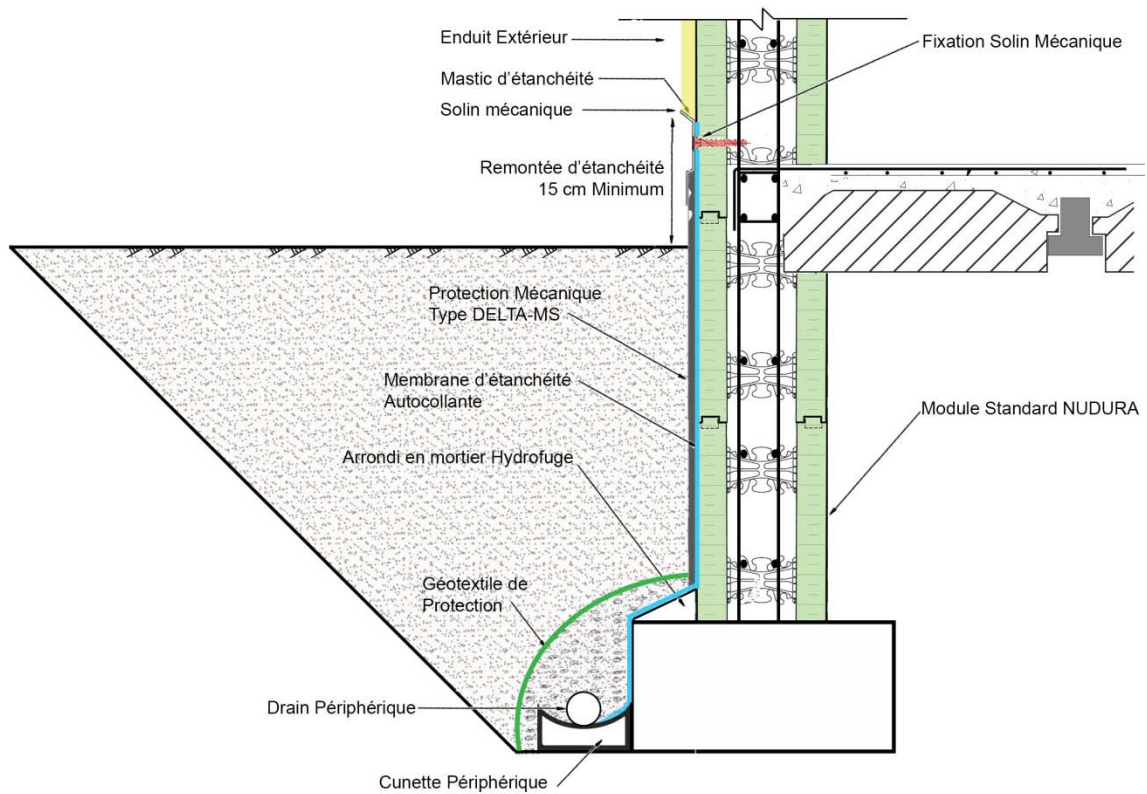


Figure 25a : Traitement des parties enterrées (coupe dans le sens de l'appui des entrevous)

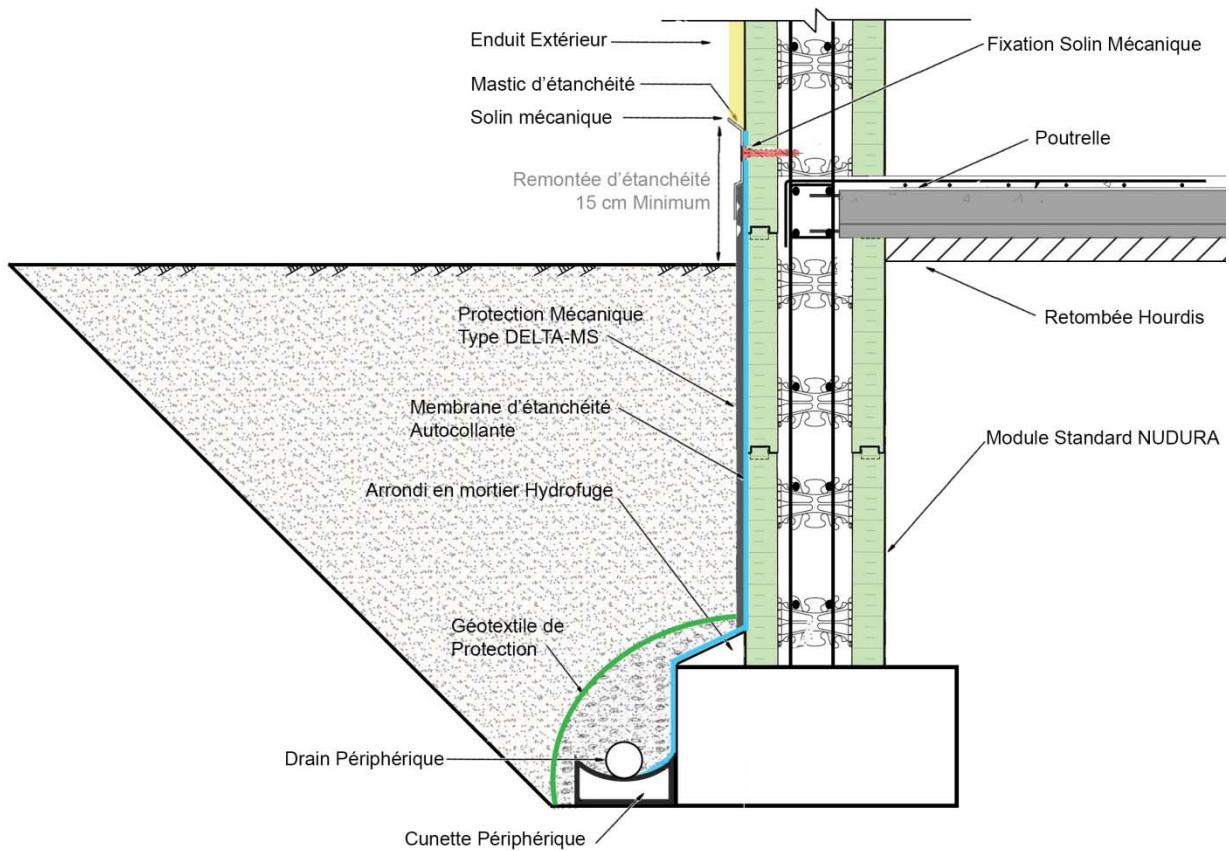


Figure 26b : Traitement des parties enterrées (coupe dans le sens de l'appui des poutrelles)

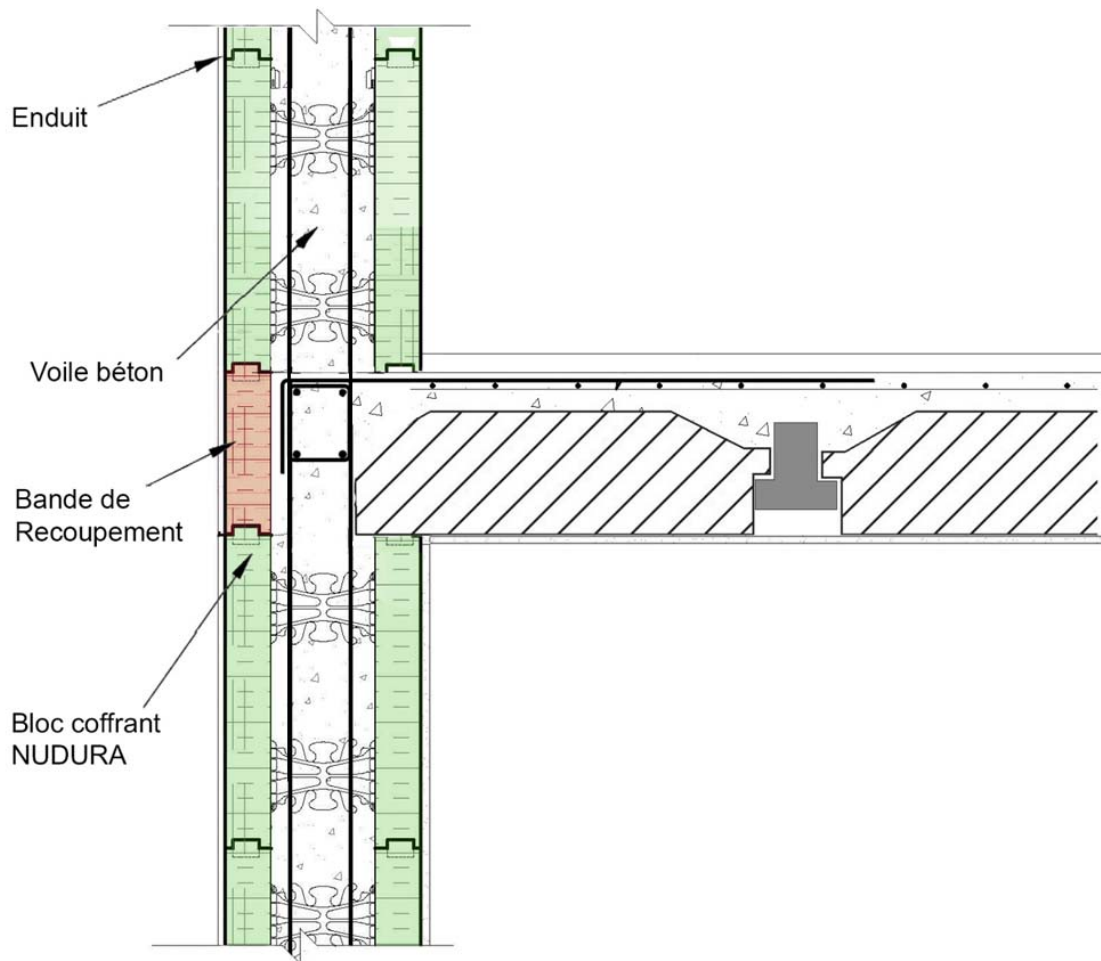


Figure 27 : Solution de protection vis à vis de la propagation du feu en façade

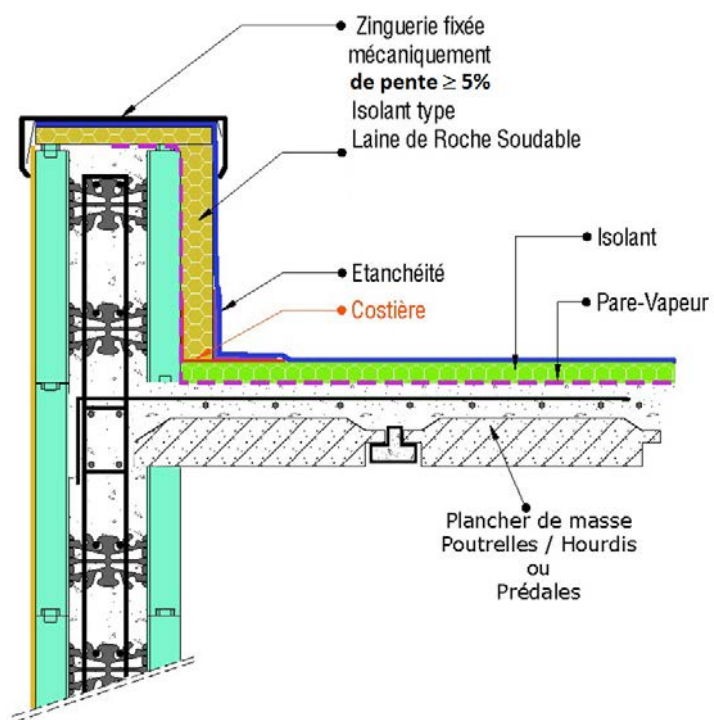


Figure 28 : Acrotère avec étanchéité soudée

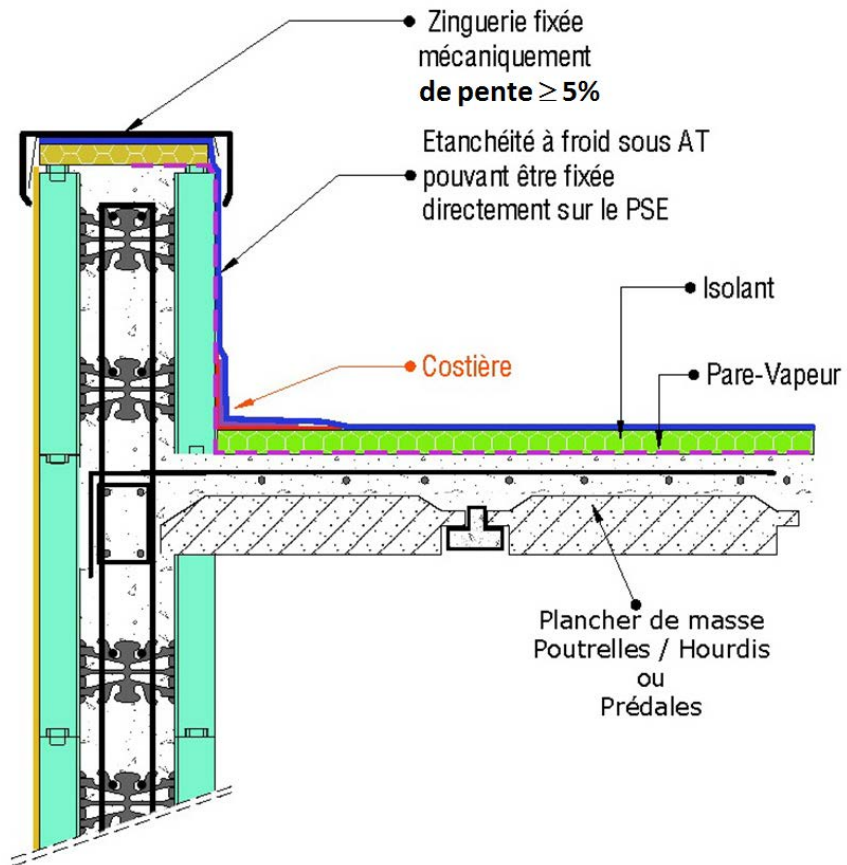


Figure 29 : Acrotère avec étanchéité collée à froid