



# **PROCEDE INNOVANT GBE**

## **MODE OPERATOIRE**

**(Procédé et outillage)**

**Réalisation d'un mur sandwich coulé en place qui  
intègre un isolant entre deux parois en béton**

[www.gbe-innovation.fr](http://www.gbe-innovation.fr)



septembre 17



# SOMMAIRE

■ LE PROCEDE GBE® : L'INNOVATION AU SERVICE DE L'ISOLATION.....	p 4
■ LE PROCEDE GBE : L'OUTILLAGE.....	p 7
■ MUR SANDWICH COULE EN PLACE –PROCEDE GBE	
- Phase 1 : préparation	
- Phase 2 : coffrage et procédé GBE	
1. Coffrage intérieur	
2. Armatures intérieures	
3. Mise en place de l'isolant	
4. Armatures extérieures	
5. Suite du coffrage	
- Phase 3 : bétonnage	
- Phase 4 : décoffrage	
1. Sécurité décoffrage	
2. Retrait des banches	
3. Comportement sous charges de construction (en complément de la Section 4.225 En phase de construction)	
4. Finitions des trous de banches	
■ STRUCTURES.....	p 25
- Liaisons verticales et angles	
- Armatures des voiles	
- Linteaux	
- Menuiseries extérieures	
- Balcons/ acrotères	
■ ETANCHEITE.....	p 53
■ RESISTANCE AU FEU.....	p 62
■ INCORPORATION ELECTRIQUES .....	p 67
■ COMPLEMENT D'INFO DU PROCEDE GBE® .....	p 68
- Maitrise des ponts thermiques et étanchéité à l'air.	
- Inertie thermique	
- Performance de l'enveloppe	
- Résistance au temps et atouts environnementaux	

## Observations

- ✓ **Mise en œuvre : réalisée par l'entreprise titulaire du marché conformément à la notice de pose mise à disposition par GBE-LAFARGE.**
- ✓ **La société GBE fournira aux entreprises un Guide de mise en œuvre et mettra à leur disposition, sur leur demande, des possibilités de formation du personnel.**
- ✓ **Dimensionnement : Le dimensionnement est réalisé par le BET du chantier conformément aux prescriptions de l'Avis Technique délivré le 28 Mars 2017.**
- ✓ **Toujours consulter la documentation technique du matériel de coffrage avant utilisation**
- ✓ **Ne pas monter le matériel s'il est défectueux ou s'il manque des pièces.**
- ✓ **En cas d'utilisation de béton spéciaux se référer aux prescriptions du fournisseur et du fabricant des banches.**
- ✓ **Dans le cas où vous utilisez des sous hausses, des ré-hausses et des superpositions de banches se référer au mode opératoire correspondant et aux prescriptions du fabricant.**

Le procédé GBE® (brevet déposé) est un mur béton avec un isolant intégré.

C'est un procédé innovant qui représente une avancée majeure pour la performance énergétique des bâtiments !

C'est un nouveau mode de construction qui permet de réaliser simplement des murs à haute technicité.

C'est une technique qui sollicite les compétences des coffreurs-bancheurs, leur cœur de métier, et valorise le savoir-faire des entreprises de gros œuvre.

## Choisir le procédé GBE® n'offre que des avantages :

### - Des avantages environnementaux :

Le procédé GBE® permet de relever les défis de la RT 2012 et de la RT 2020:

- Par la réalisation d'une enveloppe performante réduisant considérablement la consommation globale d'énergie du bâtiment.
- En limitant de manière significative les ponts thermiques et en respectant les gardes fous de la RT 2012.
- Grâce à une excellente étanchéité (respect d'une perméabilité inférieure à 1m<sup>3</sup>/h.m<sup>2</sup> en logement collectif et de 0.6m<sup>3</sup>/h.m<sup>2</sup> en maison individuelle)
- En améliorant le confort d'été grâce à l'inertie thermique du mur intérieur.

### - Des avantages techniques :

Le procédé GBE® permet de :

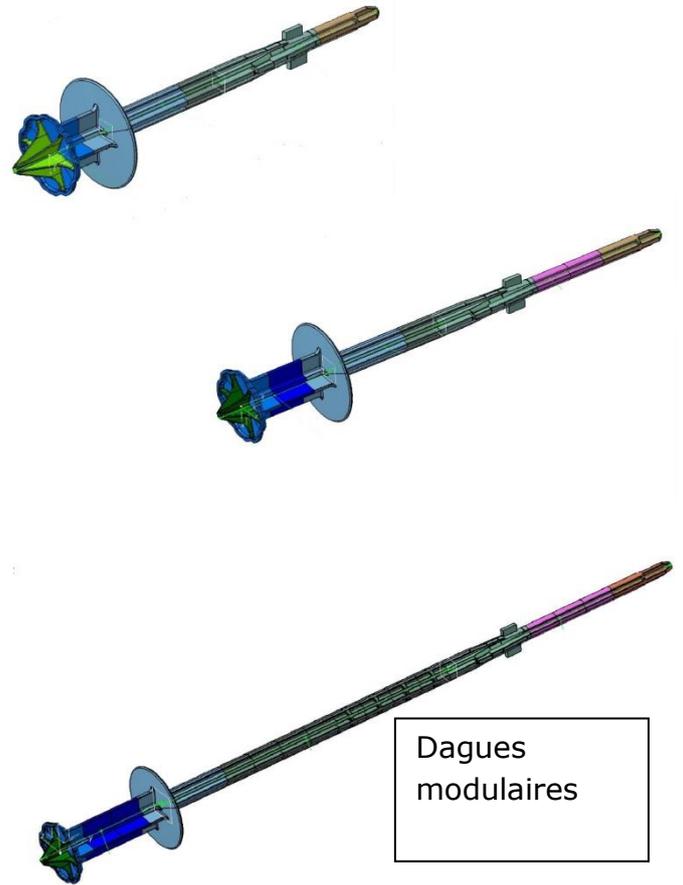
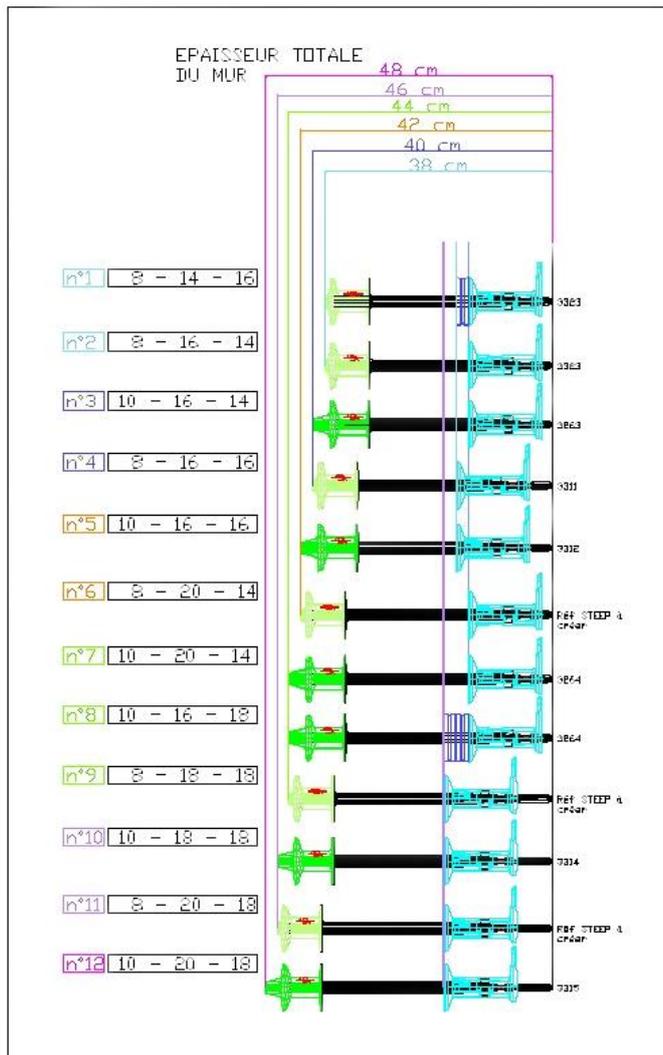
- Construire des bâtiments performants du point de vue énergétique et du point de vue structurel.
- Construire sur de grandes hauteurs
- Procurer une enveloppe durable (peau en béton) et esthétique
- Offrir une grande flexibilité architecturale aux façades (courbes, textures, teintes, reliefs...)

### - Des avantages économiques:

Le procédé GBE® permet de :

- Construire durablement et moins cher.
- De contribuer à l'économie locale : la réalisation de murs béton isolant in situ profite aux entreprises locales et favorise le développement des emplois locaux.

## Possibilités d'assemblages des daques et connecteurs intérieurs : Liste non-exhaustive



Dagues modulaires

Modèles brevetés

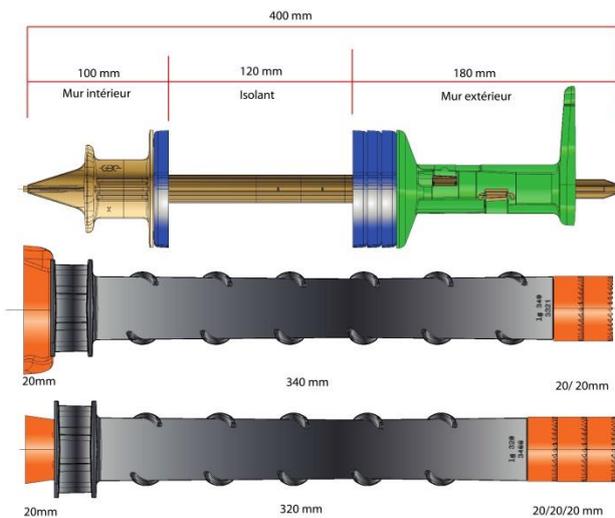


Illustration:  
Assemblage mur 10-12-18

Modèle breveté

Ici avec manchons empilables et réutilisables

## Désignation des autres pièces nécessaires pour le procédé GBE® :

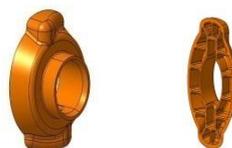
Entretoise cylindrique  
Longueurs existantes :  
300 /320/ 340/ 380 mm



Manchon empilable et réutilisable  
lisse ou autoforeur : Longueur 20  
ou 30mm



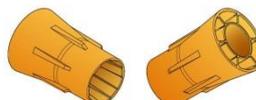
Embout court réutilisable



Embout long réutilisable



Embout préformé



Rondelle



## Outils de mise en œuvre :

- **Adaptateur pour entretoises :**



- **Clé à chocs manuelle pour retirer les manchons au décoffrage:**



- **Clé pour retirer les embouts**



- **Emporte-pièce acier**



- **Moule pour cônes**



Pour une bonne intégration du procédé GBE®, une formation à la direction et au personnel du chantier est nécessaire. Elle peut être faite par la société GBE.

La mise en œuvre du procédé GBE® fait l'objet d'un plan de contrôle spécifique. Ceux-ci sont indiqués dans le phasage de réalisation du mur sandwich coulé en place.

**Tout au long des phases de réalisation du procédé GBE®, toujours se référer aux préconisations du fabricant des coffrages, et au Mode Opératoire de l'entreprise (PPSPS).**

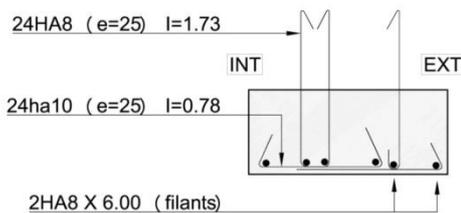
Le procédé GBE® est constitué en partant de l'intérieur :

- D'une paroi intérieure en béton armé dite de structure d'une épaisseur de 14cm à 45cm.
  - D'une lame isolante continue intégrée au complexe avant bétonnage. L'épaisseur de l'isolant est comprise entre 5cm et 34cm.
  - D'une paroi extérieure en béton armé dite de parement d'une épaisseur de 10cm à 15cm.
- Le procédé GBE® permet d'obtenir une épaisseur de mur minimale de 29cm.

## PHASE 1 : Préparation

- ✓ Réaliser une amorce sur la fondation ou sur une console filante.

Etape 1



Etape 2

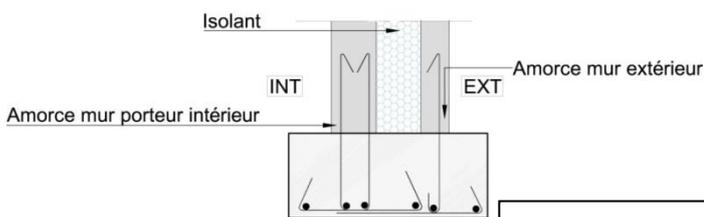


Illustration d'amorce

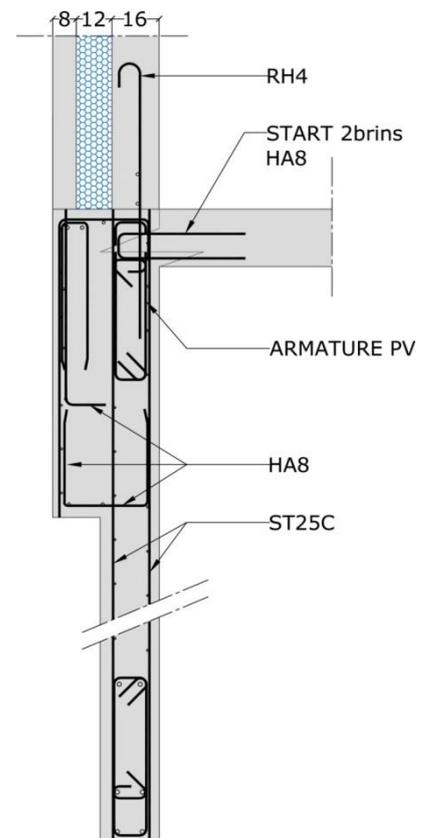


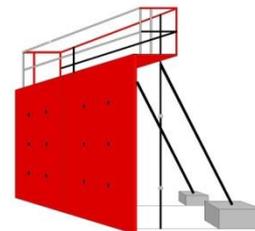
Illustration de console filante

- ✓ Rectifier la verticalité et l'alignement des armatures d'attente.

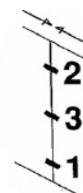
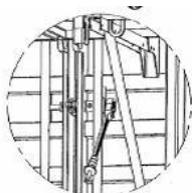
## PHASE 2 : Coffrage et procédé GBE®

### 1. Coffrage intérieur :

- ✓ Après avoir assemblé les banches selon les préconisations des fabricants, mettre en place, côté intérieur, le premier train de banches avec ses blocs stabilisateurs (selon les préconisations des fabricants).



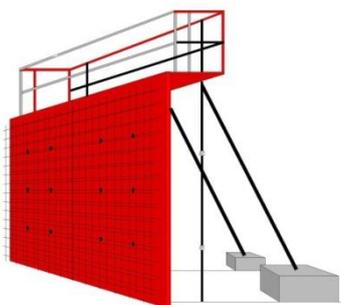
- ✓ Assembler les banches entre elles (système vis écrou à cônes inversés ou clavettes).



- ✓ Mettre à niveau le premier train de banches : cette opération se fait par les vérins de base.
- ✓ Régler l'aplomb : placer le plus haut possible le fil à plomb magnétique sur une des ailes du poteau vertical. Le réglage s'effectue par l'étau de pied de banche.
- ✓ Tracer le trait de niveau, les ouvertures, les réservations....
- ✓ Installer, régler et fixer les mannequins et réservations à l'aide des fixations magnétiques. (Banches métalliques ou tout autre moyen si banches bois).  
(cf. page 21 pour spécificités des menuiseries)
- ✓ Poser les abouts pour réaliser l'arrêt des voiles.

### 2. Armatures intérieures :

- ✓ Mise en place du ferrailage de liaison contre la banche. (Mur porteur en liaison avec les refends et les planchers)
- ✓ Incorporation des gaines électriques, des réseaux et réservations diverses pour les corps d'état secondaire.



## 3. Mise en place de l'isolant :

- ✓ Mesurer au préalable les emplacements des dagues sur les plaques, pour que ceux-ci s'alignent bien au ferrailage et non pas dans des mannequins.
- ✓ La répartition des dagues-verrous se fait avec un minimum de 4 par panneau d'isolant, au voisinage des angles avec une distance de 10 à 25 cm des bords de panneaux, et en assurant une distance maximale de 1m entre chaque dague.
- ✓ Insérer la dague (violet) correspondant aux caractéristiques du mur réalisé, dans l'isolant (de 5 cm à 34cm), une à deux tiges par mètre carré minimum, et positionner le connecteur intérieur (vert)



- ✓ **Contrôler la bonne solidarisation des connecteurs intérieurs et extérieurs.**

**NB :** le nombre de connecteurs est en rapport avec :

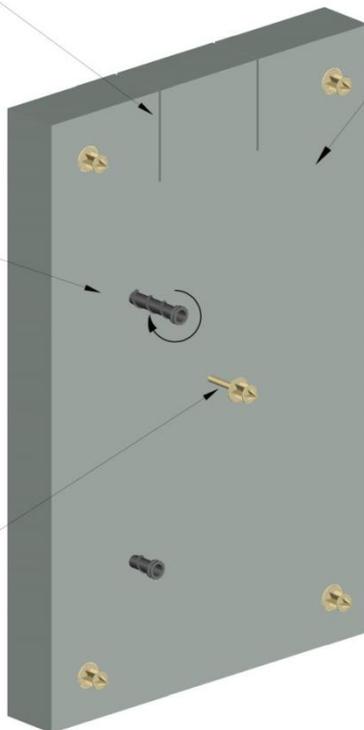
1. L'épaisseur de l'isolant : Pour un même type d'isolant, plus les plaques d'isolants sont épaisses, et plus le nombre de connecteurs diminue.
2. La dimension des panneaux d'isolants. Privilégier les panneaux de grandes dimensions.

- ✓ Faire pivoter le connecteur d'un quart de tour pour « bloquer » l'ensemble de façon à empêcher la désolidarisation de l'ensemble des connecteurs intérieurs et extérieurs.

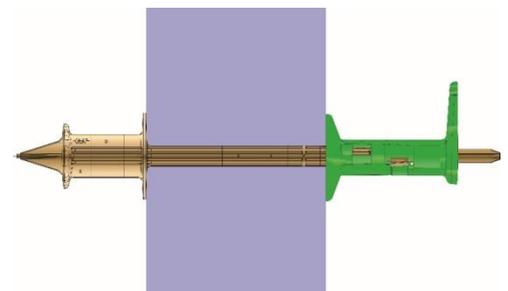
Sciage pour mise en place des épingles

Entretoise autoforeuse

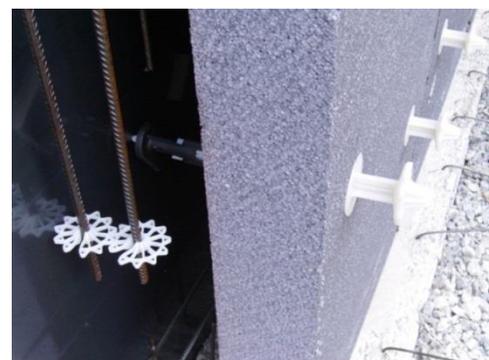
Dague à enfoncer dans l'isolant (avant trou à réaliser au foret si nécessaire)



Panneau d'isolant à découper à la scie ou au fi chaud



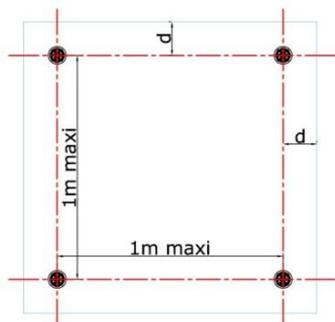
- Dague – Isolant – Connecteur -



Mode de découpe et percements des panneaux d'isolants

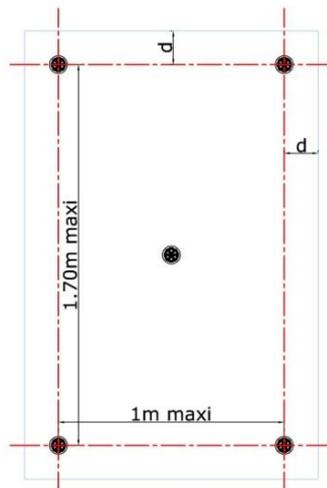
## Règles de positionnement des dagues par panneau d'isolant

d = 10 à 25cm



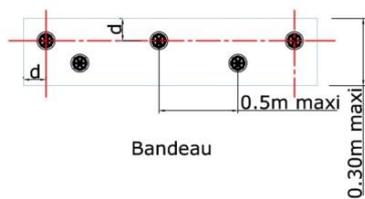
Panneau d'isolant de dimension maxi 1.30m X 1.30m

4 dagues par panneau

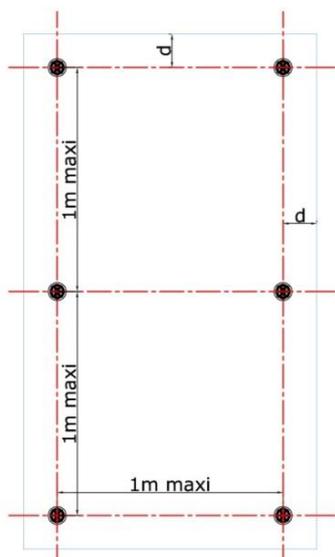


Panneau d'isolant de dimension maxi 1.30m X 2.00m

5 dagues par panneau

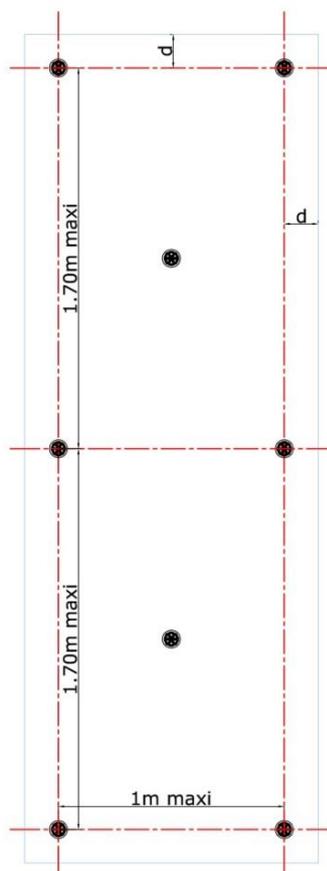


Bandeau



Panneau d'isolant de dimension maxi 1.30m X 2.30m

6 dagues par panneau



Panneau d'isolant de dimension maxi 1.30m X 3.70m

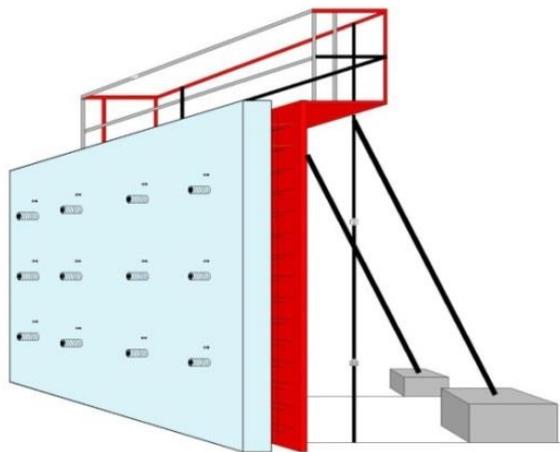
8 dagues par panneau

## LE PROCEDE GBE® : MUR SANDWICH COULE EN PLACE

- ✓ Placer l'isolant avec les connecteurs, garantissant les performances thermiques et mécaniques du complexe du mur de façade, contre l'armature structurale intérieure en tournant la molette des dagues pour traverser le ferrailage.

Les connecteurs faisant office d'entretoises, doivent être en butée contre la banche intérieure

- ✓ Tourner le connecteur d'un quart de tour grâce à la molette extérieure de façon à éviter ce ferrailage et ainsi permettre le maintien en phase provisoire de l'isolant.



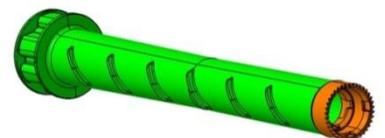
- ✓ Insérer les entretoises auto-foreuses (fig. A .vert) munies de manchons (fig. B. orange) dans l'isolant au droit des trous de serrages jusqu' à être en butée contre la banche intérieure.



Fig A.



Fig B



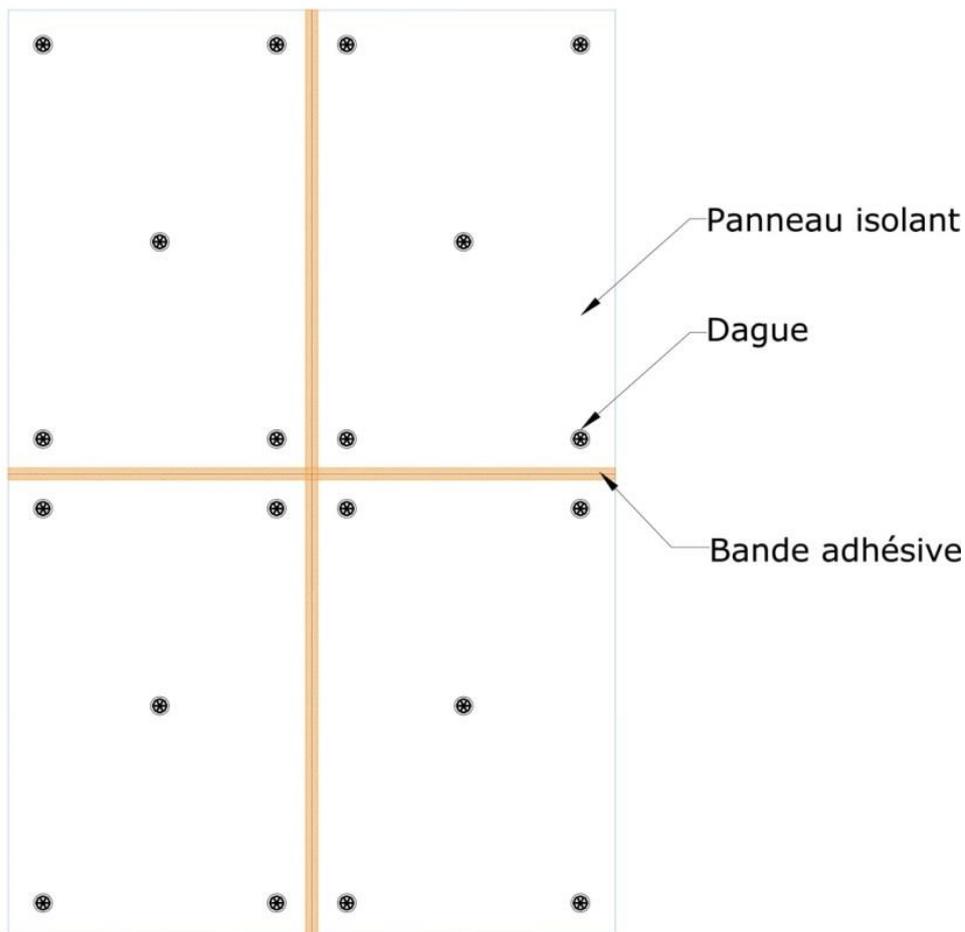
- ✓ Percement au droit des trous de serrage avec les entretoises. Trous à repérer au fur et à mesure de l'avancement.

- ✓ Les entretoises auto-foreuses sont conçues pour :
  - Limiter le soulèvement de l'isolant au coulage.
  - Reprendre les efforts de compression lors du serrage des panneaux de coffrage.
  - Reprendre les efforts de compression lors de la mise en place des passerelles. (Les embouts larges diffusent les efforts de compression et protègent ainsi le parement béton extérieur.)

## LE PROCEDE GBE® : MUR SANDWICH COULE EN PLACE

- ✓ Juxtaposer les plaques d'isolant en veillant à assurer la continuité de l'isolation (horizontale et verticale) :
- Utilisation de scotch pour joindre les plaques pour éviter le phénomène de vases communicants du côté du voile extérieur.
- Maintien des plaques d'isolant entre elles à l'aide de silicone et d'agrafes.

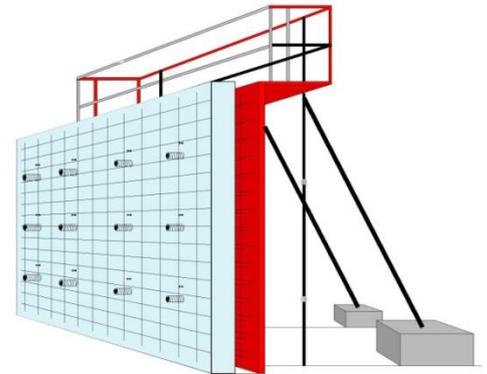
### Traitement des joints horizontaux et verticaux



- ✓ Nettoyage du poste de travail au fur et à mesure de l'avancement.
- ✓ Contrôle par pression manuelle de la bonne tenue de l'ensemble des plaques d'isolant au ferrailage.

## 4. Armatures extérieures :

- ✓ Mise en place du ferrailage du parement extérieur contre l'isolant.
- ✓ Mise en place des épingles inox en U en tête de voile pour liasonner les deux parois du mur.
- ✓ Vérification de la bonne tenue du ferrailage.



- ✓ Fixer les embouts des entretoises en fonction de l'épaisseur du mur à réaliser et de la finition. (fig. C. orange)

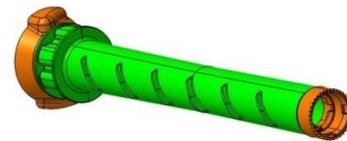


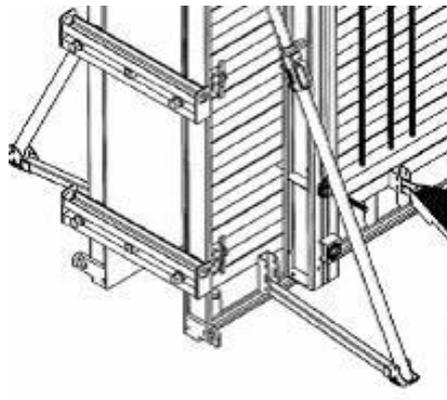
Fig. C.



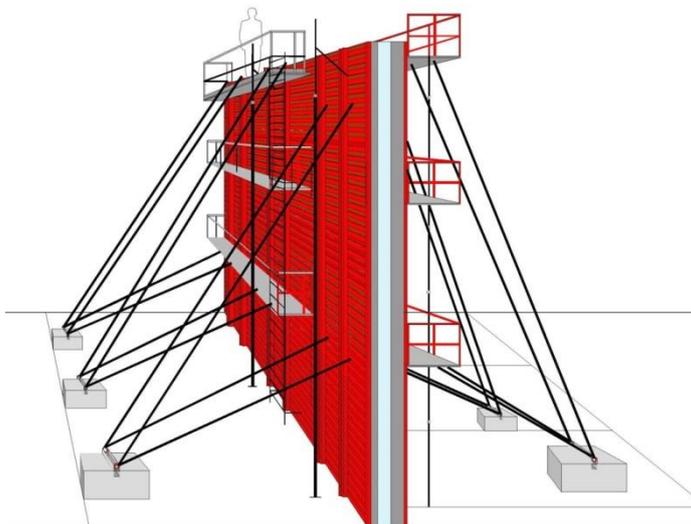
- ✓ Vérification de l'équerrage et positionnement des mannequins et châssis avant la fermeture des banches.

## 5. Suite du coffrage :

- ✓ **Contrôle de l'aspect de la matrice avant fermeture des banches.**
  - ✓ Positionner le second train de banches.
  - ✓ Enfiler les tiges de serrage dans le train de banche mis en place en traversant les entretoises.



- ✓ Serrer les tiges de serrage basses et hautes (en doublant les écrous si plusieurs hauteurs).
- ✓ Décrocher la grue.
- ✓ Fixer les réglettes d'about en bout de banche (maintien des trappons d'abouts).
- ✓ **Contrôler la verticalité des coffrages et l'alignement des banches.**



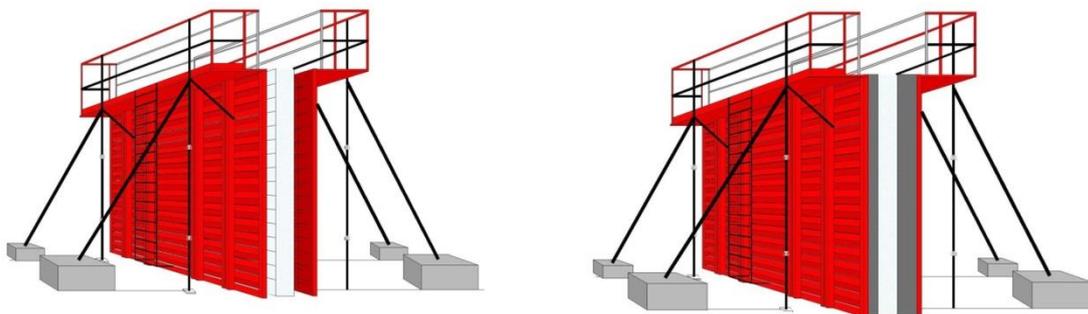
Attention de ne pas oublier les protections collectives (garde-corps, protection des armatures).

## PHASE 3 : Bétonnage

- ✓ Vérifier les assemblages des banches et l'étaieiment avant le début du bétonnage.
- ✓ Ne plus modifier le réglage du niveau d'étaieiment dès que le bétonnage est commencé.
- ✓ Positionner la benne à béton au-dessus du répartiteur.
- ✓ Coulage en continu des voiles intérieurs et extérieurs avec du béton auto-plaçant de type Ultra Twin Procédé GBE® de Lafarge.
- ✓ Ce coulage des deux faces se fait en simultanément en veillant à monter plus rapidement la face la moins épaisse (face extérieure).
- ✓ La vitesse de bétonnage varie en fonction de la température ambiante et de l'épaisseur du voile. (selon les prescriptions du fournisseur de béton prêt à l'emploi (BPE))
- ✓ Contrôler l'aplomb des banches après le coulage.

**NB :** Le béton LAFARGE Ultra Twin Procédé GBE® permet des hauteurs de coulage sans tube plongeur jusqu'à 5m dans un parement de 10cm minimum.

**NB :** Pour les projets sur lesquels un parement esthétique est recherché, se référer aux conseils de mise en œuvre du fournisseur de BPE.



Ne jamais bétonner à partir d'une échelle ou en appui sur les murs !

## **PHASE 4 : Décoffrage**

### **1. Sécurité décoffrage**

Pour assurer la stabilité en phase chantier, en complément des autres dispositions constructives, les recommandations sont les suivantes :

Décoffrage au jeune âge du béton (résistance à la compression du béton est supérieure à 1.5 MPa) :

La résistance au jeune âge et la stabilité de la paroi extérieure est assurée notamment par l'utilisation des connecteurs plastiques qui permettent de

- ✓ Limiter l'élançement du voile extérieure à des valeurs inférieures aux valeurs traditionnelles. La répartition des connecteurs plastiques à un taux mini de 1 par m<sup>2</sup> entraîne une hauteur de flambement du voile extérieure de 1 m. Pour une épaisseur de 8cm, l'élançement est alors de 13, ce qui est inférieure à l'élançement d'un voile traditionnel.
- ✓ Assurer l'accrochage de la paroi extérieure au mur intérieur et ainsi de résister aux efforts hors plan avant la liaison effective par les épingles inoxydables. L'annexe XX présente la vérification que la résistance aux efforts dus au vent est assurée après décoffrage si la résistance à la compression du béton est supérieure à 1.5 MPa.

**Les connecteurs plastiques jouent ainsi un rôle essentiel dans la stabilité de la paroi extérieure au jeune âge et pour la sécurité des travailleurs.**

#### **Pose des passerelles :**

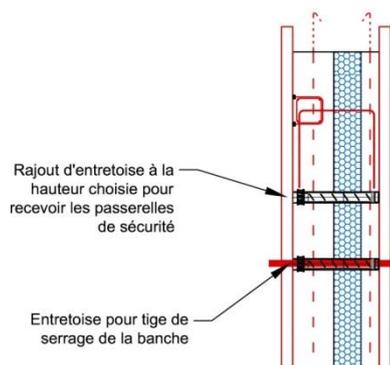
Le béton doit permettre d'assurer une résistance à la compression de calcul de 13 MPa au moment de la pose des passerelles de l'étage supérieur ;

L'équivalent d'un treillis ST25C (soit 2.57 cm<sup>2</sup>/m par direction) doit être positionné à la fibre moyenne de la paroi extérieure ; cas d'une charge d'appui des jambes de force des passerelles de chantier de 5 kN/m, un taux de vide (ouvertures) de 50 % et une hauteur inférieure ou égale à 180 cm entre les entretoises situées immédiatement en-dessous et au-dessus des barres d'appui des passerelles. Une justification est jointe en Annexe qui détaille la façon dont les charges de chantier (poids de passerelles) sont évaluées et puis appliquées sur les parois.

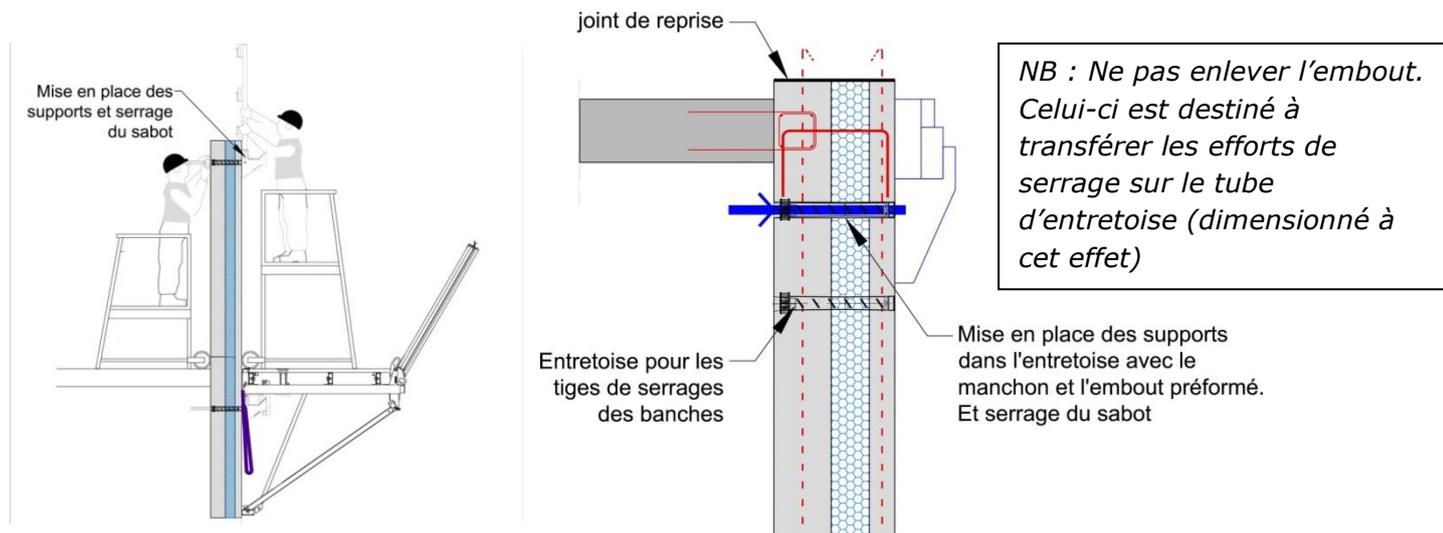
La stabilité du voile extérieur est assurée en phase provisoire par la liaison rigide créée par les entretoises plastiques.

## LE PROCEDE GBE® : MUR SANDWICH COULE EN PLACE

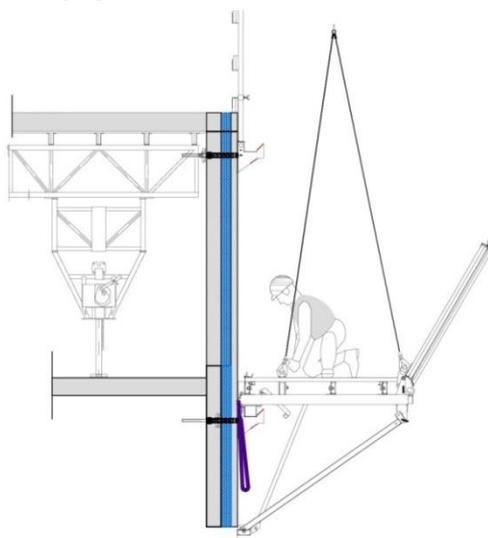
- ✓ Mise en place d'une entretoise de réservation lors du coffrage du voile pignon du niveau 1.



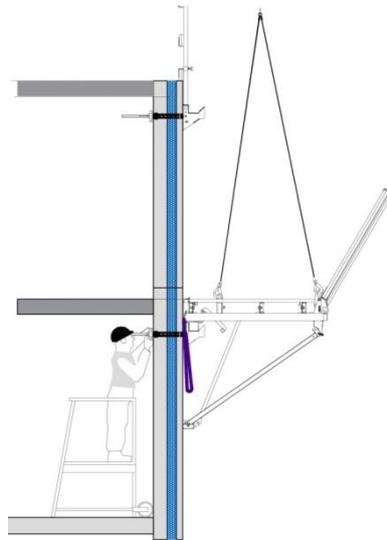
- ✓ Après décoffrage du pignon du niveau 1, mise en place des crochets supportant la plate-forme dans la réservation en tête de voile.



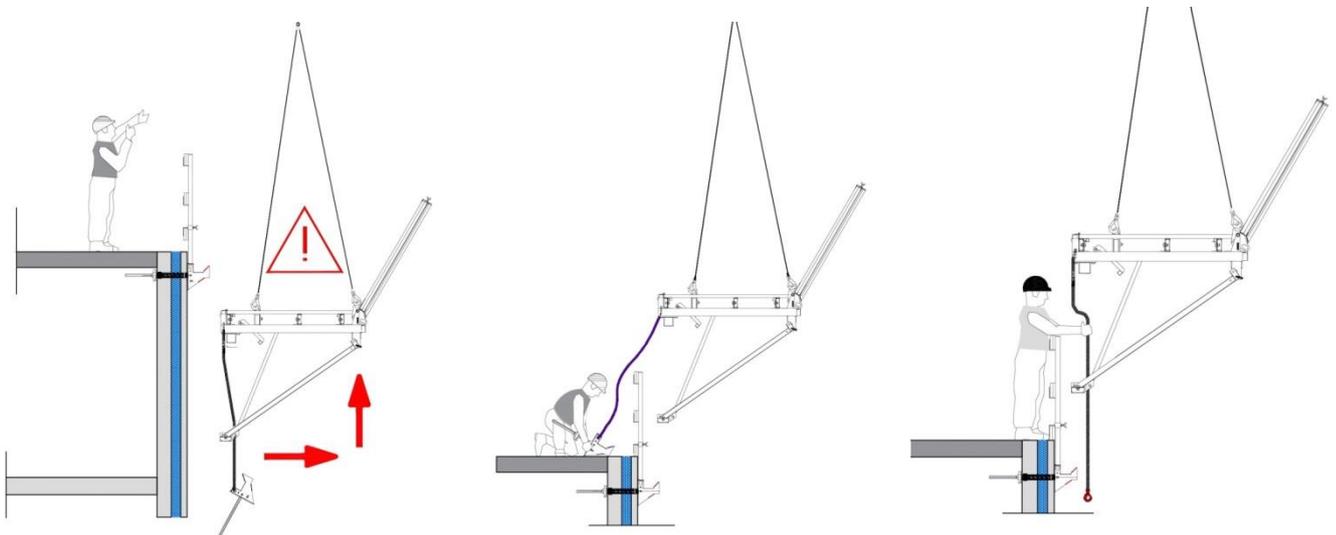
- ✓ Réalisation de la dalle du niveau 2.
- ✓ Elingage de la plateforme de pignon.



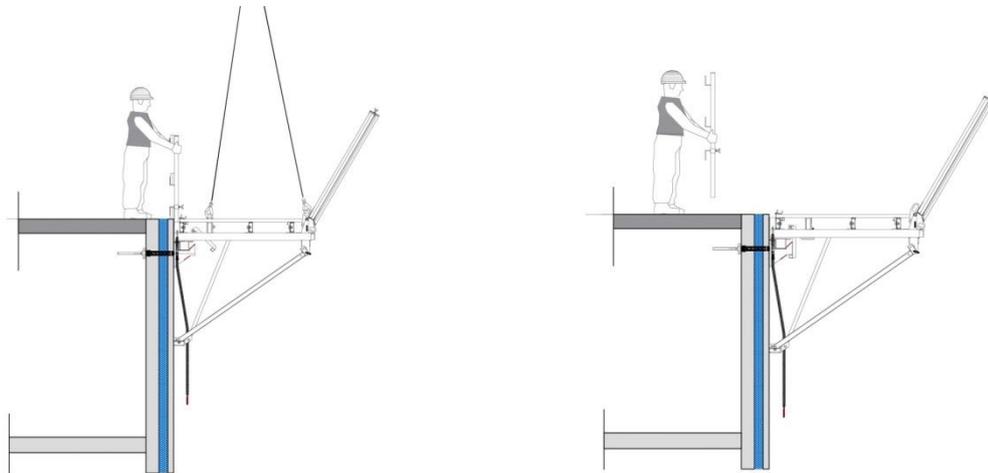
- ✓ Démontage des crochets supports.



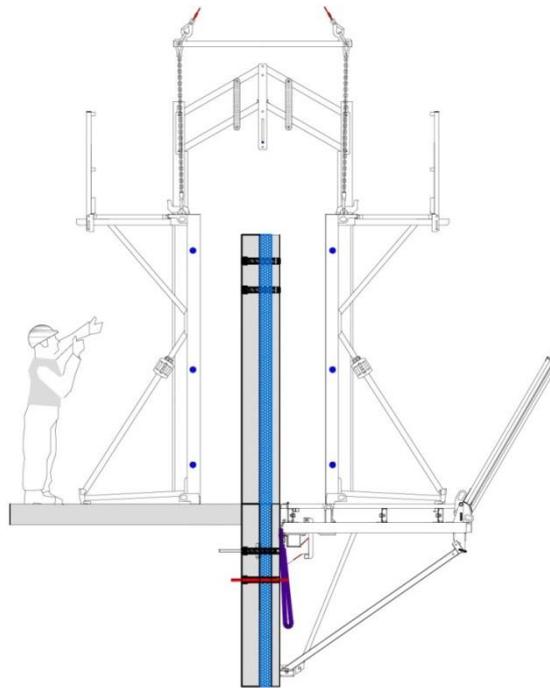
- ✓ Remontée de la plateforme. Récupération des crochets supports.  
Accrochage de la cablette des crochets support sur la plateforme.



- ✓ Remise en place de la plateforme sur les crochets supports, à l'étage supérieur.



- ✓ Coffrage du voile de pignon. Bétonnage et reprise du cycle au niveau supérieur.



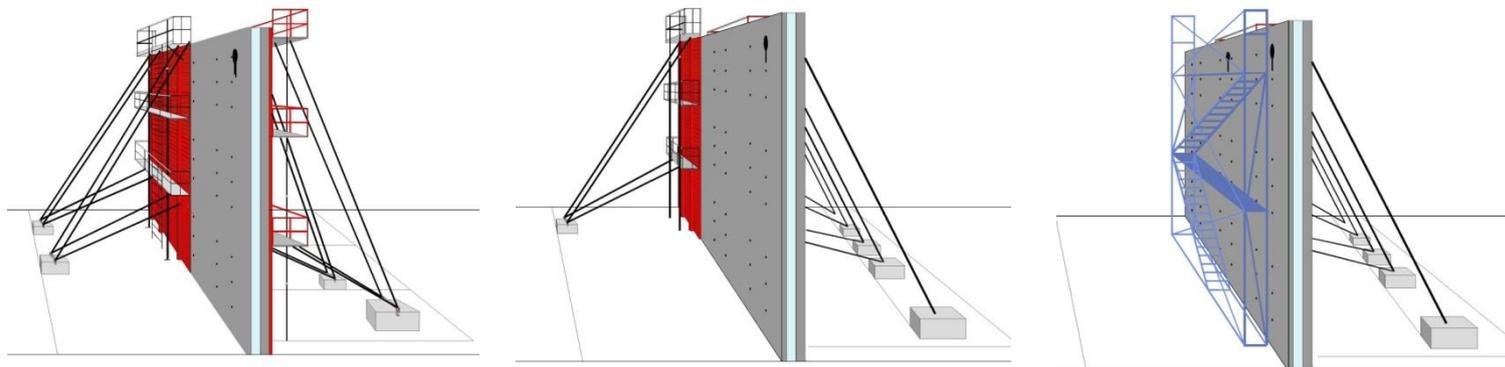
## Observations :

Toujours se référer aux prescriptions des fabricants de passerelles et banches  
 Désignation d'un responsable de manœuvre pour donner les ordres au grutier.

## 2. Retrait des banches :

- ✓ Mettre en place les blocs stabilisateurs pour le train de banche du cycle suivant.
- ✓ Desserrer les réglettes d'about de banche.
- ✓ Desserrer les tiges de serrage.
- ✓ Désaccoupler les banches si les moyens de levage l'obligent.
- ✓ Desserrer les étais pied de banche.
- ✓ Le premier train de banche à décoffrer est celui qui a été fermé en dernier.
- ✓ Quand le train de banche est stabilisé face à face par des étais à curseur, le décoffrage et le déplacement se fait par des élingues à 2 brins égaux. (capacité de levage maxi : 3T par brin).
- ✓ Quand le train de banche est stabilisé face à face par auto stabilisateur, le décoffrage et le déplacement se font à l'aide d'un palonnier écarteur.

- ✓ Décoffrer d'abord une banche extérieure puis assurer le maintien avant de retirer la suivante.



- ✓ Veiller à la désolidarisation totale du mur coulé avec les banches :
  - Pour les banches métalliques, retirer les tiges et les aimants
  - Pour les banches bois, retirer les coins et fixations mécaniques (clous, vis...)
- ✓ **Veiller à la stabilisation totale du mur béton avant décoffrage complet.**
- ✓ Décoffrer les mannequins et les réservations.



**Observations :** Toujours stabiliser le mur avant décoffrage complet

## 3. Comportement sous charges de construction

Le mur réalisé selon le Procédé GBE® est modélisé comme une poutre de dimensions 1000 x 80 mm<sup>2</sup>, elle est appuyée en pied et au niveau des entretoises plastiques. Deux configurations sont étudiées afin de déterminer le moment maximal produit par l'appui des passerelles consoles en phase chantier:

- Cas A - passerelle console appuyée sur entretoise au niveau des tiges de serrage
- Cas B - passerelle console appuyée sur entretoise positionnée en tête de voile

La portée libre est légèrement supérieure dans le cas B (1.8 m).

Le calcul est réalisé pour un béton ayant une résistance de calcul à 7 jours  $F_{cd} = 13.3$  MPa, (il convient d'appliquer un coefficient de sécurité 1.5 à  $F_{ck} = 20$  MPa pour obtenir la résistance de calcul).

Nous considérons l'appui du mur comme un point rigide dans le cas du RDC, il devient une rotule à partir du R+1. De plus la force horizontale de 5 kN s'exerçant sur la paroi est doublée afin de tenir compte d'une non continuité de la zone d'appui de la paroi (ouverture pour fenêtre par exemple). Elle est donc de 10 kN dans cette étude.

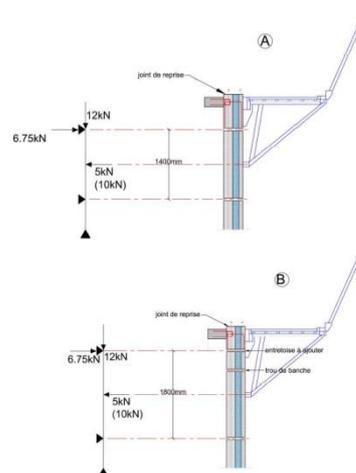


Fig. 1 : Configurations de calcul de la paroi extérieure en phase chantier

Les données de calculs pour la descente des charges des passerelles de chantier sont issues de la documentation technique PTE SATECO 2 (voir fig. 2 ci-dessous).

La force maximale appliquée sur les entretoises plastiques en phase provisoire est d'environ 12.3 kN (voir fig. 3). La résistance maximale obtenue lors des tests mécaniques réalisés sur les entretoises est de  $N_{max} = 32$  kN (voir § 3.1 du rapport d'essais mécaniques du Procédé GBE®), soit une valeur de résistance de calcul de  $N_{Rd} = N_{max} / 1.5 = 21$  kN inférieure à la force sollicitante.

## Descente de charge: données de calcul

$Q_v = 60 \text{ daN/m}^2$  pour un Vent: 85Km/h  
 P1: Surcharge de circulation: 150daN/m  
 P3: Poids des banches: 180daN/m<sup>2</sup>  
 B: Position banche / voile: 0.2m  
 Autres données: voir tableau précédent.

## Calcul des réactions:

$$R_v \text{ attache} = \frac{R_v \times L}{\text{Nbr d'attache}}$$

$$R_h \text{ attache} = \frac{R_h \times L}{\text{Nbr d'attache}}$$

$$R_u \text{ ferme} = \frac{R_u \times L}{\text{Nbr de fermes}}$$

### Légende:

Nbr: Nombre  
 L: Longueur de la plateforme

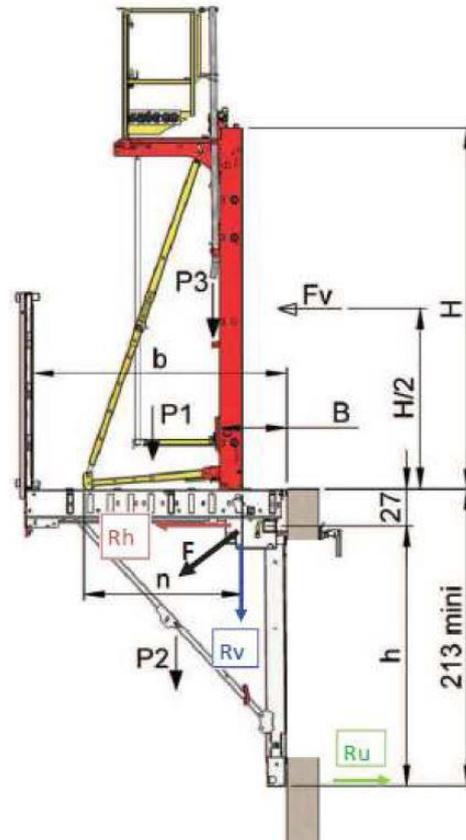


Fig. 2 : Descente de charges passerelle de chantier

## EFFORTS

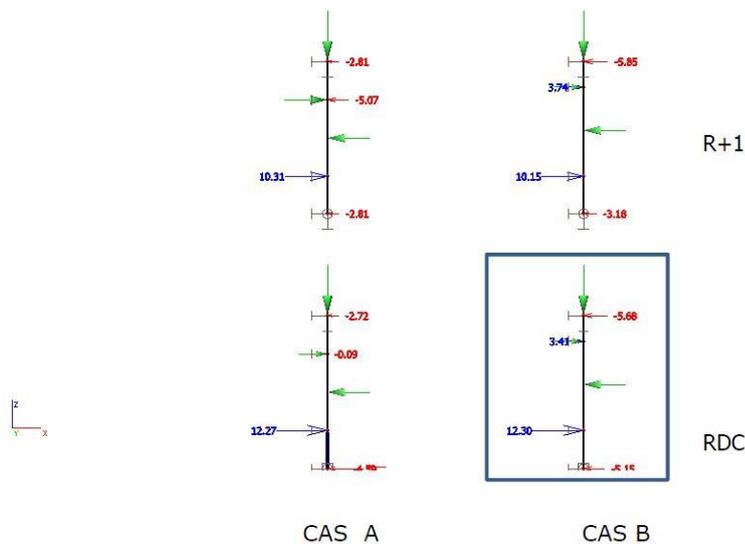


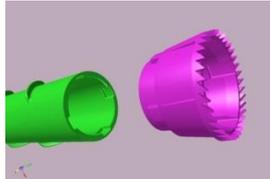
Fig. 3 : Réactions  $R_x$  dans la paroi extérieure en phase chantier

## 4. Finitions des trous de banches :

- ✓ Retirer les embouts (orange) des entretoises ainsi que les manchons (rose) sauf aux endroits où les entretoises sont destinées à recevoir les passerelles de sécurité.
- ✓ Protéger le mur de bidim avant de monter les passerelles.



- Embouts -



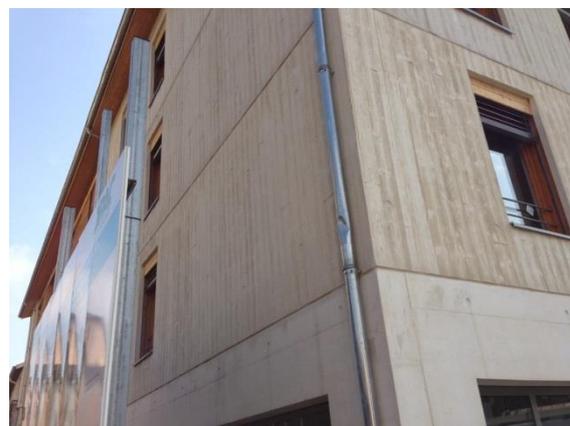
- Manchon -



- ✓ Reboucher les trous laissés par les entretoises avec :
  - De l'isolant type mousse polyuréthane, pour assurer la continuité de l'isolation.
  - Du pare-béton, sur la paroi extérieure. Il varie selon la couleur du mur.
  - Pour la paroi extérieure, des bouchons collés en béton fabriqués dans des moules spécifiques en fonction de la couleur du béton.
  - Du mortier ou du pare-béton pour la paroi intérieure
- ✓ Passage au cycle suivant.
- ✓ Nettoyer et huiler les faces coffrantes.



- Murs béton blanc lisse -



- Murs matrices -



**Observations :** Arrêt de travail en cas de grand vent

Pour une stabilisation optimale, des armatures de liaison sont insérées en œuvre dans le béton coulé sur place.

Le calcul se fait selon les règles du béton armé (Eurocode 2) et les dispositions constructives peuvent reprendre celles du DTU 23.1.

L'enrobage est déterminé suivant la section 4 de l'Eurocode 2

Les renforts au droit des points singuliers (ouvertures...) sont déterminés suivants les dispositions constructives du DTU 23.1 et les recommandations de l'Avis Technique du procédé GBE® en date du 28 Mars 2017.

La paroi extérieure est dimensionnée suivant les règles de la résistance des matériaux et du béton armé (Prescriptions de l'Eurocode 2 ; dispositions constructives du DTU 23.1) et les recommandations de l'Avis Technique n°... du procédé.

Sous charges verticales, la paroi extérieure est appuyée sur une fondation ou un corbeau.

Sous charges horizontales perpendiculaires au plan de la paroi (vent ...), le fonctionnement structural est décrit dans l'Avis Technique n°... du procédé GBE®.

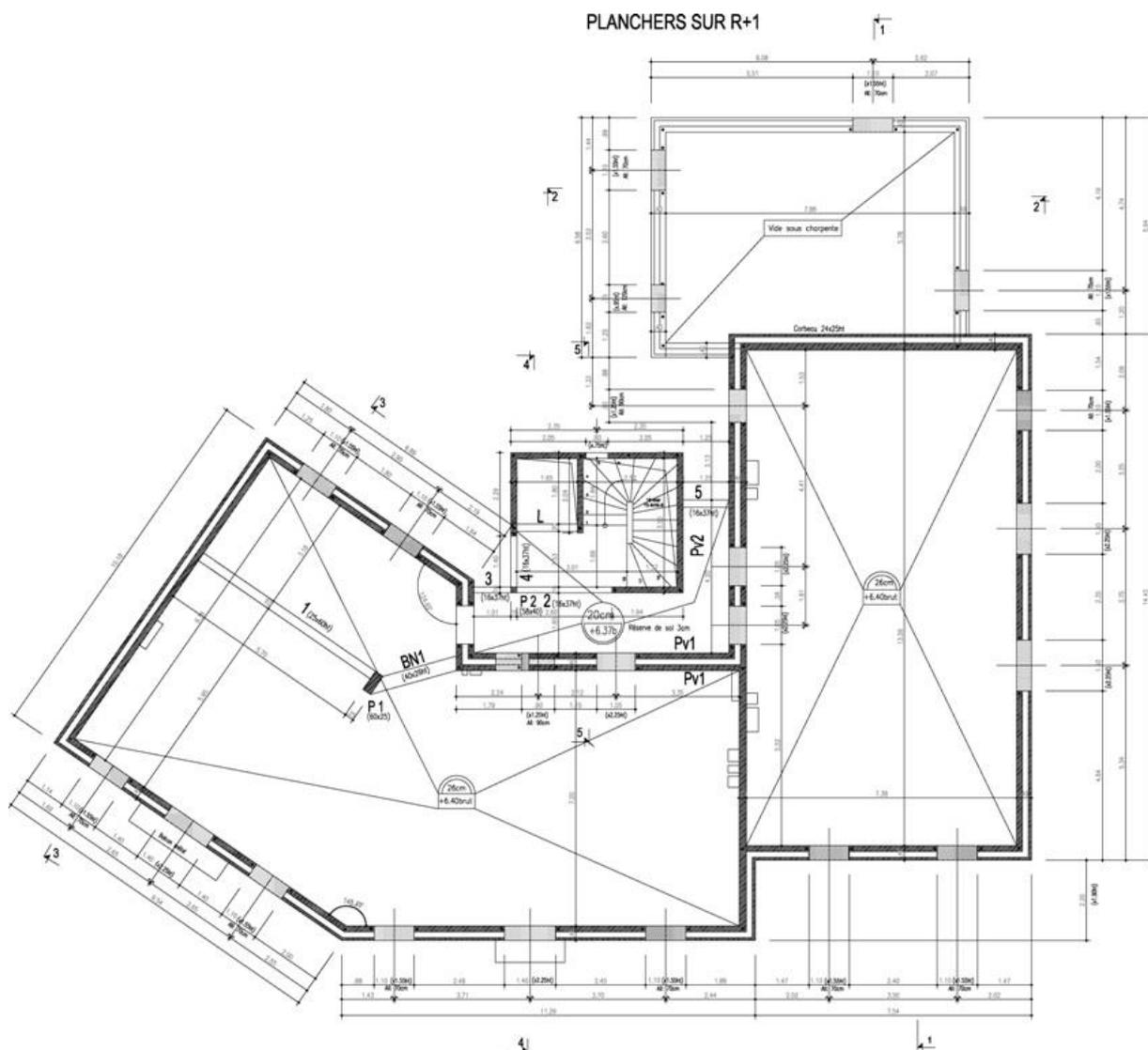
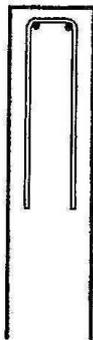


Illustration :

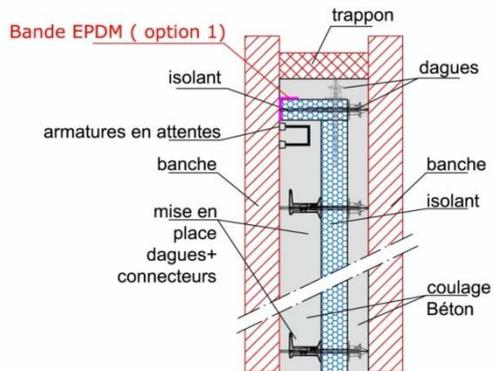
Renforts d'ouvertures  
et about de voile ép:16ou20cm  
(45p.)



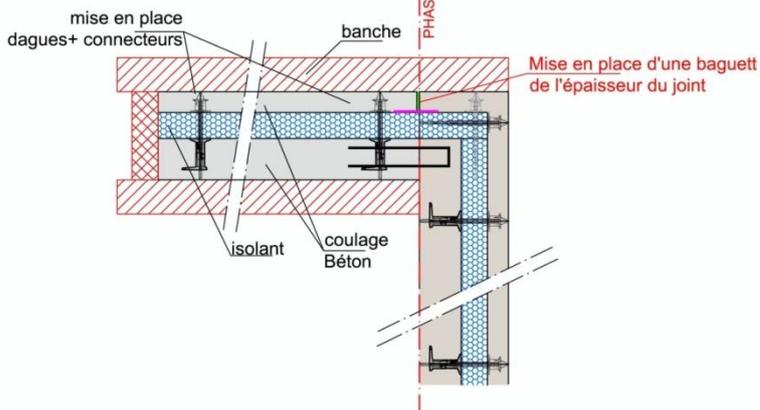
à ajuster et couper sur site.

### Angle sortant RD

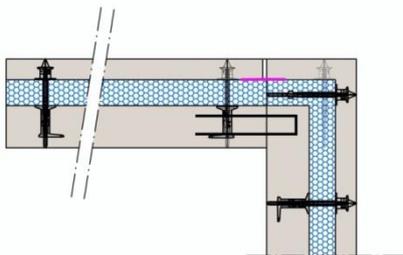
#### PHASE 1



#### PHASE 2



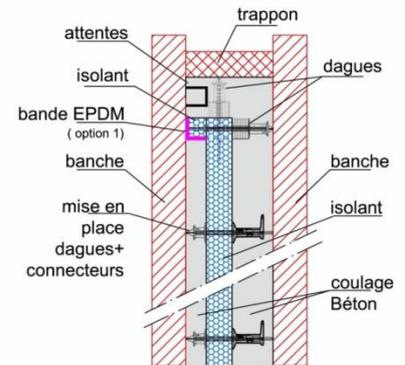
#### PHASE 3



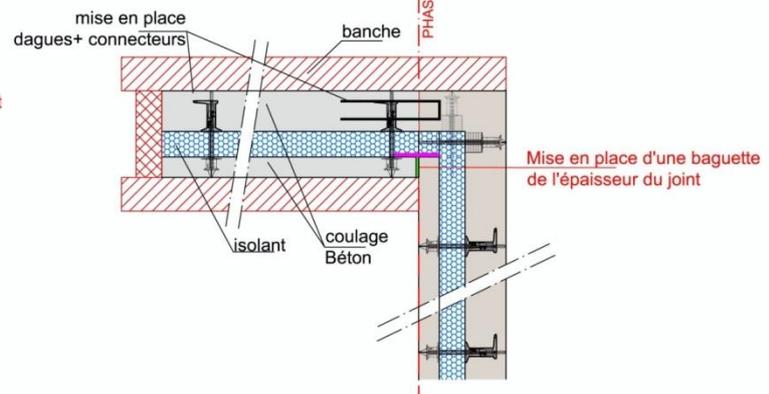
*Illustration d'angle sortant*

### Angle rentrant RD

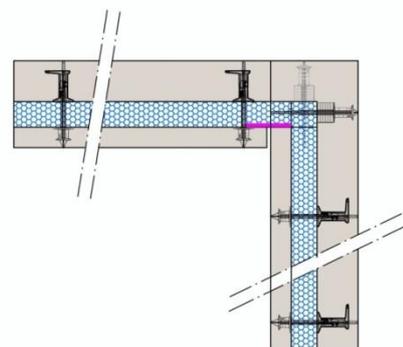
#### PHASE 1



#### PHASE 2



#### PHASE 3



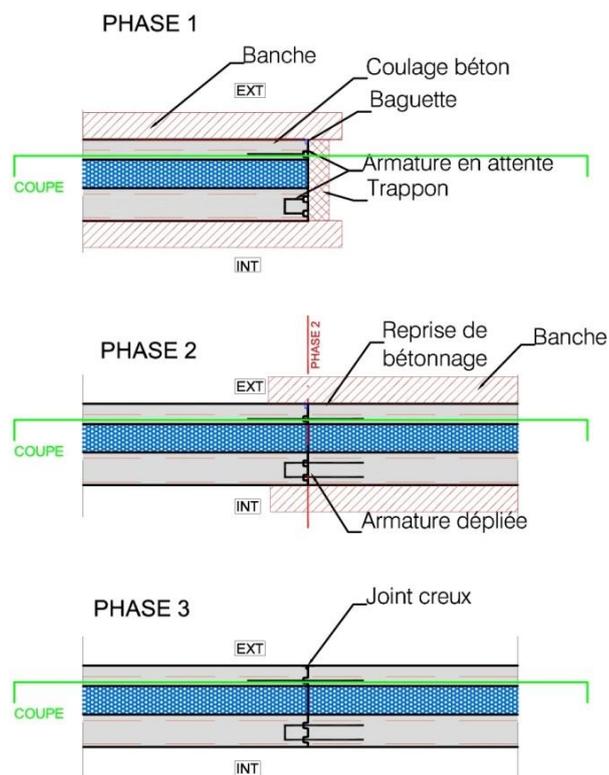
*Illustration d'angle entrant*

## LIAISON CONTINUE

Les emplacements des reprises de bétonnage verticales sont normalement prévus à l'avance et indiqués sur les plans d'exécution. Il est rappelé qu'elles doivent être traversées par les armatures prévues pour la paroi extérieure.

Il est recommandé de :

- Veiller à l'étanchéité entre les éléments de coffrage et le béton durci
- Veiller à la propreté de la surface de reprise : les surfaces de reprise verticales nécessitent un nettoyage systématique, en vue d'éliminer toute trace d'agent de démoulage et autres salissures. Ce nettoyage relève généralement d'un soufflage soutenu d'air puis eau puis d'élimination de l'eau libre
- Prévoir une rugosité de la surface de reprise (élément coffrant en bois non raboté ou grillage fixé sur le coffrage).
- Sur le plan esthétique, il est généralement préférable de souligner les reprises plutôt que de les dissimuler. Il est possible de prévoir, par exemple, que le tracé de ces lignes soit matérialisé par des règles fixées au coffrage et enlevées par la suite.

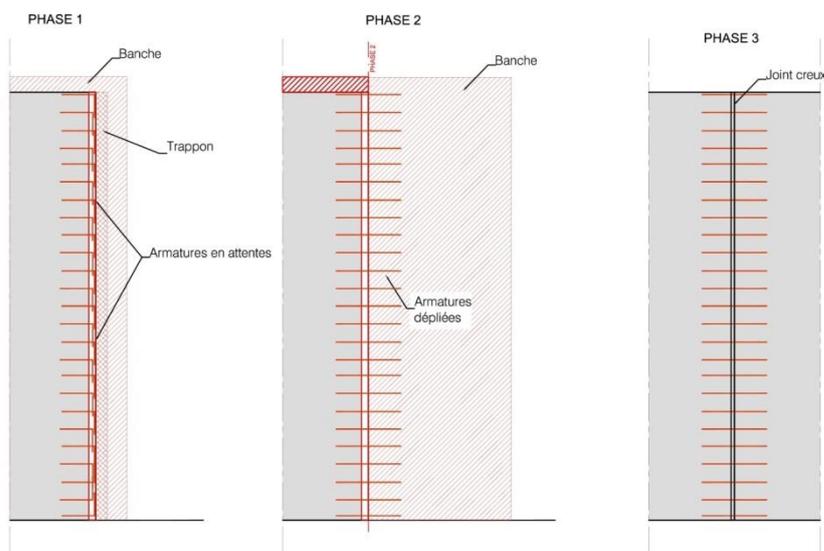


### Recommandations Professionnelles pour l'exécution des reprises de bétonnage :

Des prescriptions concernant l'exécution des reprises de bétonnage existent dans divers règlements et recommandations.

On retrouve des éléments dans les textes suivants :

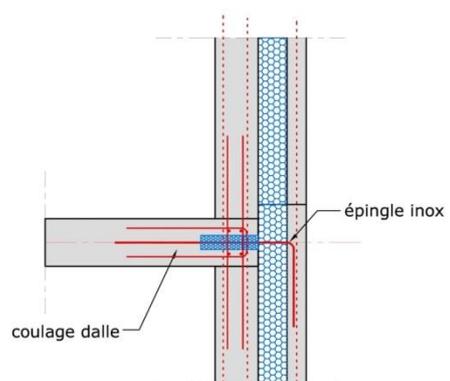
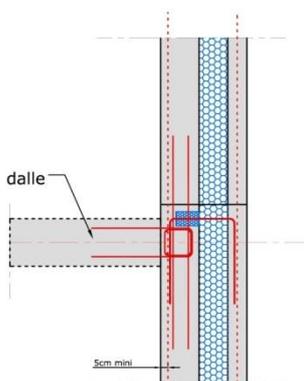
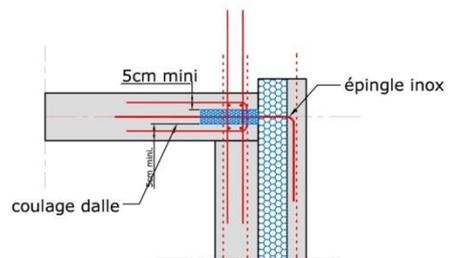
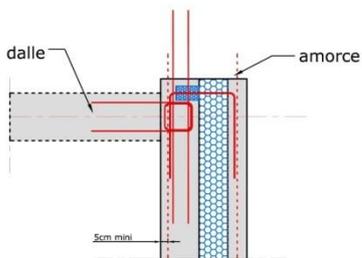
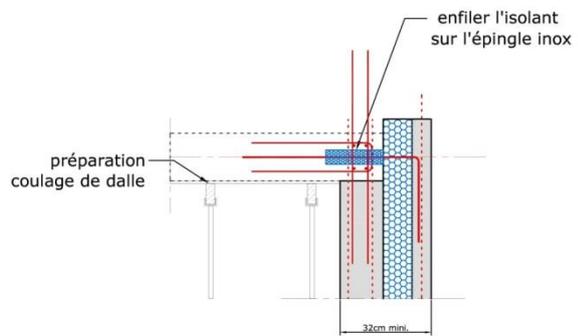
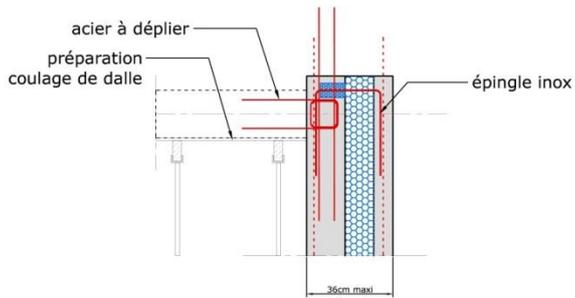
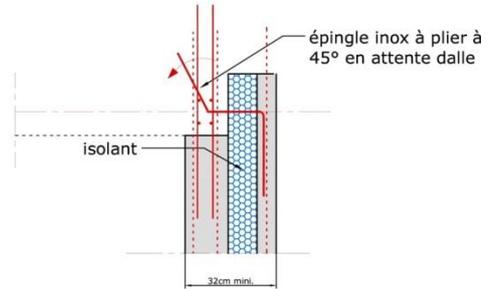
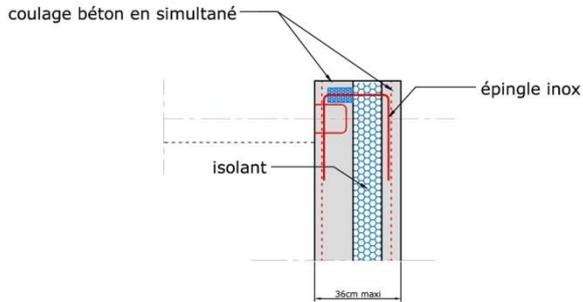
- *Norme P18-504 : Mise en œuvre des bétons de structure*
- *DTU 23.1 : Murs en béton banché*
- *DTU 21 : Exécution des ouvrages en béton*
- *Norme NF EN 13670 : Exécution des structures en béton*
- *Recommandations Professionnelles pour l'exécution des reprises de bétonnage*



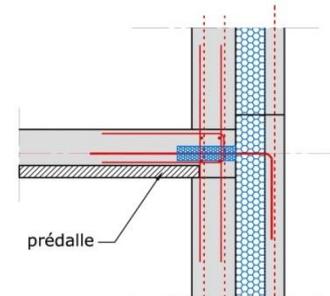
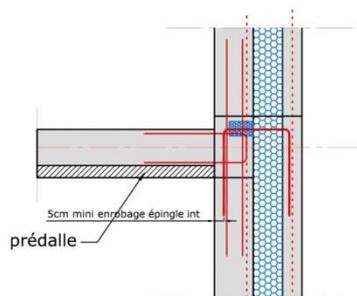
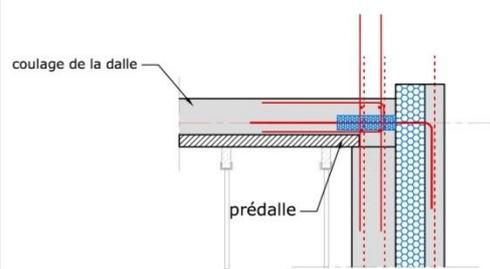
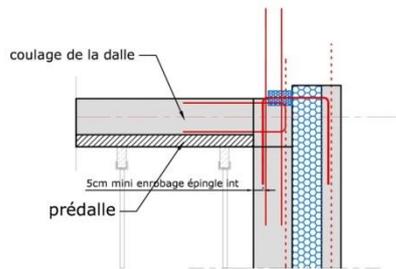
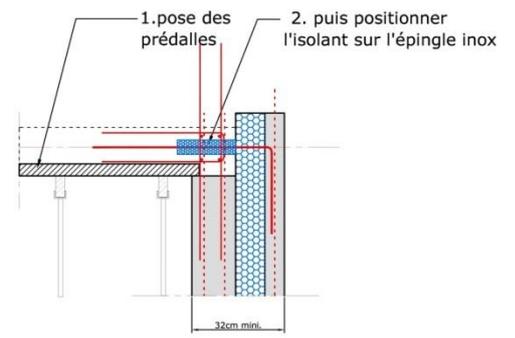
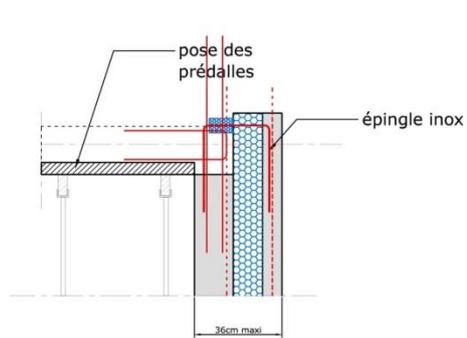
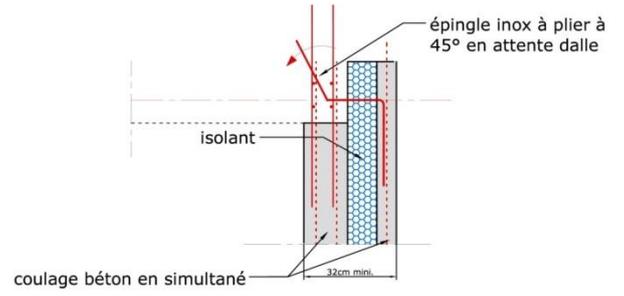
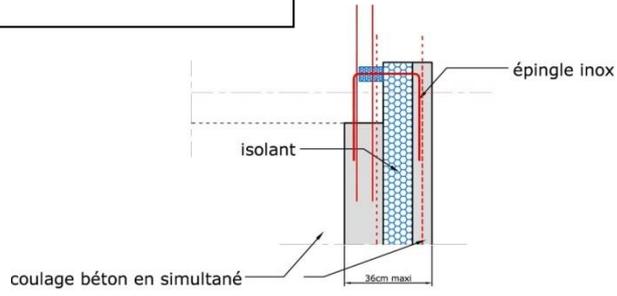
Phasage coupe verticale

## Réalisations des planchers :

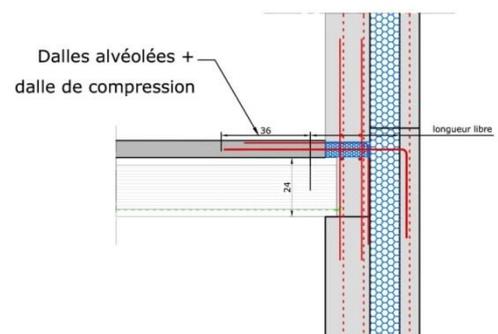
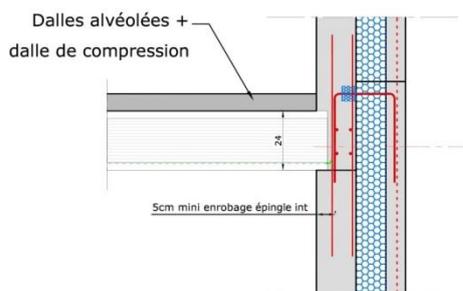
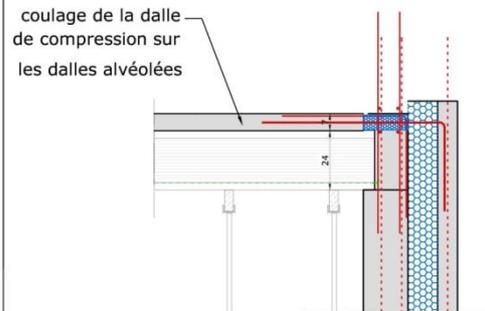
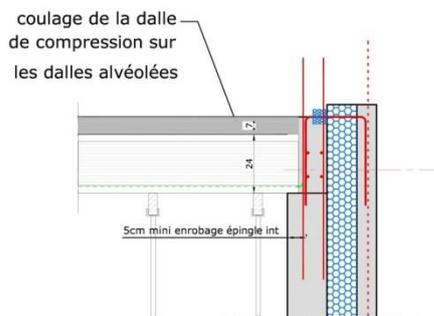
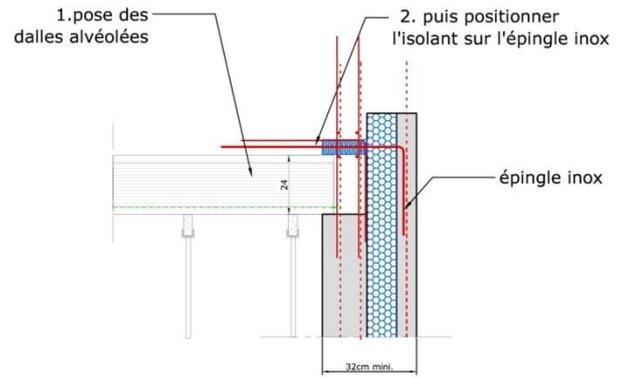
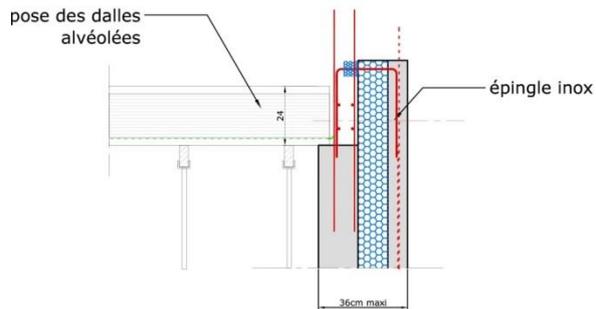
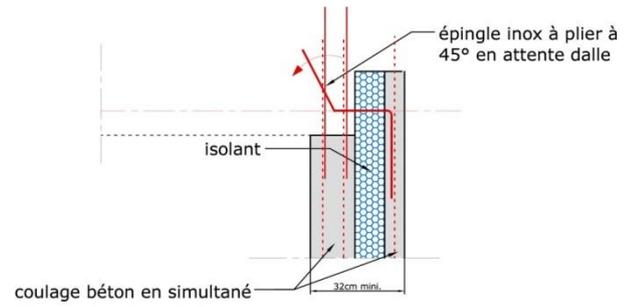
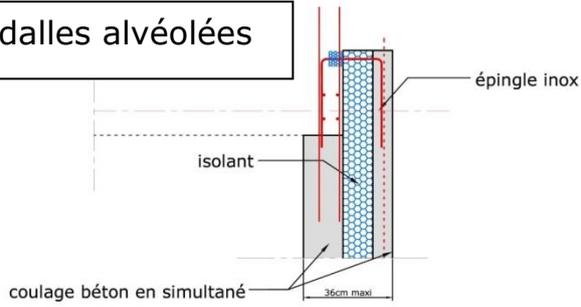
### Plancher traditionnel



## Plancher Prédalle



## Plancher dalles alvéolées



## Principe d'ancrage des épingle de liaison en acier inoxydable :

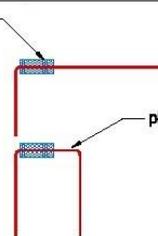
Schéma en " U "	Schéma en " L "
<p>épingle inox en L longueur libre de 36cm</p> <p>enfiler l'isolant sur l'épingle inox</p> <p>plage en U de l'épingle inox</p>	<p>épingle inox en L longueur libre de 36cm (16 si ha)</p>
<p>épingle inox</p> <p>isolant</p> <p>36cm (16 si HA)</p> <p>38cm max</p>	<p>épingle inox à plier à 45° en attente dalle</p> <p>isolant</p> <p>36cm (16 si HA)</p> <p>32cm min</p>
<p>épingle inox</p> <p>36cm (16 si HA)</p> <p>38cm max</p>	<p>épingle inox</p> <p>36cm (16 si HA)</p> <p>32cm min</p> <p>coulage béton en simultané</p>
<p>coulage béton en simultané</p> <p>épingle inox</p> <p>36cm (16 si HA)</p> <p>38cm max</p>	<p>enfiler l'isolant sur l'épingle inox longueur libre</p> <p>36 (16 si HA)</p> <p>32cm min</p>
<p>dalle</p> <p>longueur libre</p> <p>amorçe</p> <p>longueur d'ancrage 32Φ (72Φ si barre lisse)*</p> <p>5cm mini</p> <p>* d'après les calculs faits pour l'ATEX</p>	<p>longueur d'ancrage 32Φ (72Φ si barre lisse)*</p> <p>longueur libre</p> <p>amorçe</p> <p>épingle inox</p> <p>longueur d'ancrage 32Φ (72Φ si barre lisse)*</p> <p>5cm mini</p> <p>5cm mini</p> <p>coulage dalle</p> <p>* d'après les calculs faits pour l'ATEX</p>

## Shéma en " U" Mur grande hauteur Liaison intermédiaire

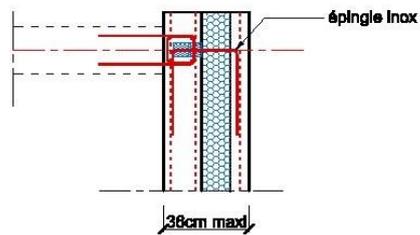
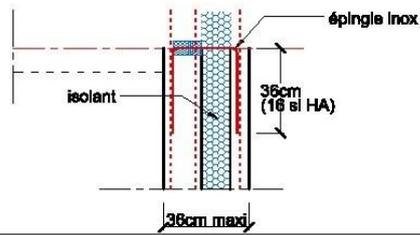
épingles Inox en L  
longueur libre de 36cm



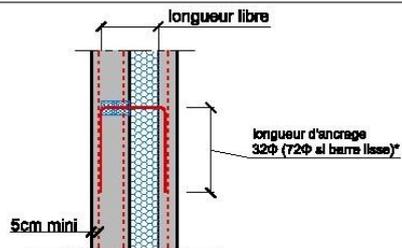
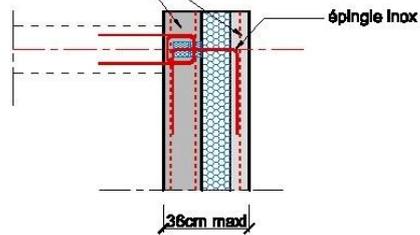
enfiler l'isolant sur l'épingle inox



plage en U de l'épingle inox



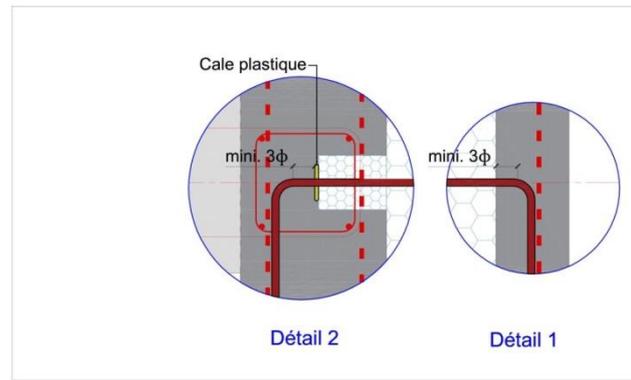
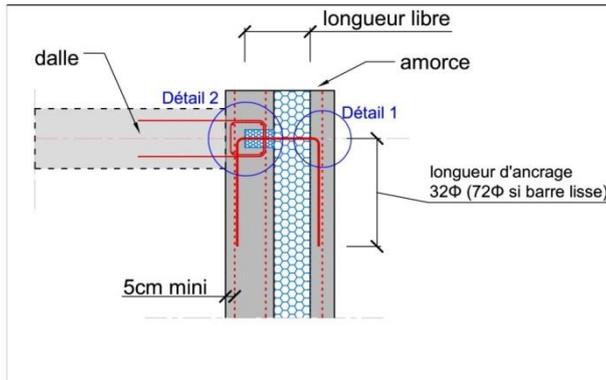
coulage béton en simultané



\* d'après les calculs faits pour FATEX

## Détails des armatures

Shéma en " U "



Shéma en " U "  
Mur grande hauteur  
Liaison intermédiaire

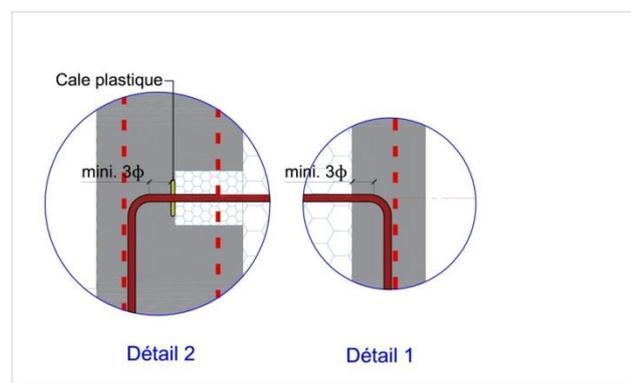
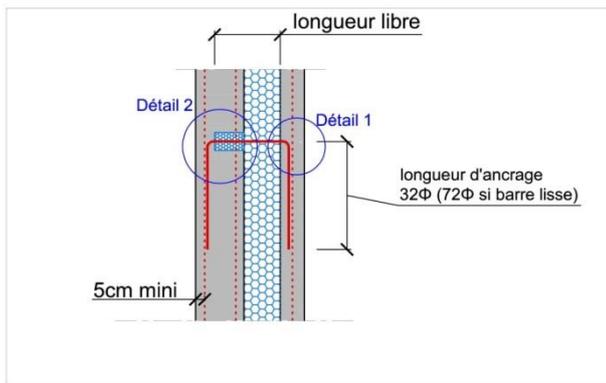
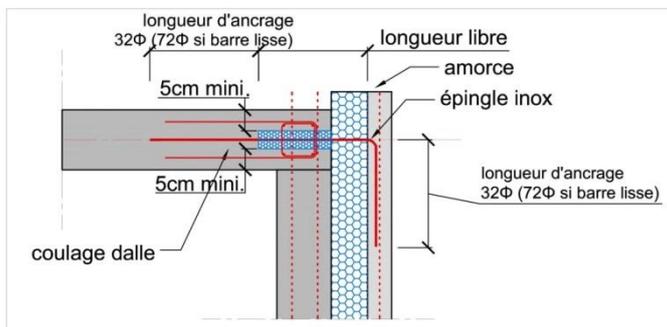
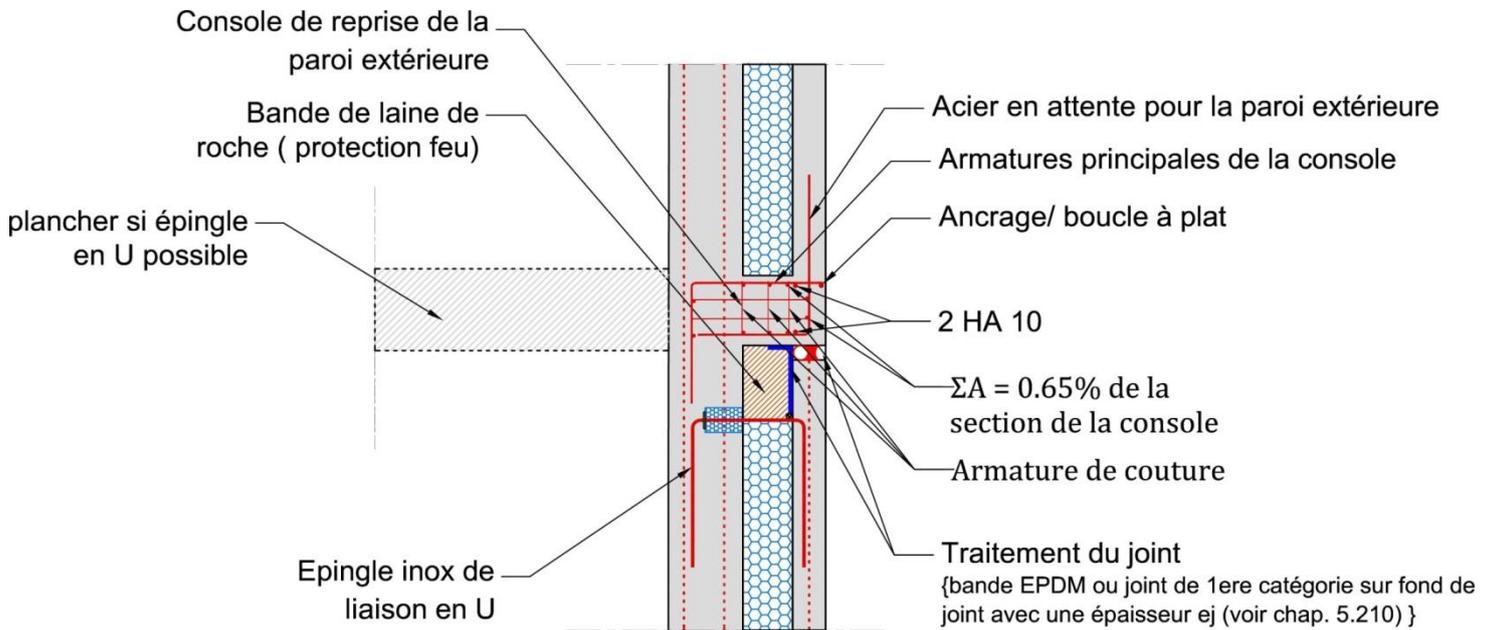


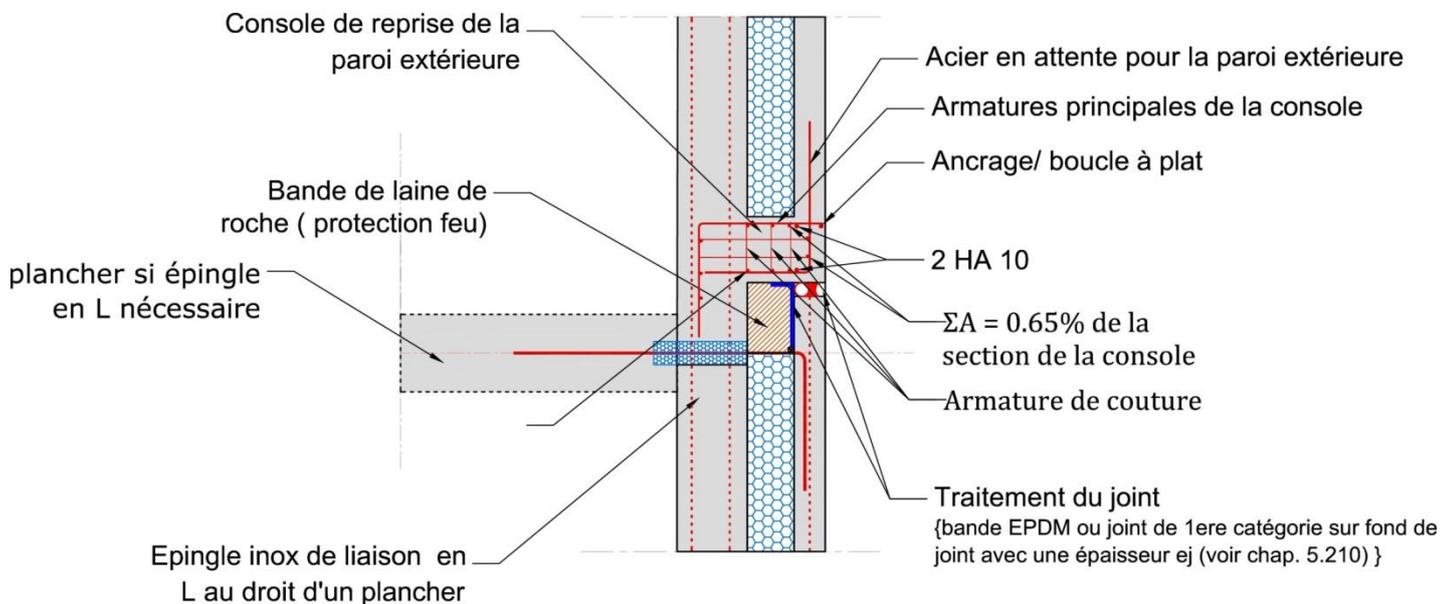
Schéma en " L "



## Détails des jonctions plancher/ façade



*Illustration avec épingle en U*

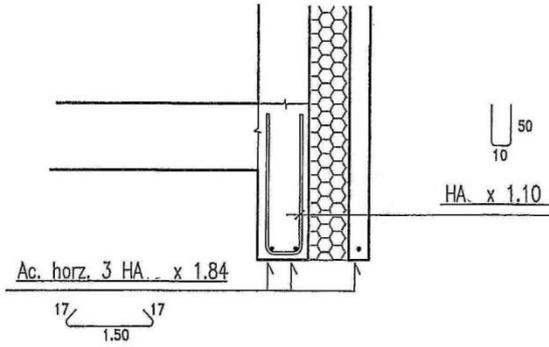


*Illustration avec épingle en L*

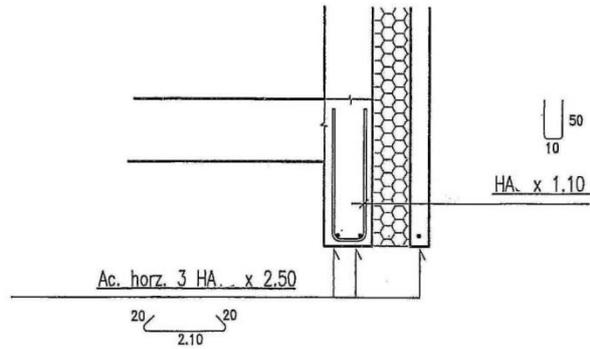
## LINTEAUX :

Quelques illustrations :

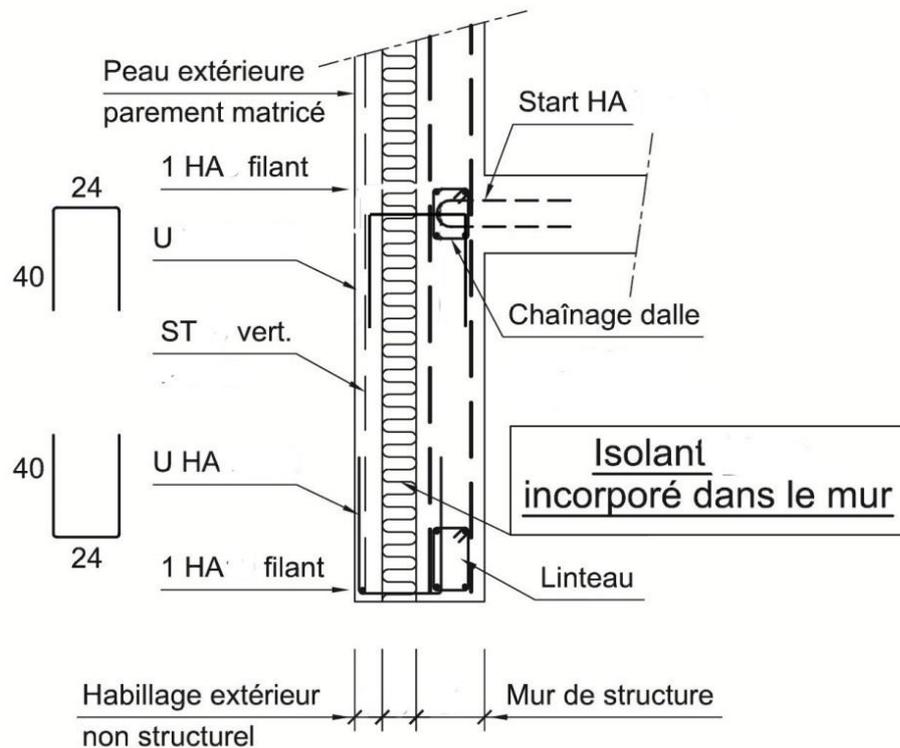
L1 (Portée= 1.10ml) (12pièces.)



L2 (Portée= 1.40ml) 4 pièces.)



## Coupe B-B



## MENUISERIES EXTERIEURES

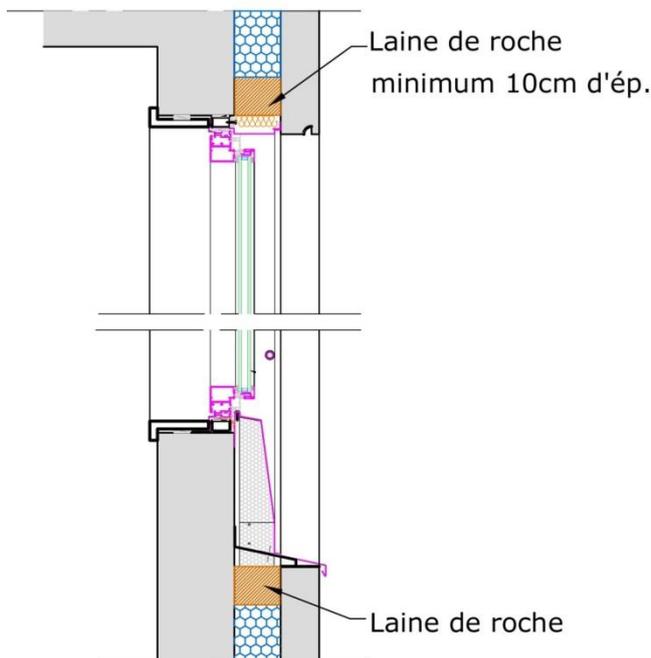
La mise en œuvre des menuiseries extérieures est soit :

- Par l'intégration d'un mannequin lors de la préparation du mur, afin de laisser une réservation pour ensuite poser une menuiserie extérieure équipée d'un pré-cadre.
- Par l'intégration avant le bétonnage, d'un pré-cadre métallique adapté, qui sera un élément définitif.

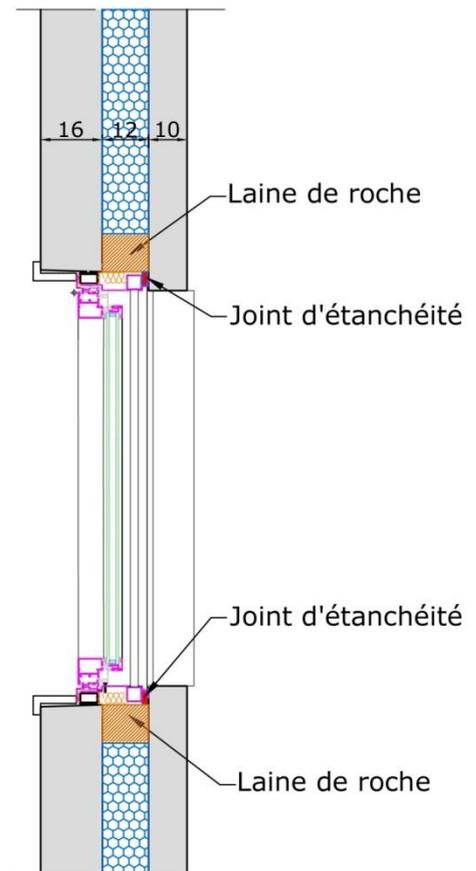
Les contours des ouvertures sont protégés par une bande de laine minérale de 100mm minimum (de type ROCKFEU COFFRAGE de chez Rockwool par exemple), pour protéger le panneau isolant du mur GBE et éviter une transmission du feu par l'isolant.

### Les fenêtres : Exemples :

#### Solution n°1 : (Illustrations)



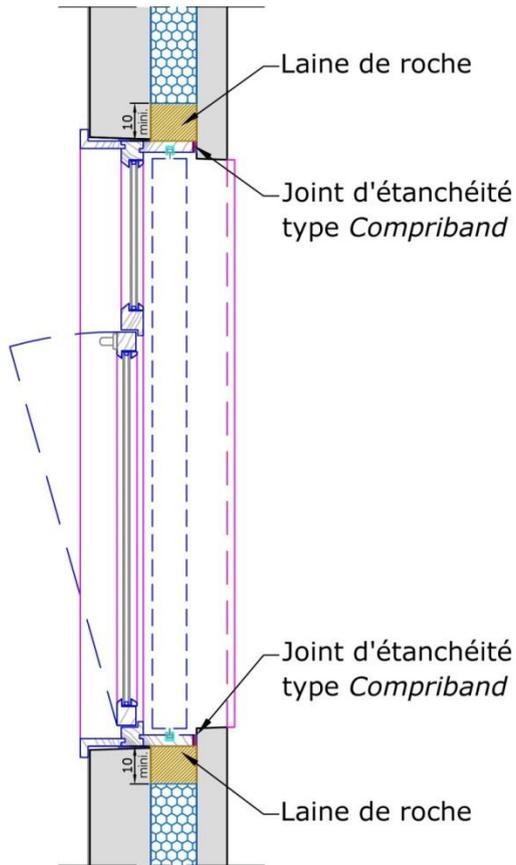
Coupe verticale



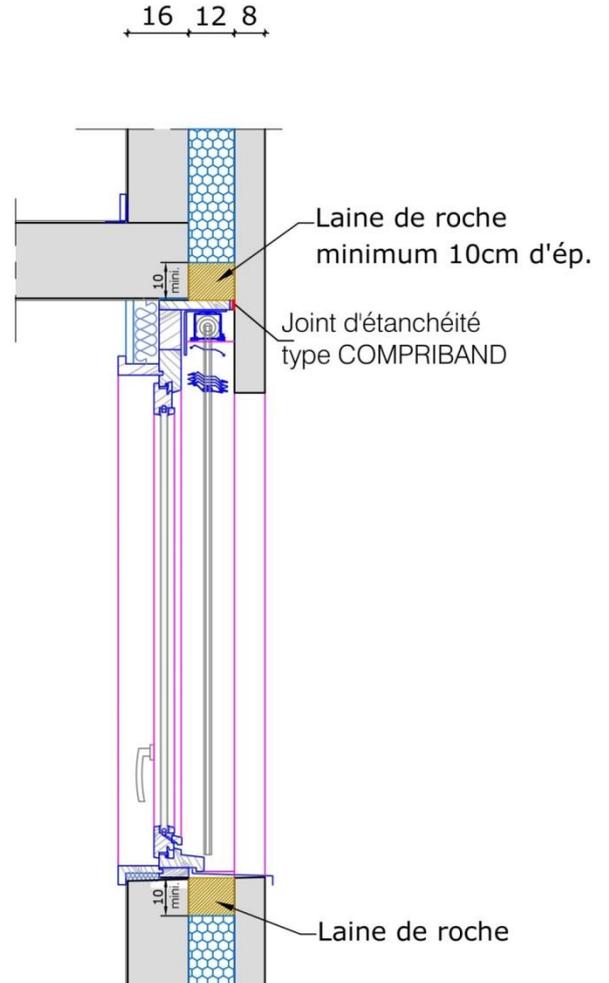
Coupe horizontale

## Solution n°2 : (Illustrations)

Coupe horizontale

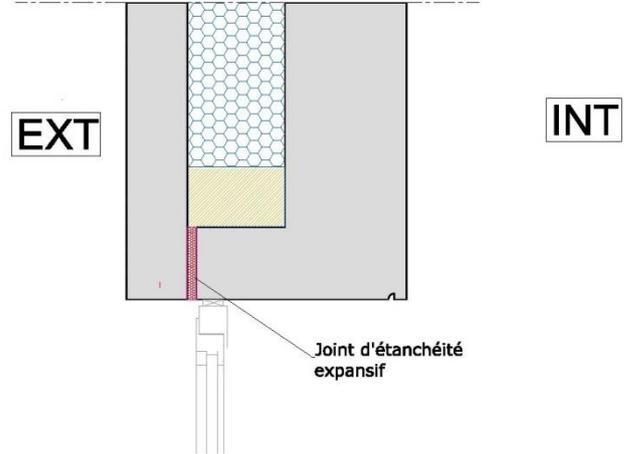
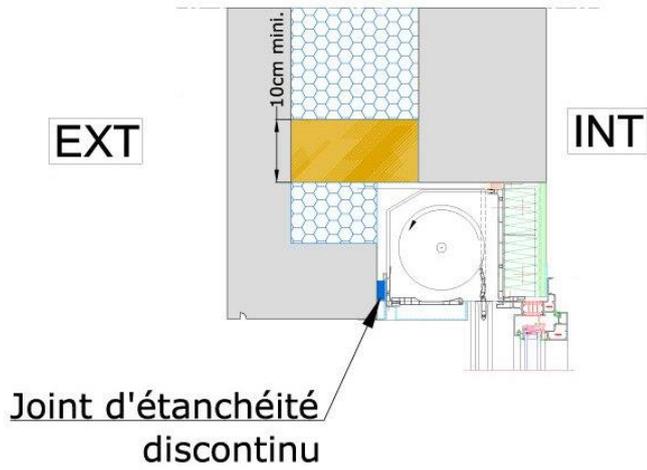


Coupe verticale

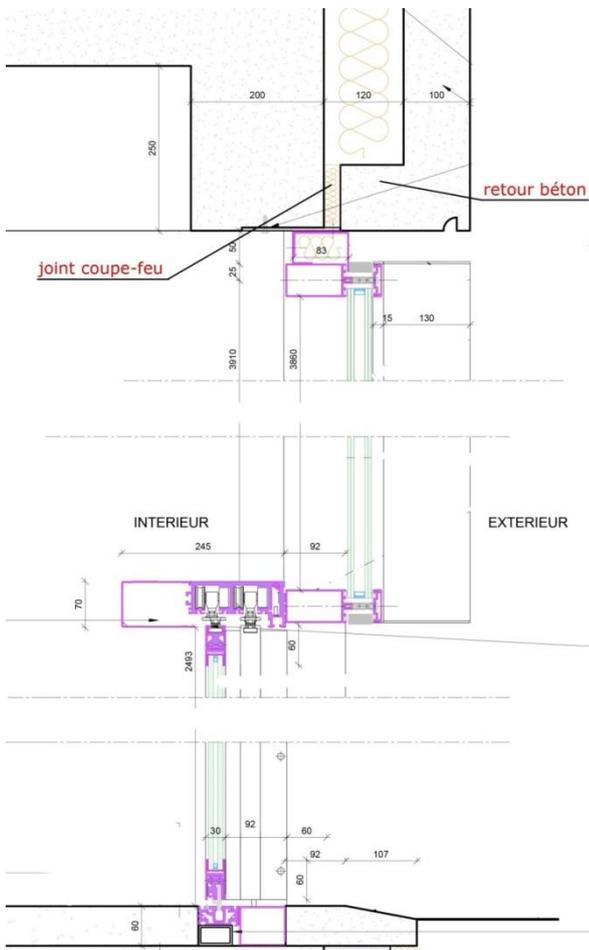


## Solution n°3 : joint coupe-feu avec retour béton (Illustrations)

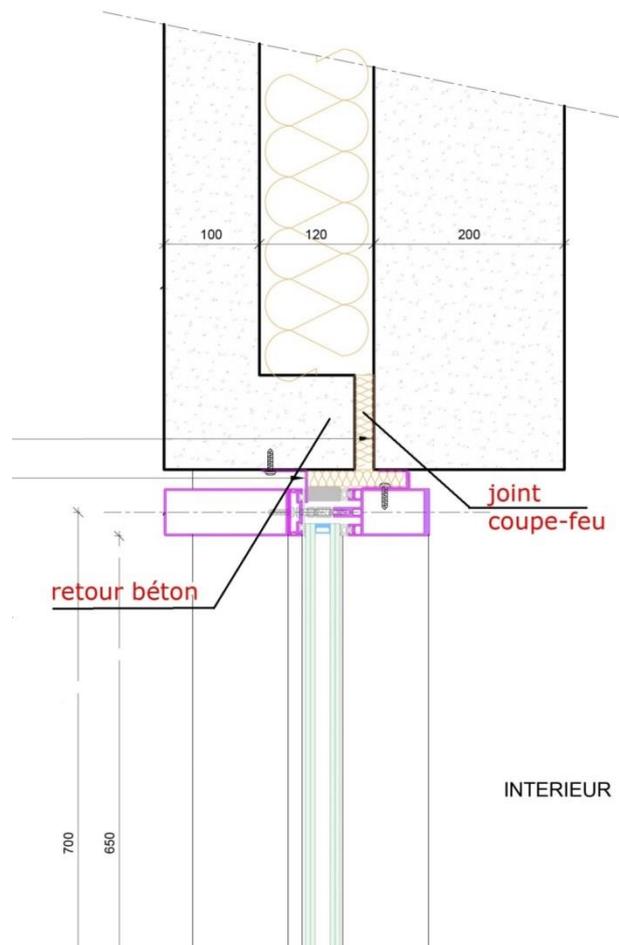
Coupe verticale



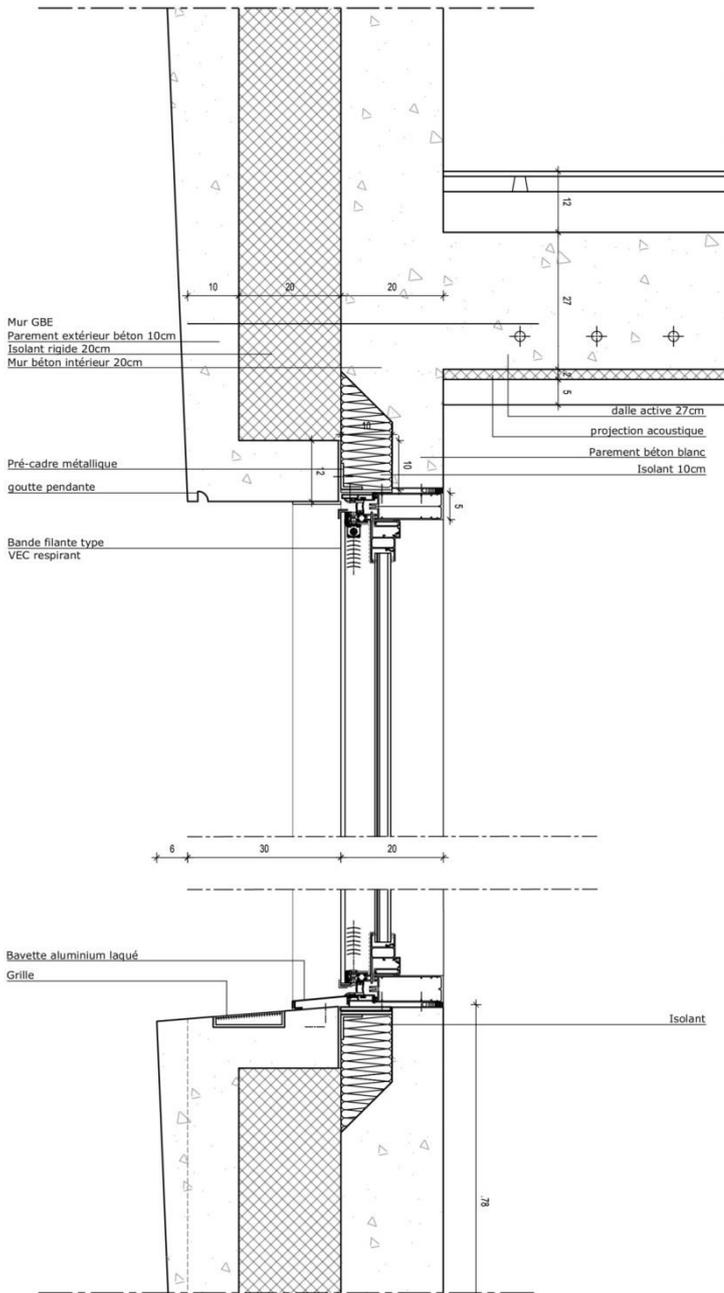
Coupe verticale



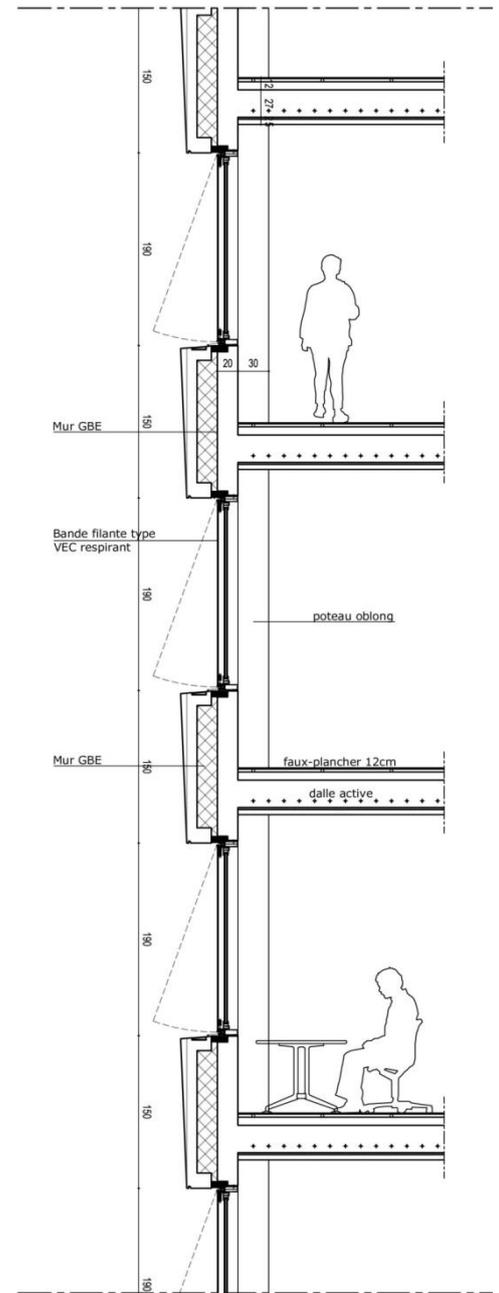
Coupe horizontale



## Solution n°4: Détails bandes filantes (Illustrations)



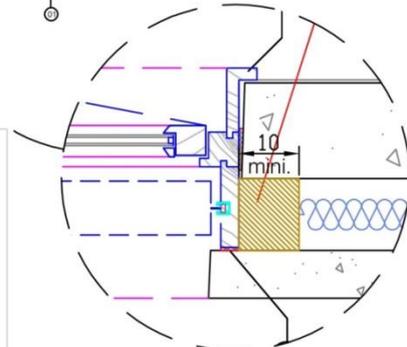
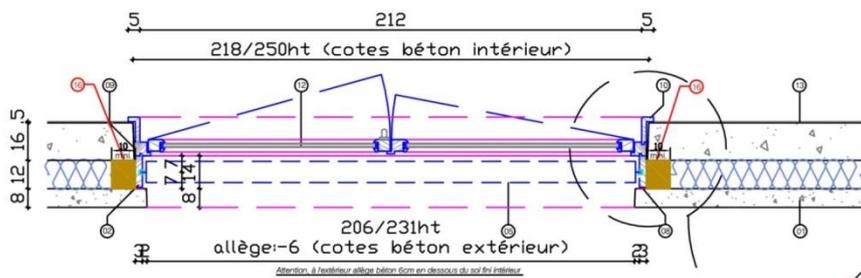
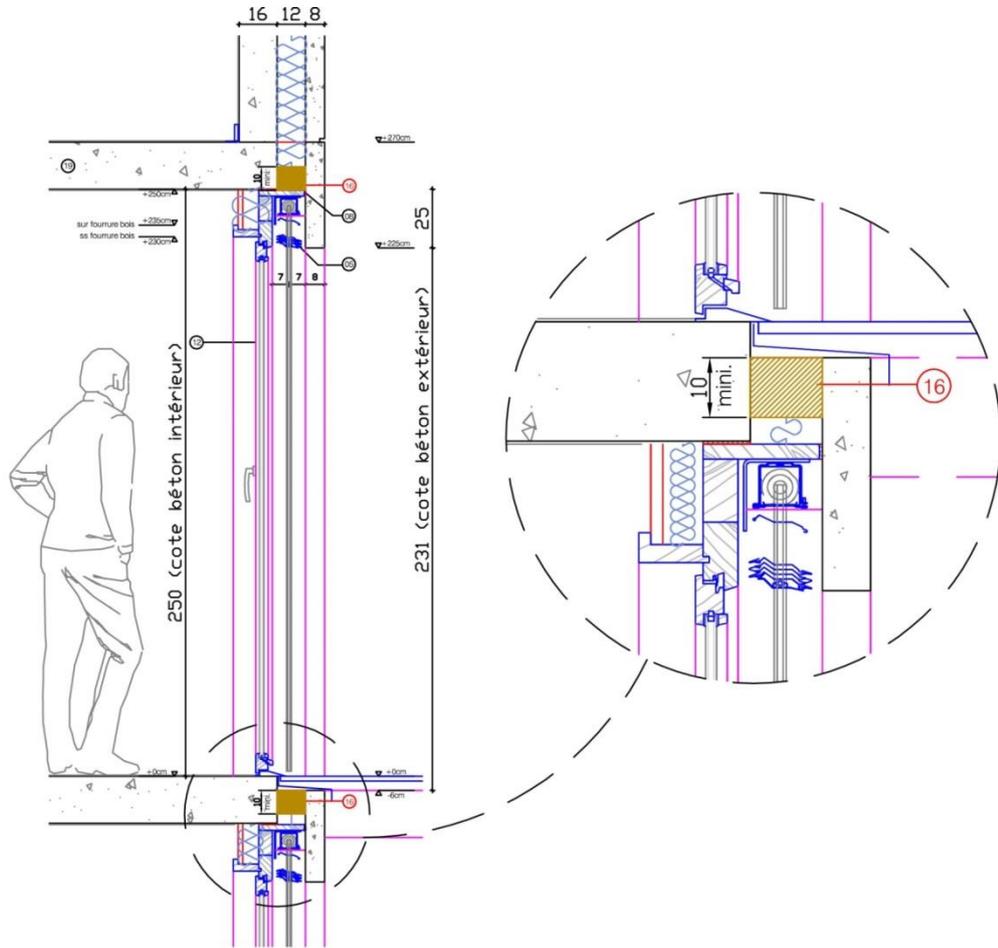
① Coupe transversale détail  
Echelle: 1/10



② Coupe transversale détail  
Echelle: 1/50

## Les portes fenêtres :

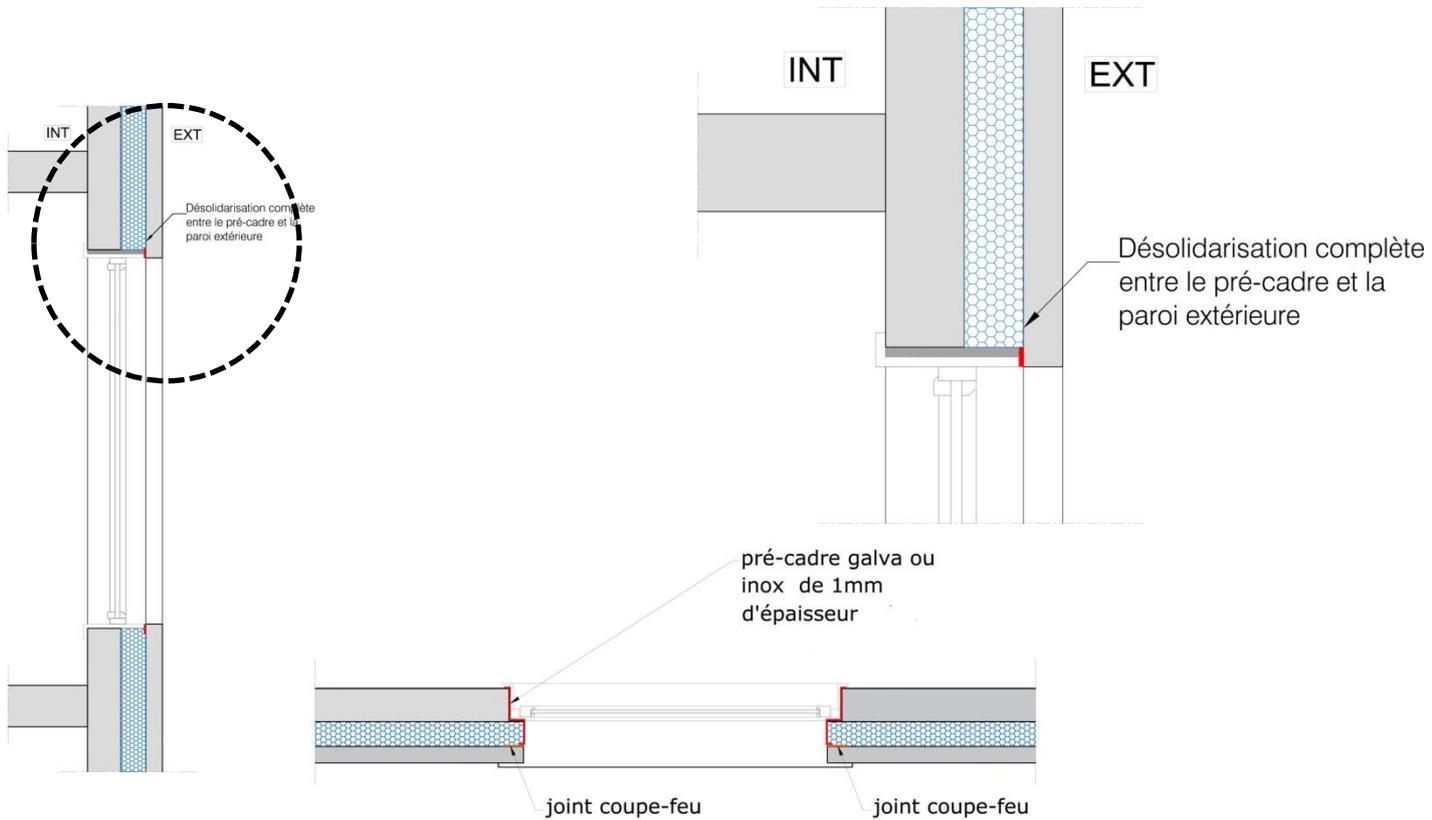
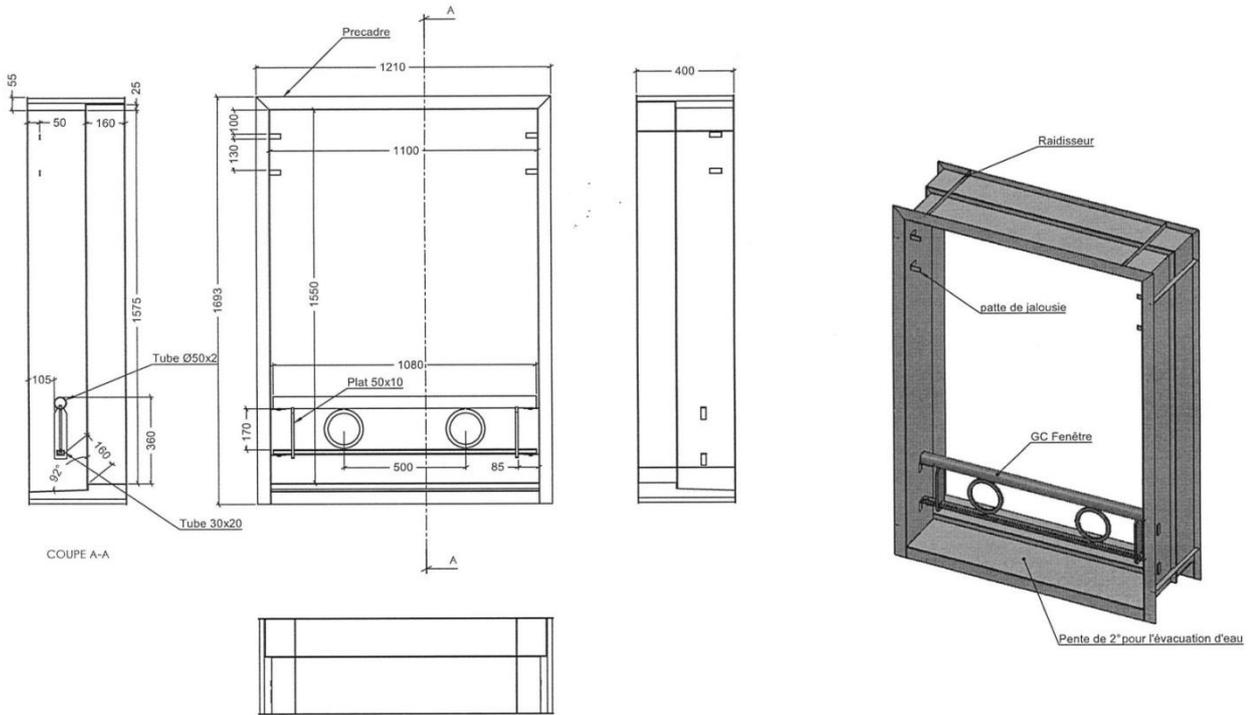
(Illustrations)



LEGENDE		
<p>① Mur de façade largeur totale 30cm -Parte intérieure porteuse en béton 16cm -isolant 12cm -Rendement extérieur béton blanc brut 8cm avec matrice (sauf sousbassement lisse)</p> <p>② Fourniture extérieure en mélèze 30mm avec encastrement de la coulisse latérale des stores à lames orientables ainsi que des deux lisses garde-corps (pour châssis 117/194ht).</p> <p>③ Bavette en aluminium laqué gris avec remontées latérales sur les tableaux.</p> <p>④ Lambrequin sous parement béton: 2 lames en mélèze ép:22mm (pour châssis 117/194ht)</p> <p>⑤ Stores à lames orientables laquées gris type GRESSER Lamisol 90 Coulisses latérales 20x20mm laquées gris</p> <p>⑥ 2 lisses garde-corps métal laqué gris 200mm. Scellement dans les fournitures bois latérales</p>	<p>⑦ Pièce d'appui en mélèze. Pose sur reingot bois dur</p> <p>⑧ Joint d'étanchéité type COMPRIGAND</p> <p>⑨ Joint d'étanchéité à l'eau et à l'air type ILLBRUCK Ilmod Trio.</p> <p>⑩ Fourniture intérieure en mélèze avec retour 50mm pour recouvrement.</p> <p>⑪ Châssis vitré avec menuiseries en mélèze. Fixation en tunnel dans la maçonnerie à travers les dormants</p>	<p>⑫ Bande en laine minérale</p> <p>⑬ Remplissage isolant</p> <p>⑭ Imposte du châssis: Mise en oeuvre d'un isolant + BA13. Ratisage plâtre des murs à faire filer sur l'imposte pour jonction propre</p> <p>⑮ Dalle béton</p> <p>⑯ Joint creux 10mmx20ht en façade pour reprise de coffrage</p>

Autres solutions pour les fenêtres :

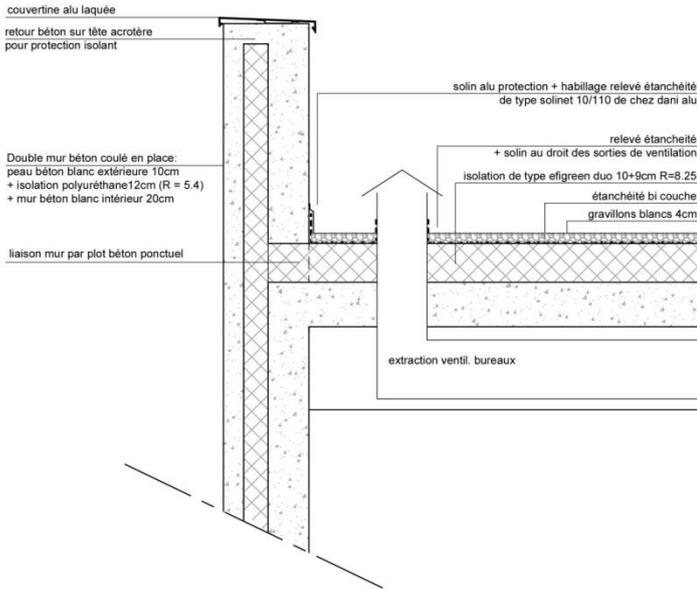
## Les pré-cadres : (Illustrations)



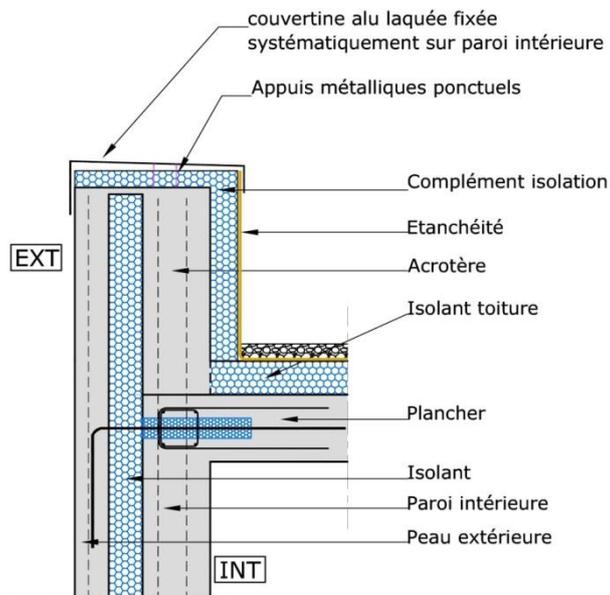
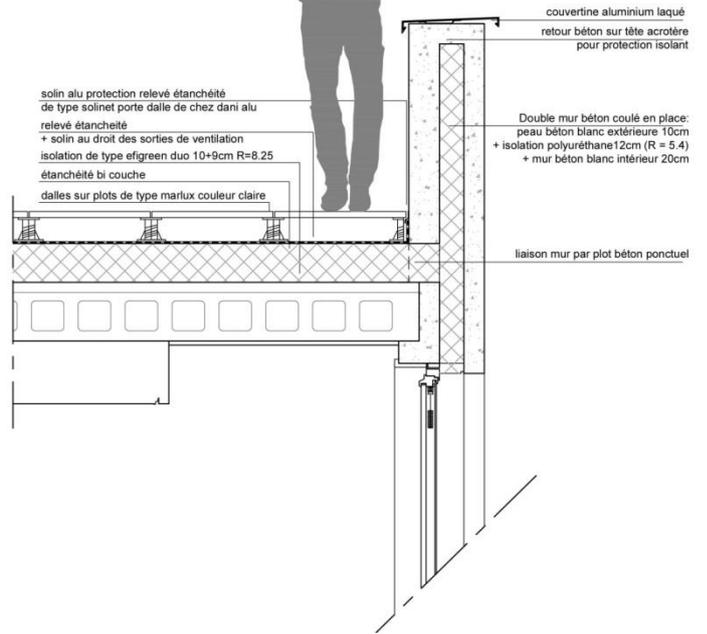
## ACROTÈRES

Illustrations :

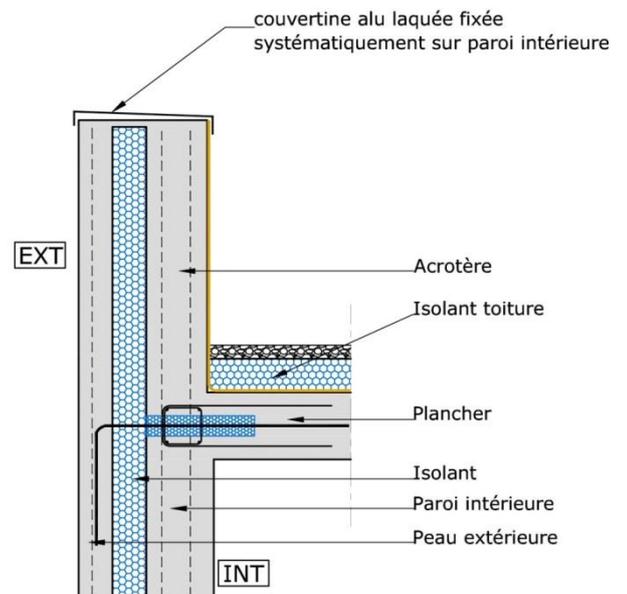
Acrotère avec terrasse inaccessible



Acrotère avec terrasse accessible



Principe d'isolation d'un acrotère avec retour de l'isolant sur toute la hauteur



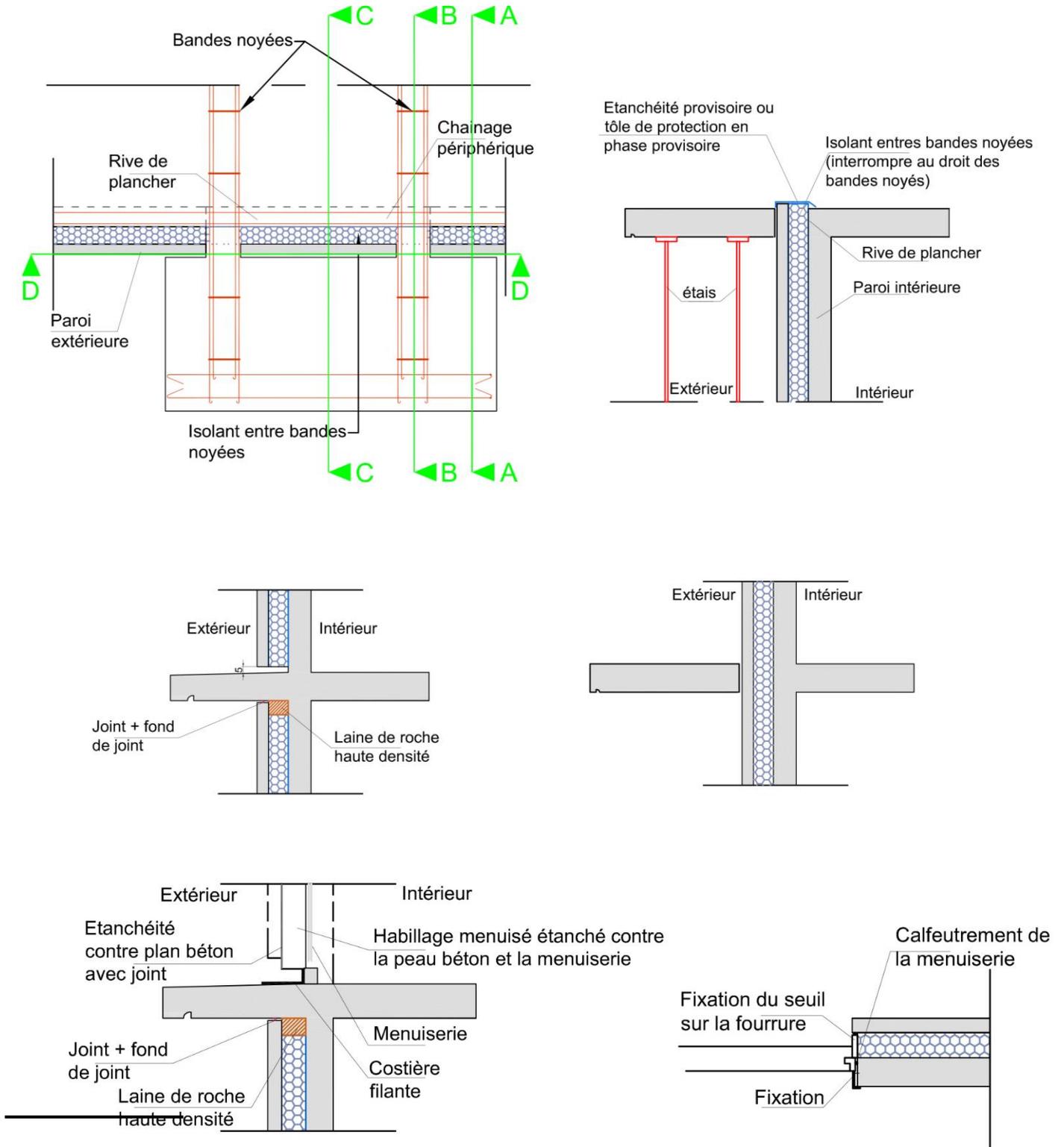
Acrotère sans retour de l'isolant sur la hauteur

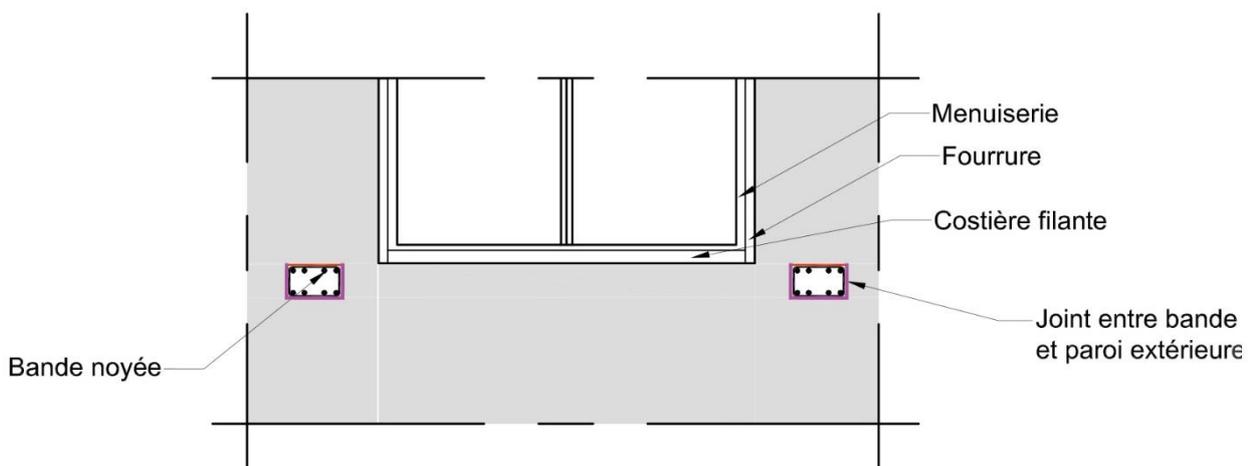
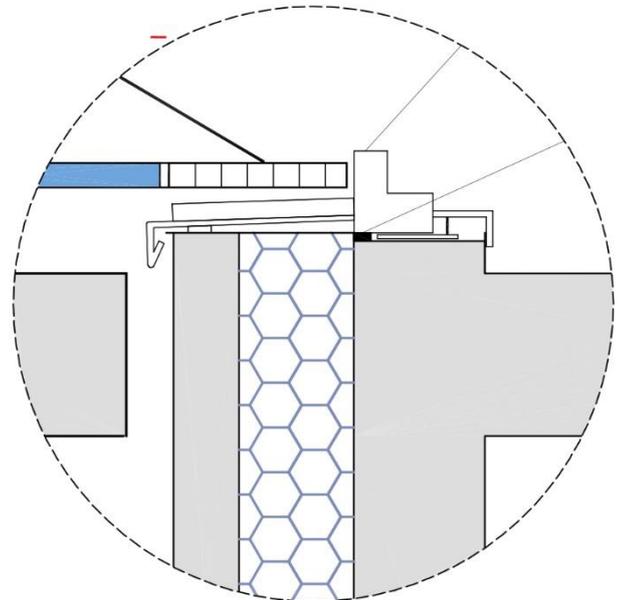
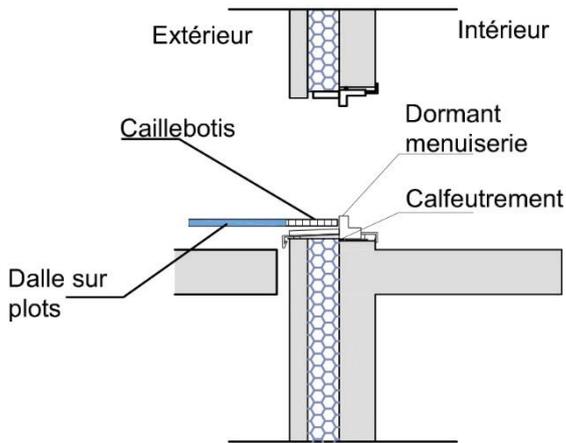
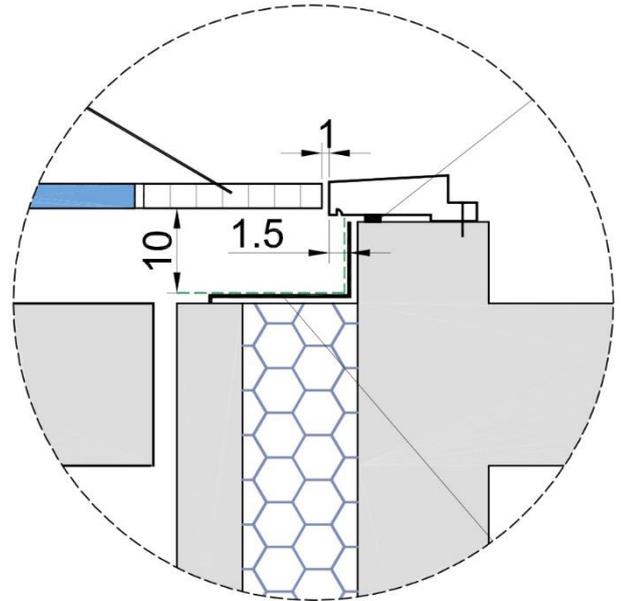
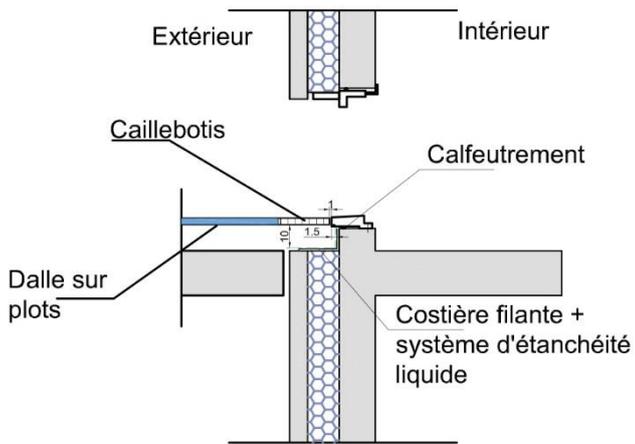
## BALCONS

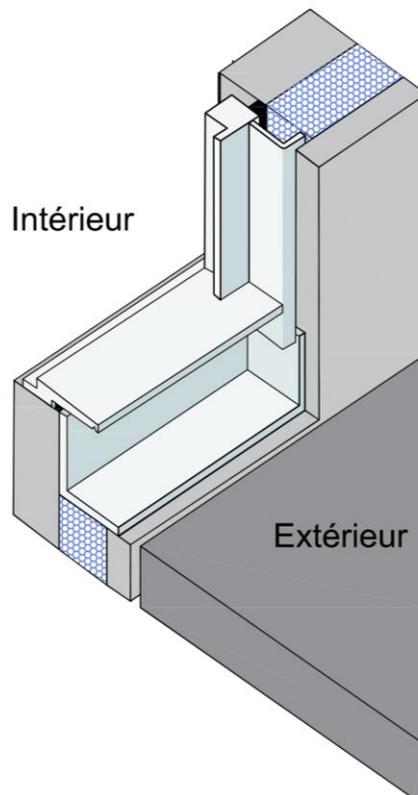
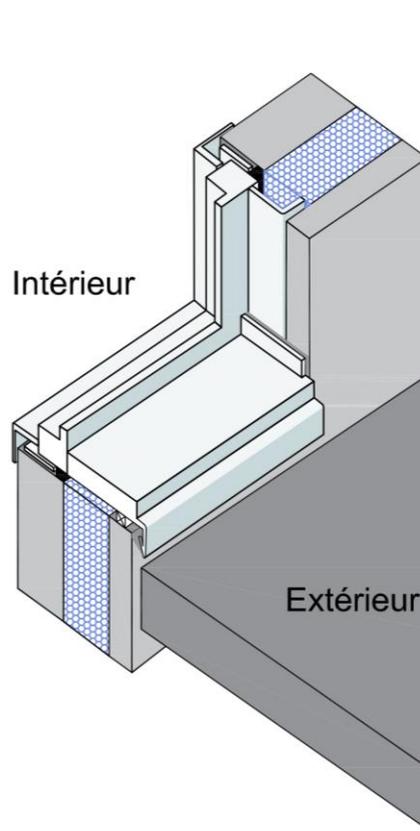
Pour les balcons, plusieurs solutions sont possibles.

### Solution n°1 : (Illustrations)

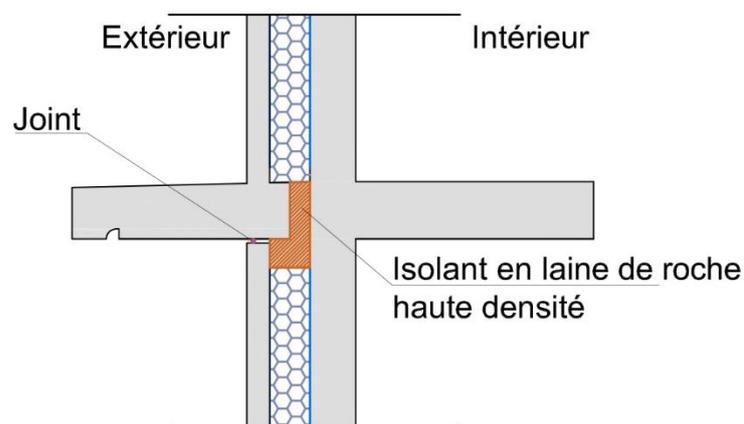
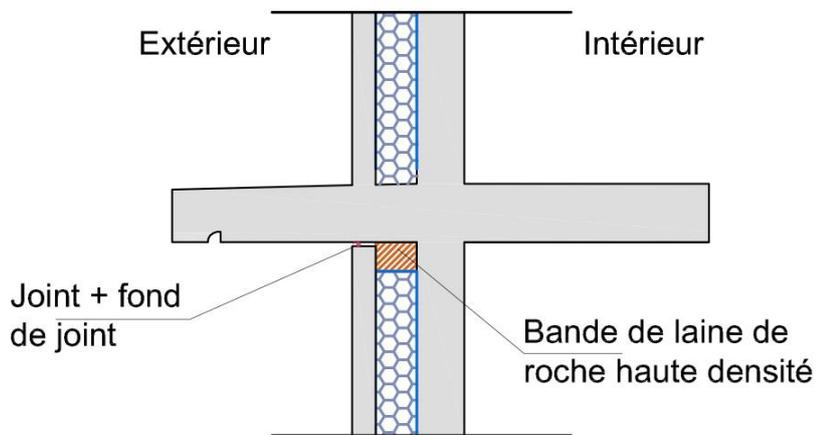
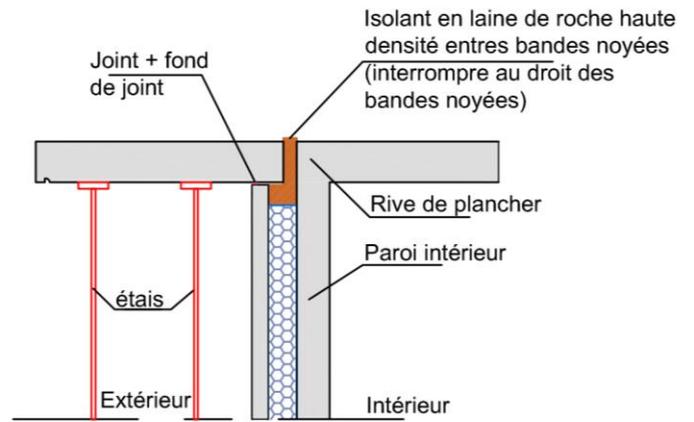
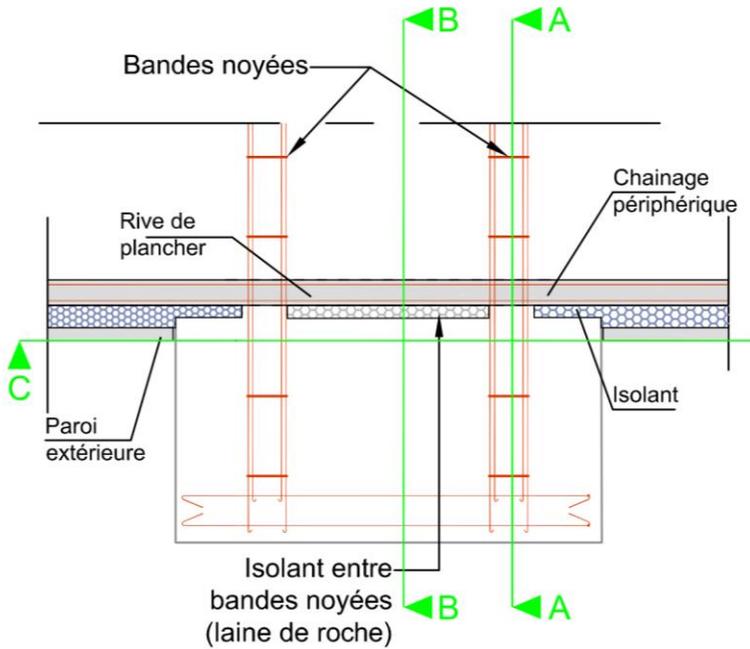
Balcon classique interrompant l'isolant.

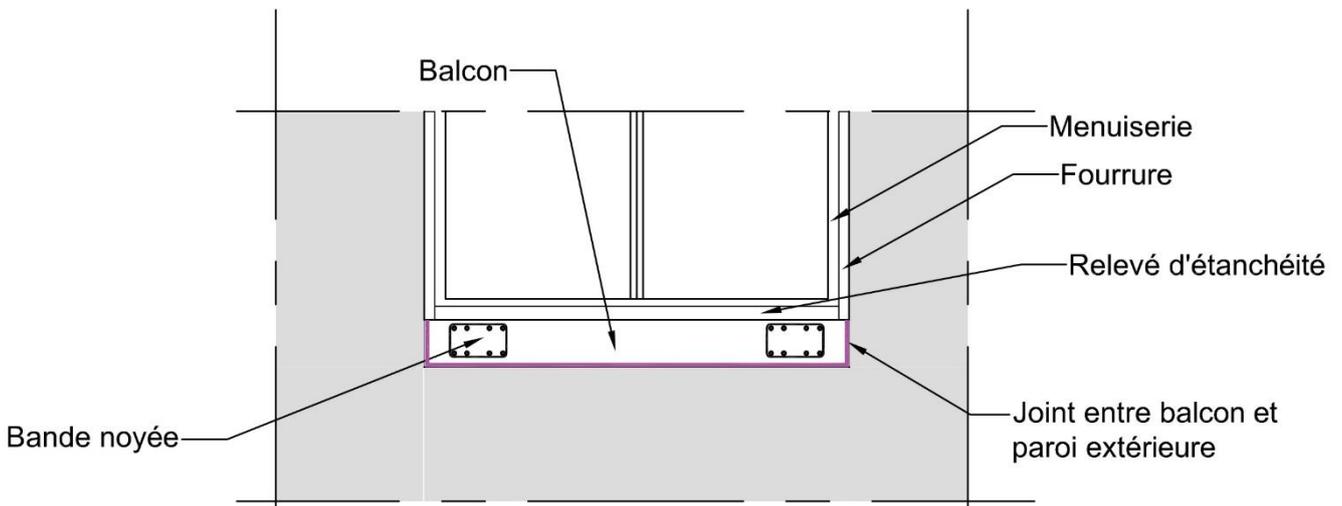
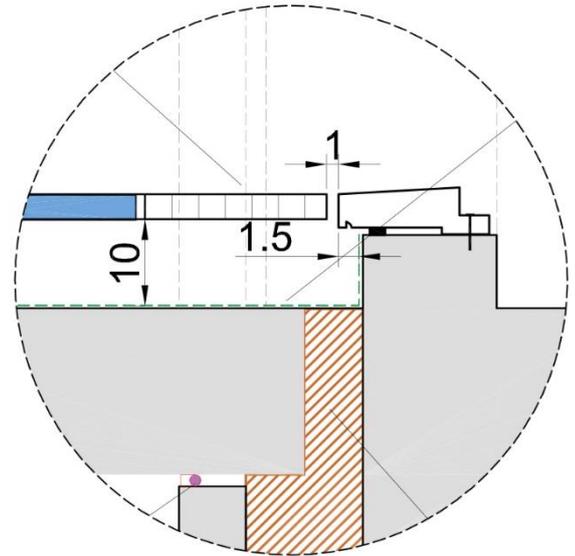
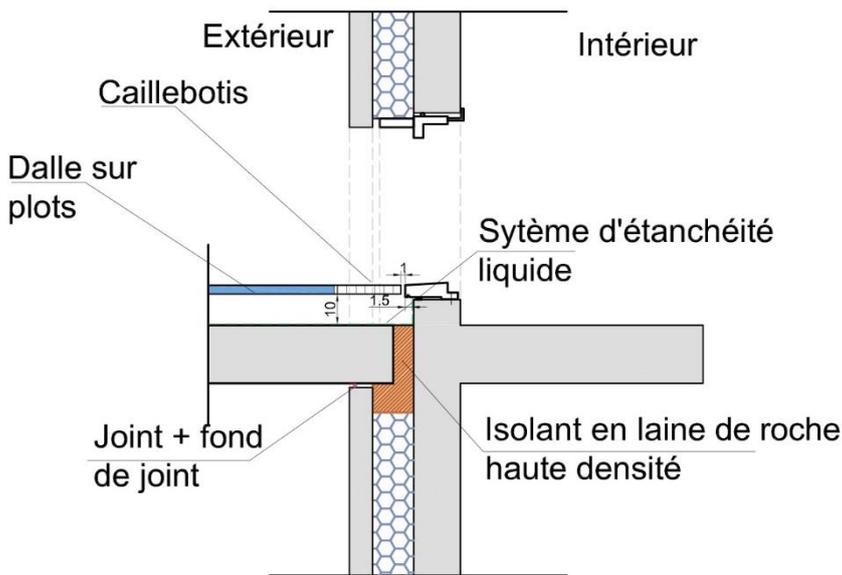
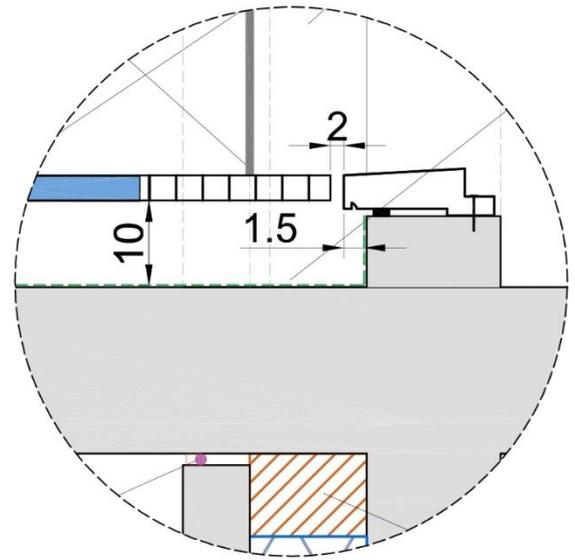
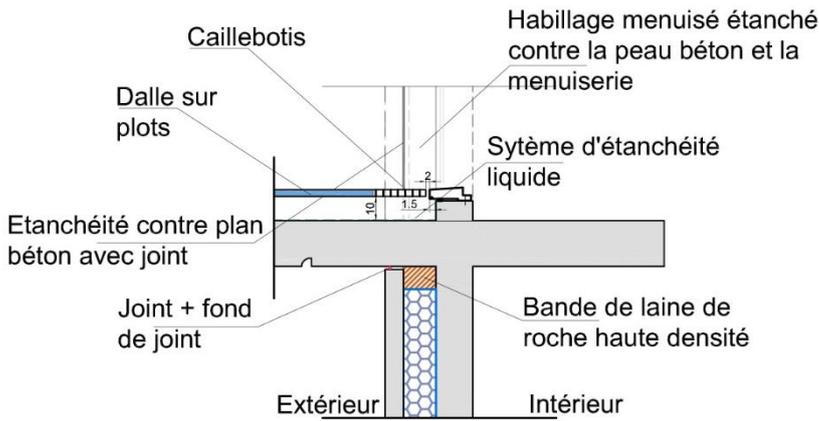




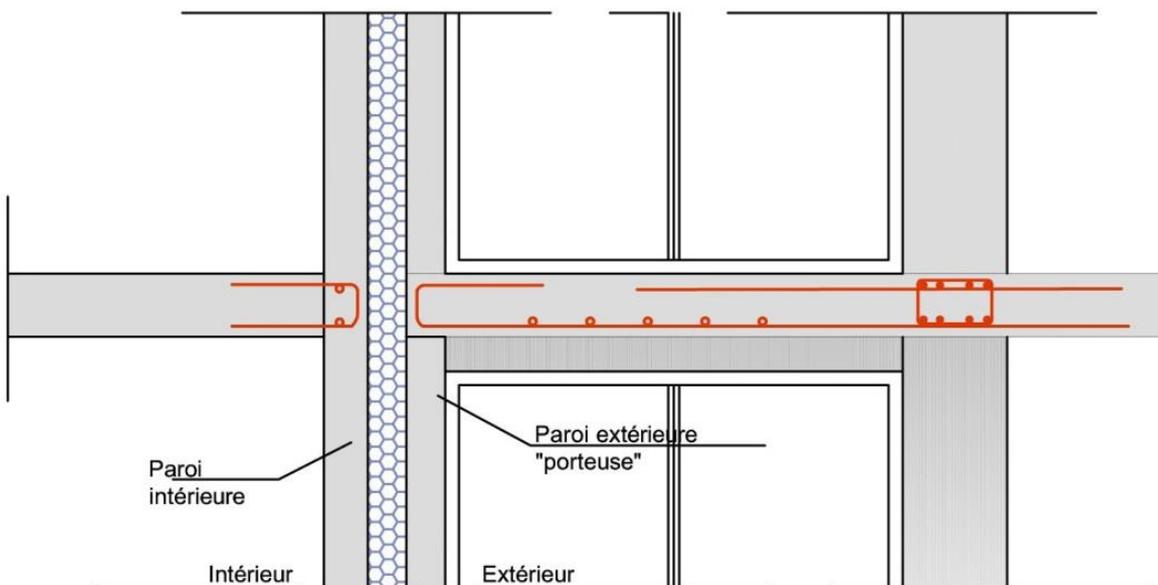
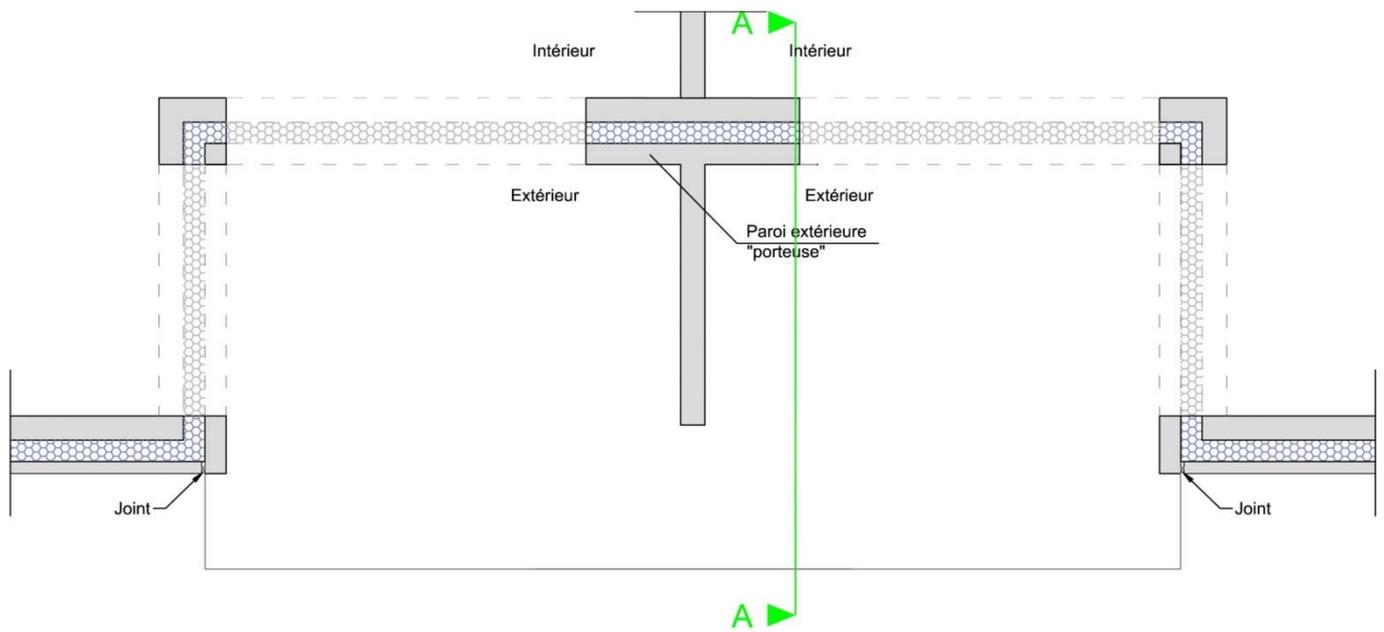


## Solution n°2 : (Illustrations)

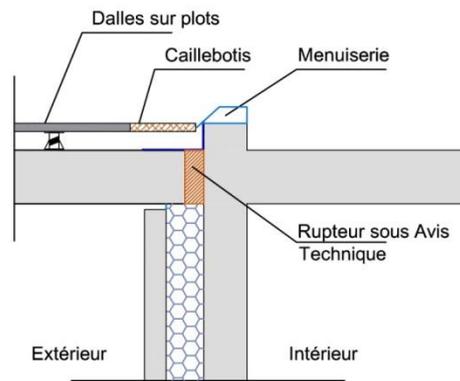
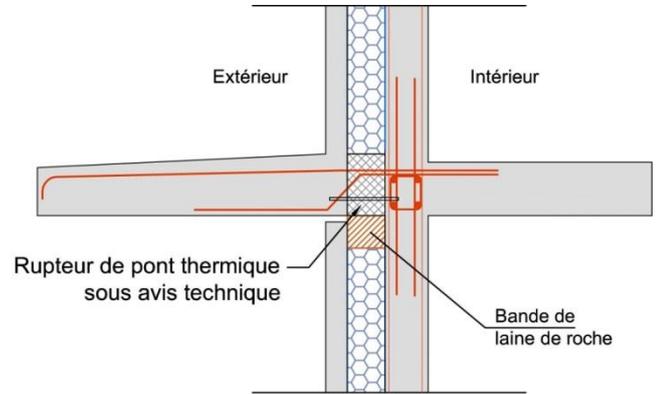
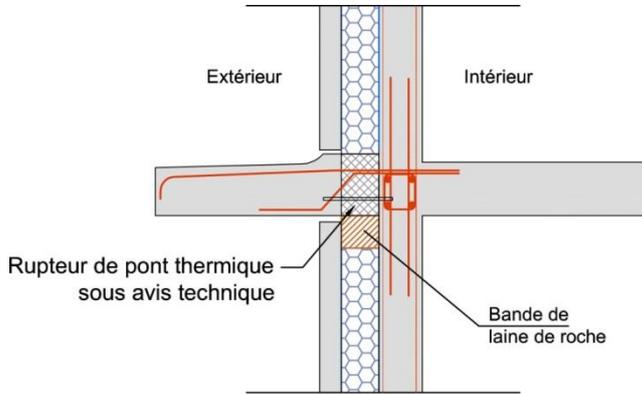




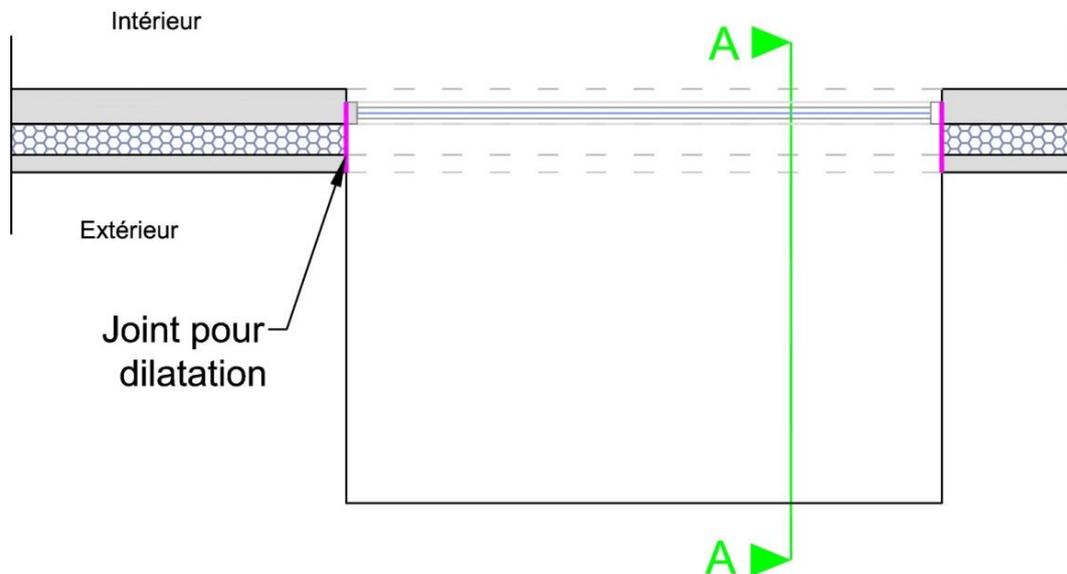
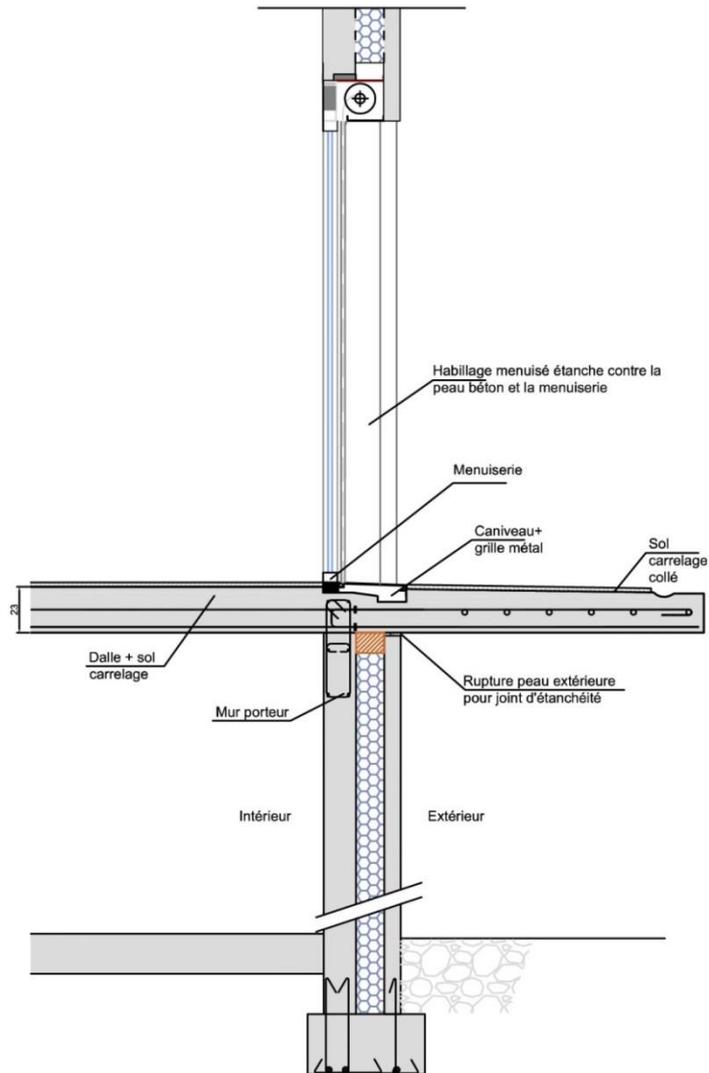
## Solution n°3, pour loggias ou balcons appuyés à leur extrémité : (Illustrations)



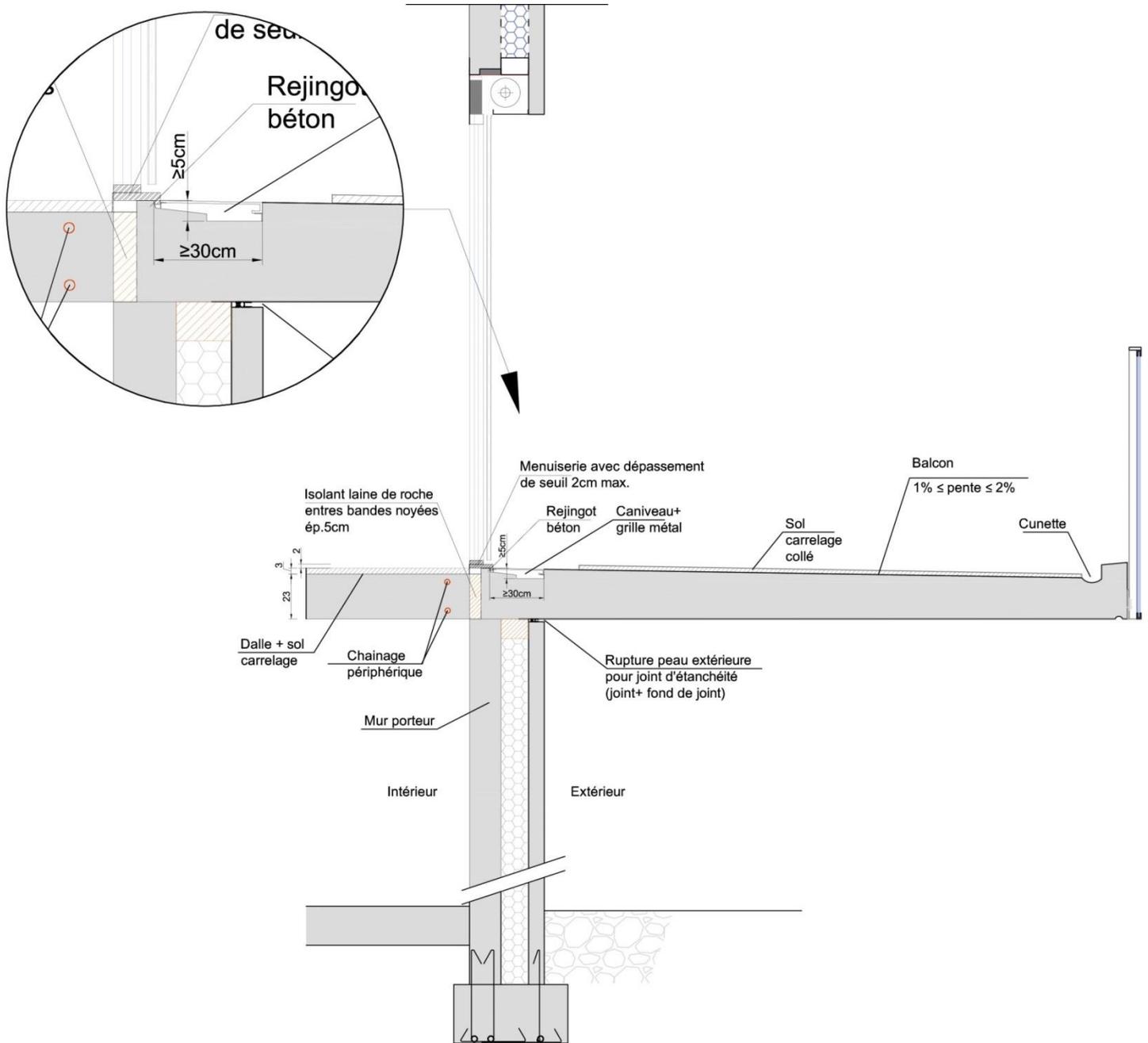
## Solution n°4 : (Illustrations)

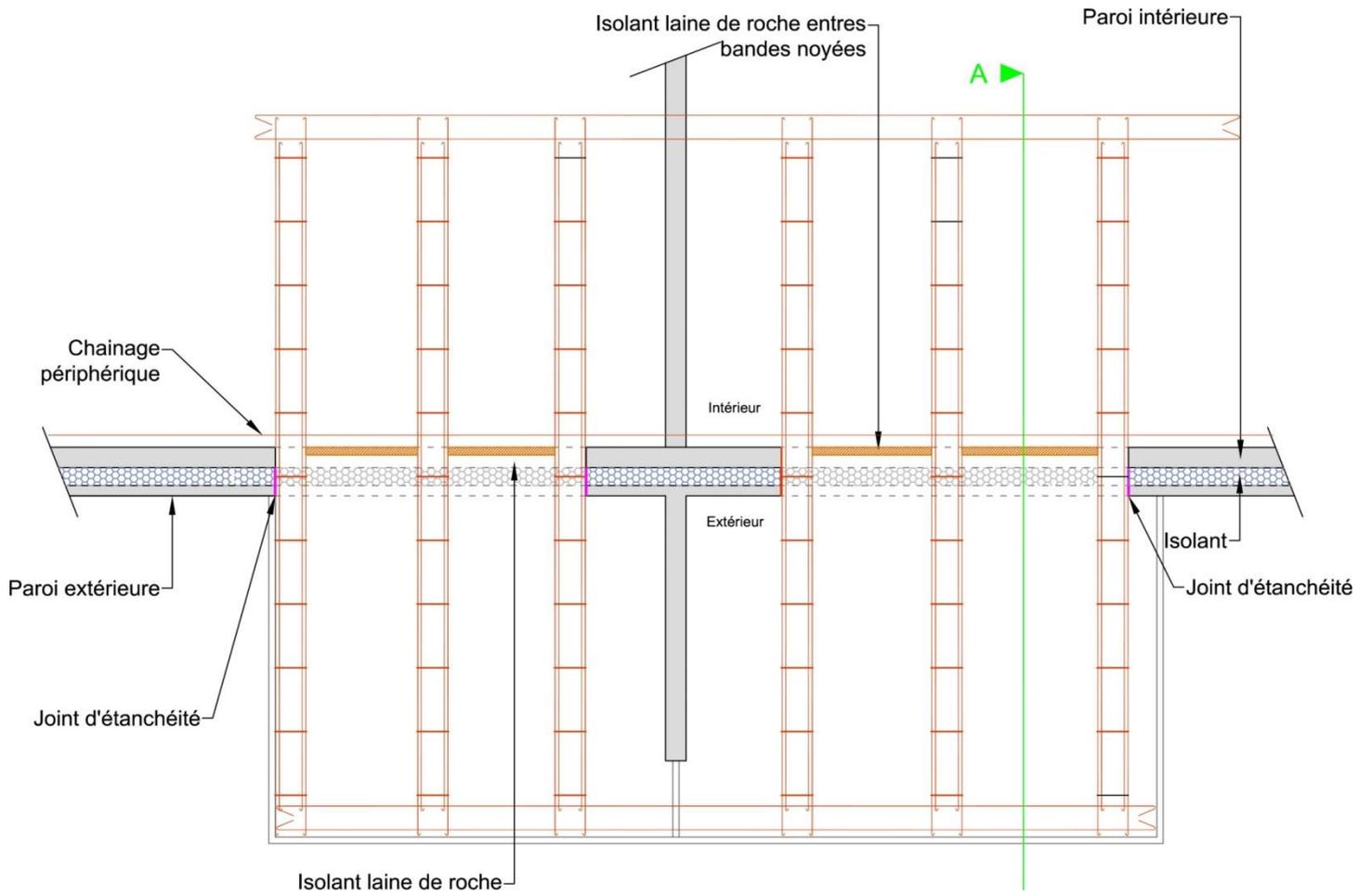


## Solution n°5 : (Illustrations)



## Solution n°6 : (Illustrations)

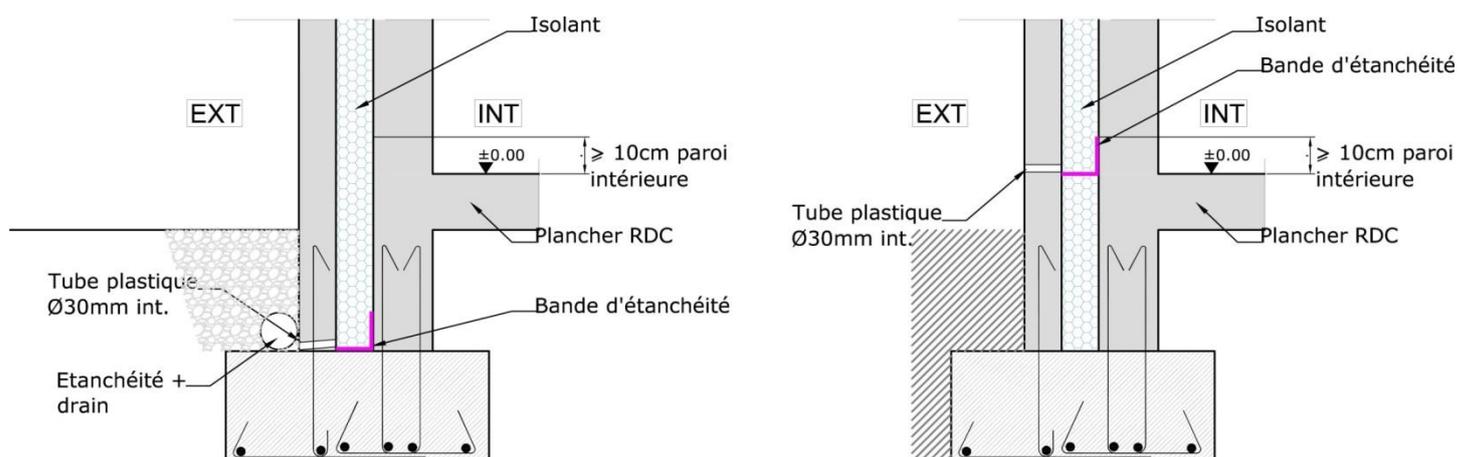




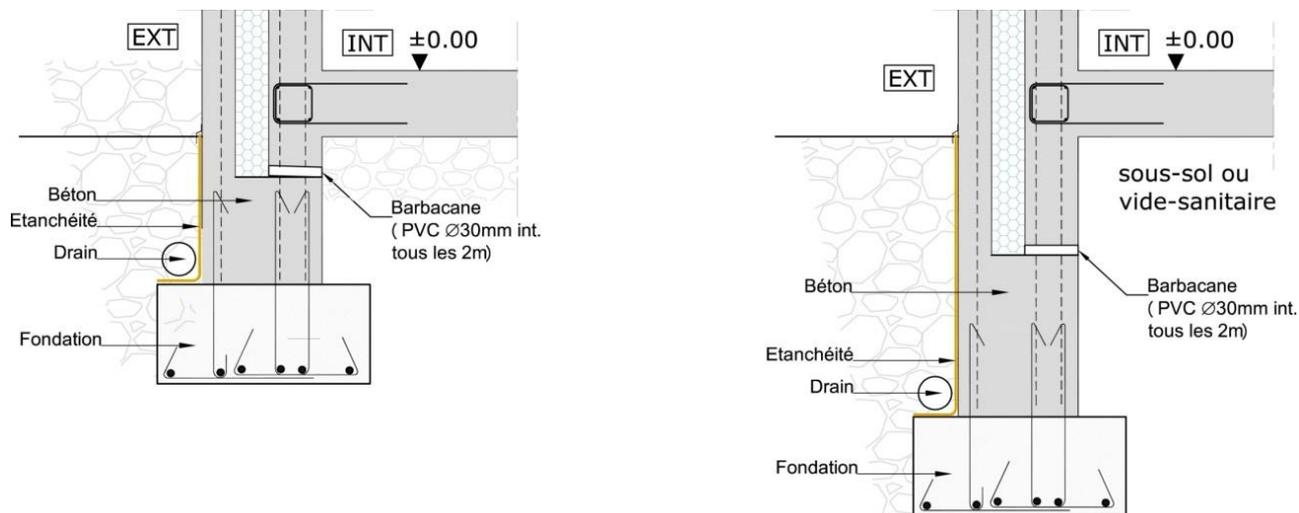
## CONDITIONS DE TRAITEMENT DE L'ETANCHEITE

La localisation du plan d'étanchéité dans l'épaisseur du mur est au niveau du voile intérieur structural (absence de revêtement pour assurer l'étanchéité de la paroi extérieure).

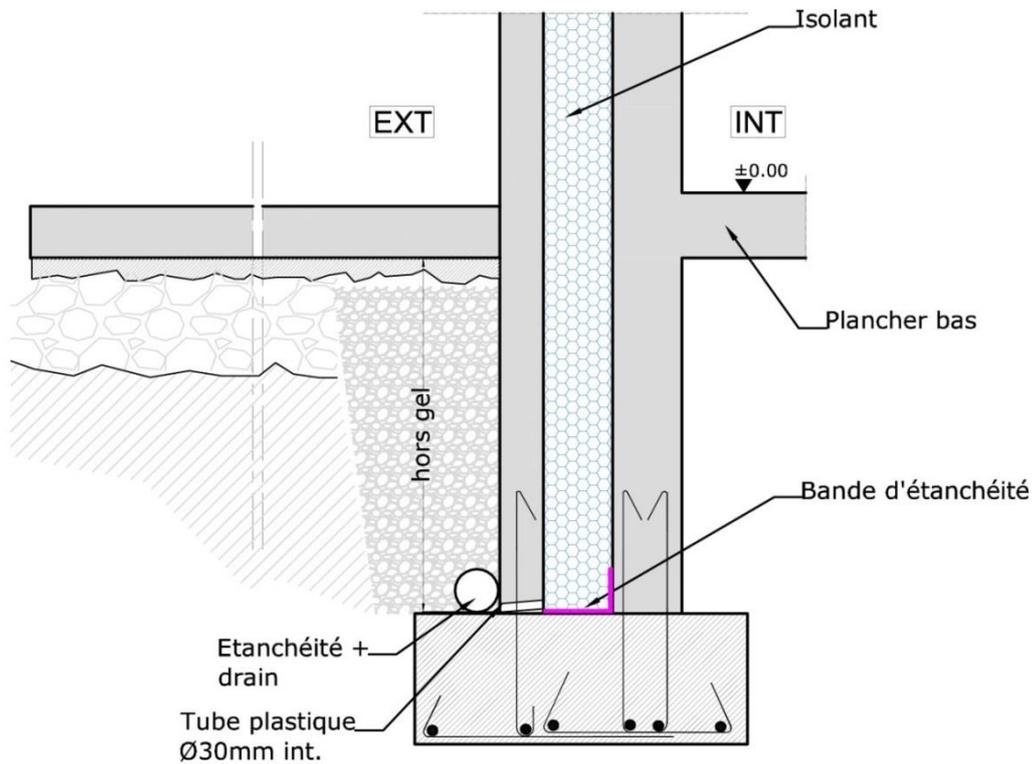
Des dispositions constructives permettent d'assurer l'évacuation vers l'extérieur des éventuelles eaux d'infiltration et de condensation en partie basse du mur. A la base de la superstructure, il est prévu la mise en œuvre d'une bande d'étanchéité (bande bitumineuse conformes aux normes NF EN 14967 et NF EN 12310-1 ou bien PVC) remontée sur la paroi intérieure côté isolant d'une hauteur minimale de 10 cm, avec un recouvrement minimal de 20 cm, et la réalisation de barbacanes. Un tuyau en plastique rigide de diamètre intérieur minimal de 30 mm est mis en place tous les 2 m au maximum.



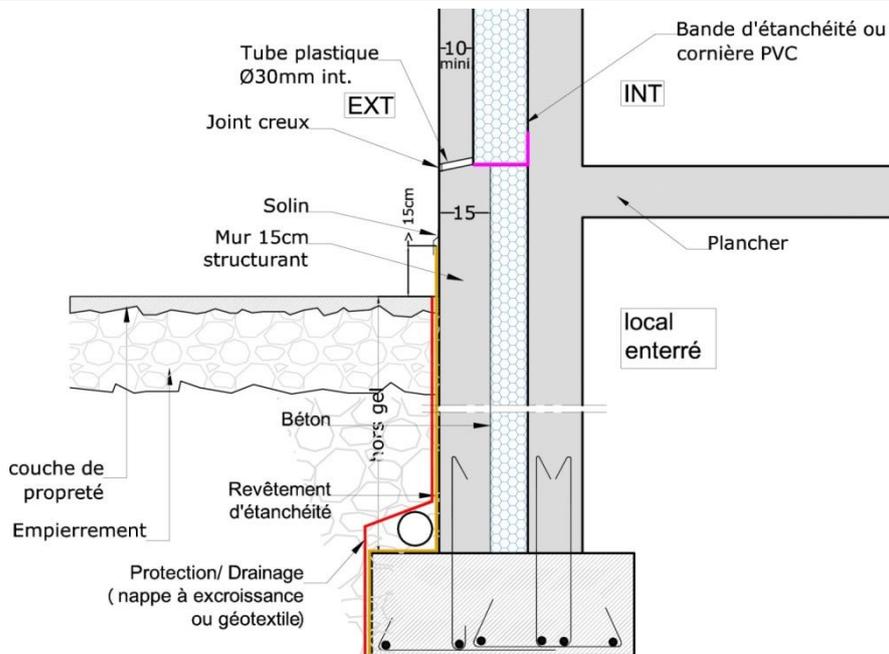
*Illustrations de détail en pied du mur GBE*



# ETANCHEITE



*Illustrations de détail en pied du mur GBE dans le cas de soubassements inférieurs à 1m*



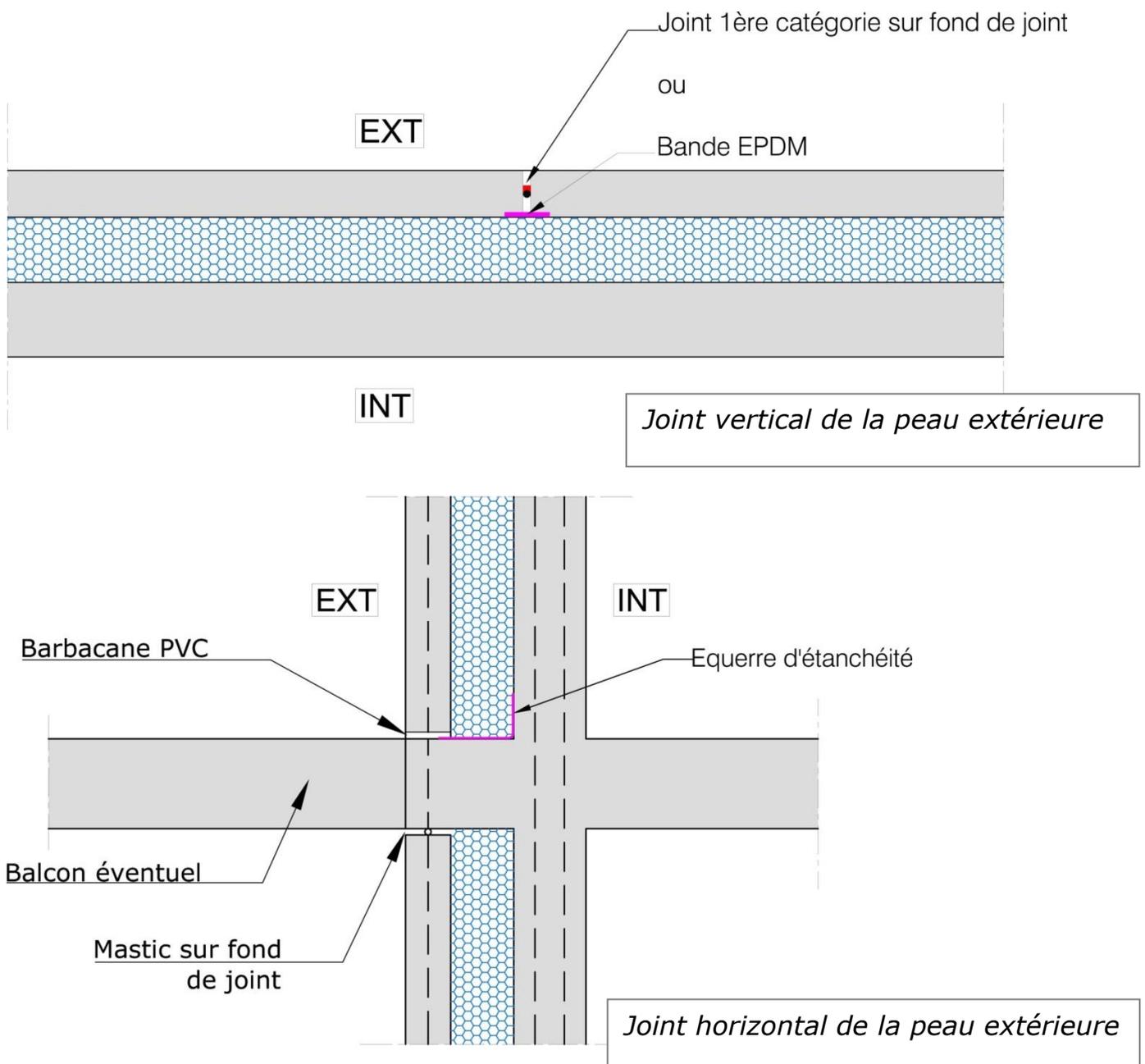
*Illustrations de détail du traitement des murs enterrés*

En cas de découpage éventuel de la paroi extérieure, des joints sont prévus afin d'éviter les éventuelles infiltrations. Ces joints sont composés d'un mastic SNJF de 1<sup>ère</sup> catégorie, élastique à bas module, sur fond de joint. La largeur des joints (ej) doit respecter la dimension minimum suivante (le facteur 4 tient compte du fait que le joint ne peut se déformer que de l'ordre de ¼ de son épaisseur) :

$$e_j \geq 4.10^{-5} \times \Delta T \times L_{\max}$$

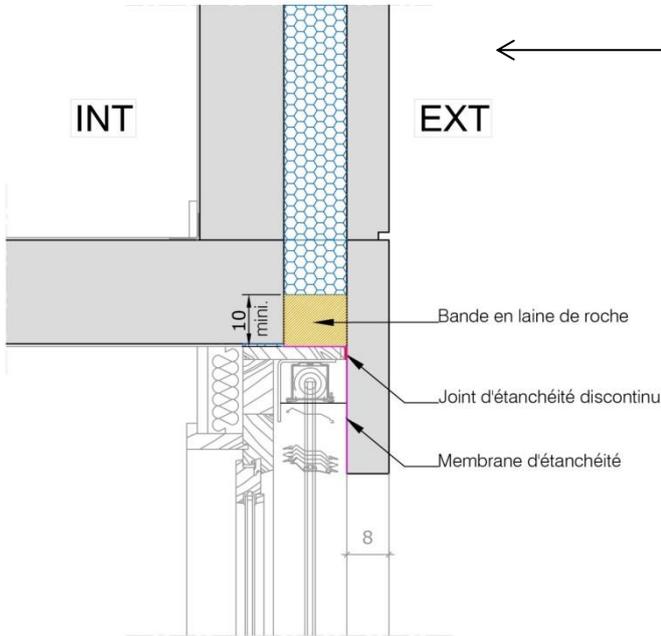
Avec  $\Delta T = \max (50-T_0 ; T_0+30)$  ;  $T_0$  : température d'application

En cas de sollicitation sismique, l'épaisseur des joints éventuels peut être amenée à être augmentée en fonction de l'étude structure.

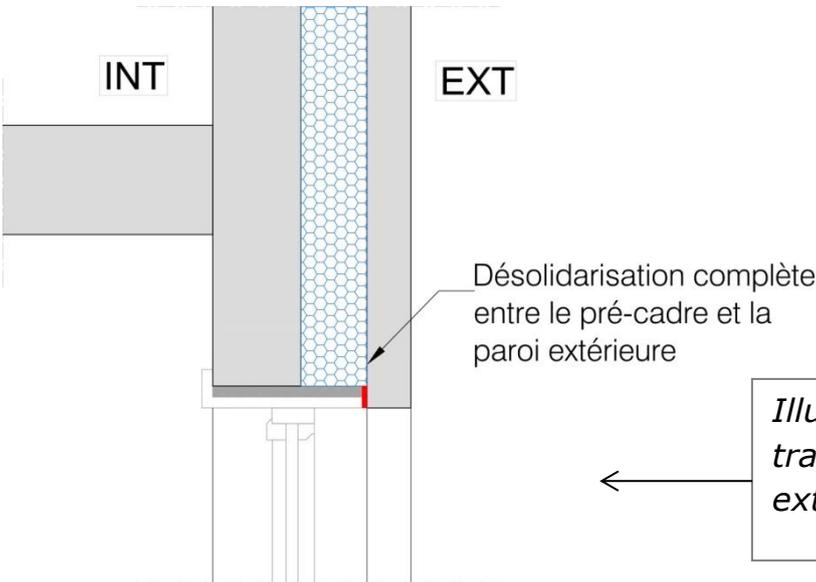
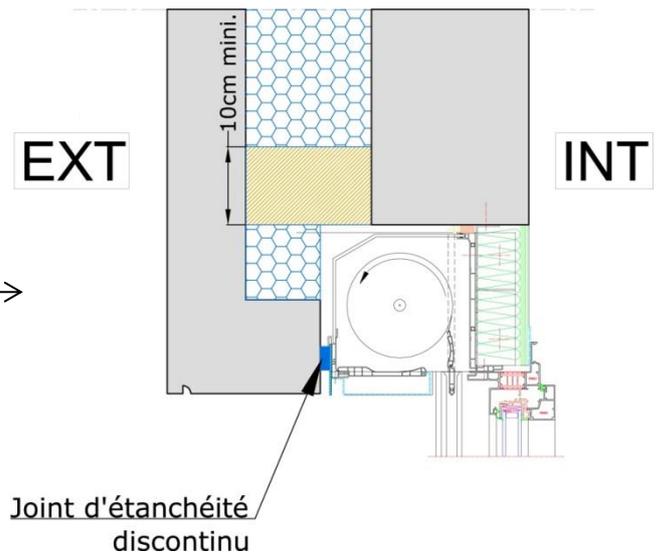


Dans le cas d'intégration de menuiseries extérieures, des dispositifs d'évacuation des éventuelles eaux d'infiltration sont prévus en partie haute.

*Illustration de traitement de la traverse haute des menuiseries extérieures*



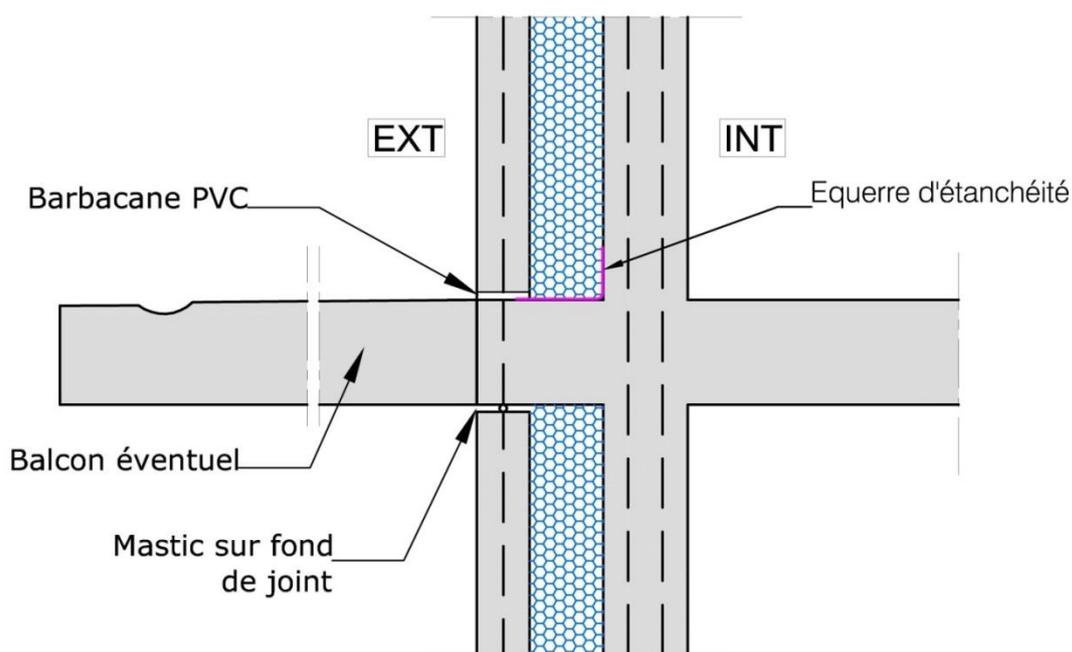
*Illustration de traitement de la traverse haute des menuiseries extérieures – volet roulant*



*Illustration de traitement de la traverse haute des menuiseries extérieures – cas avec pré-cadre*

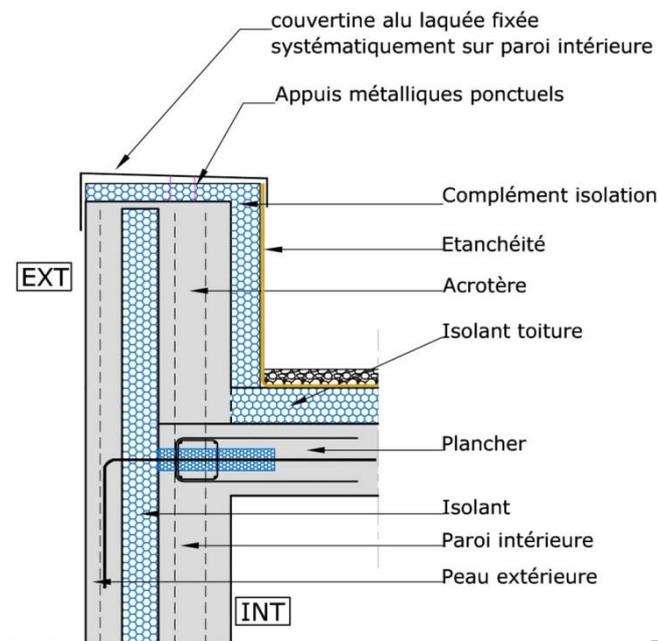
## ETANCHEITE

Les dispositions de mise en œuvre des fenêtres ou des portes extérieures dans les murs GBE doivent être conformes aux dispositions décrites dans le NF DTU 36-5 P1-1 et P1-2. Les menuiseries doivent être fixées sur la paroi intérieure et être conçues pour ne pas être en contact avec la peau extérieure dilatable. Un joint d'étanchéité continu doit être mis en place entre les dormants et les parois en béton.



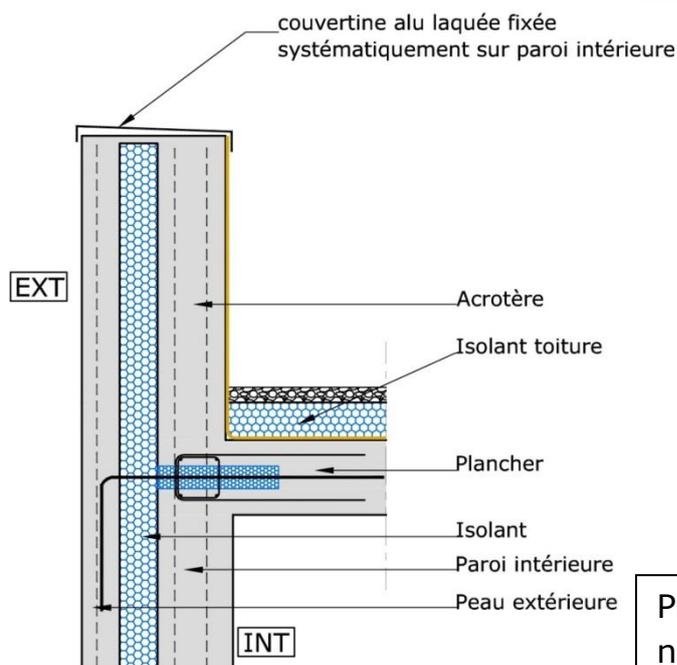
Joint horizontal de la peau extérieure

Les têtes de murs exposées aux intempéries sont protégées contre les infiltrations d'eau par une couverture recouvrant toute l'épaisseur du mur et fixée uniquement sur la paroi intérieure structurelle. Une petite couche de béton non armé peut être appliquée au niveau de la tranche de l'isolant pour protéger ce dernier en phase provisoire en attendant la mise place de la couverture.



*Principe d'isolation d'un acrotère avec retour de l'isolant sur toute la hauteur*

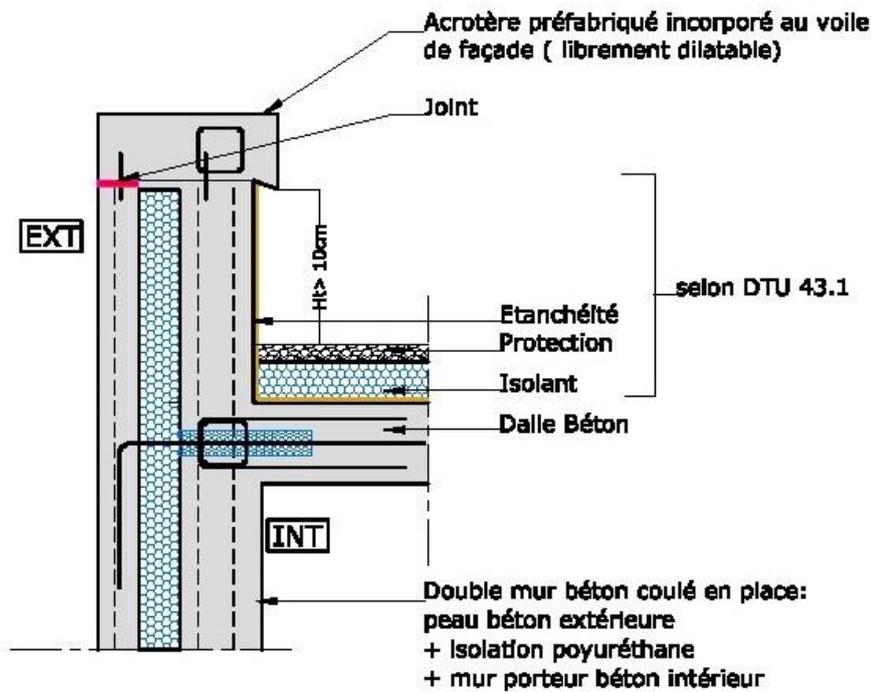
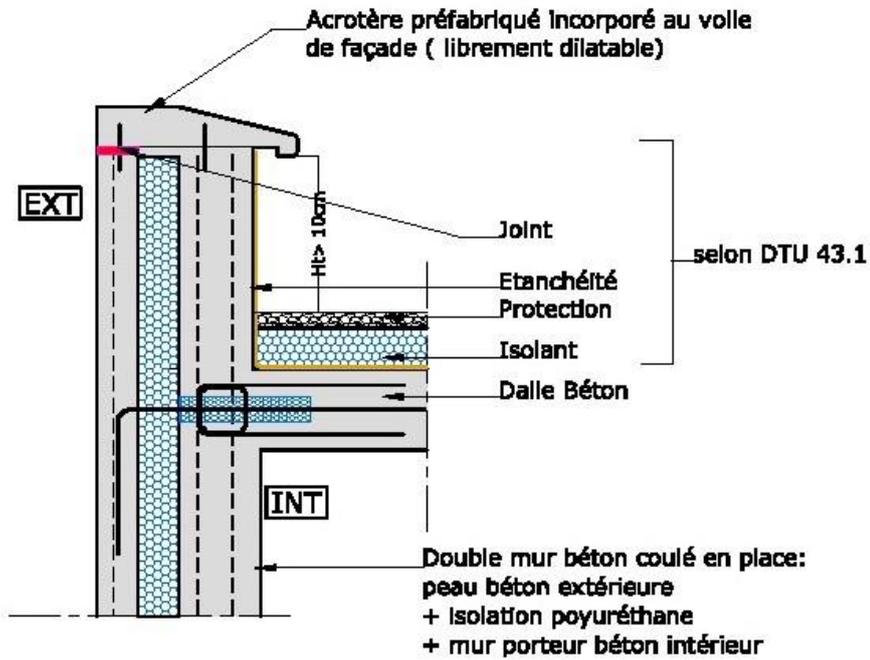
Protection tête de mur avec remontée fermée complètement avec couverture alu



*Acrotère sans retour de l'isolant sur la hauteur*

Protection tête de mur avec remontée non fermée avec couverture alu

# ETANCHEITE

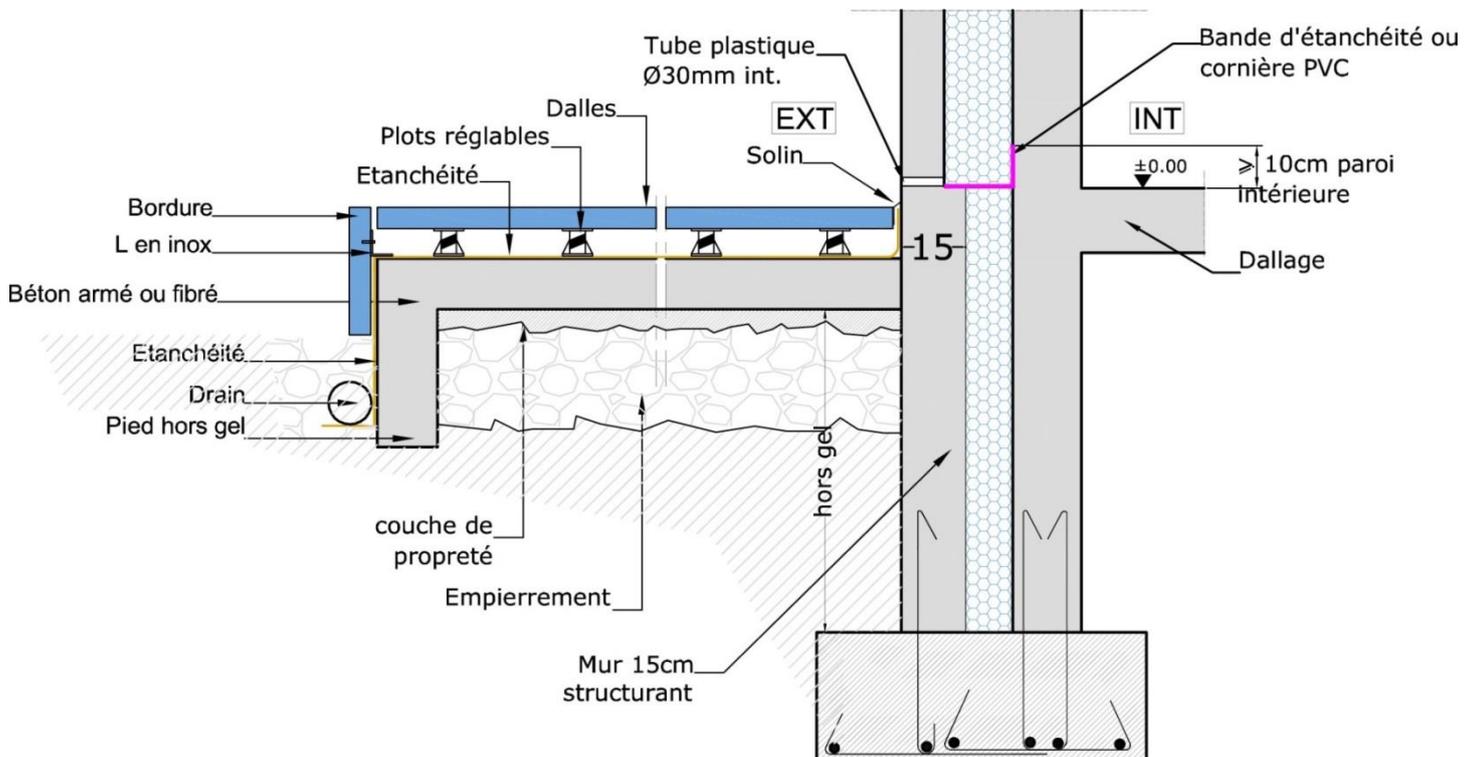
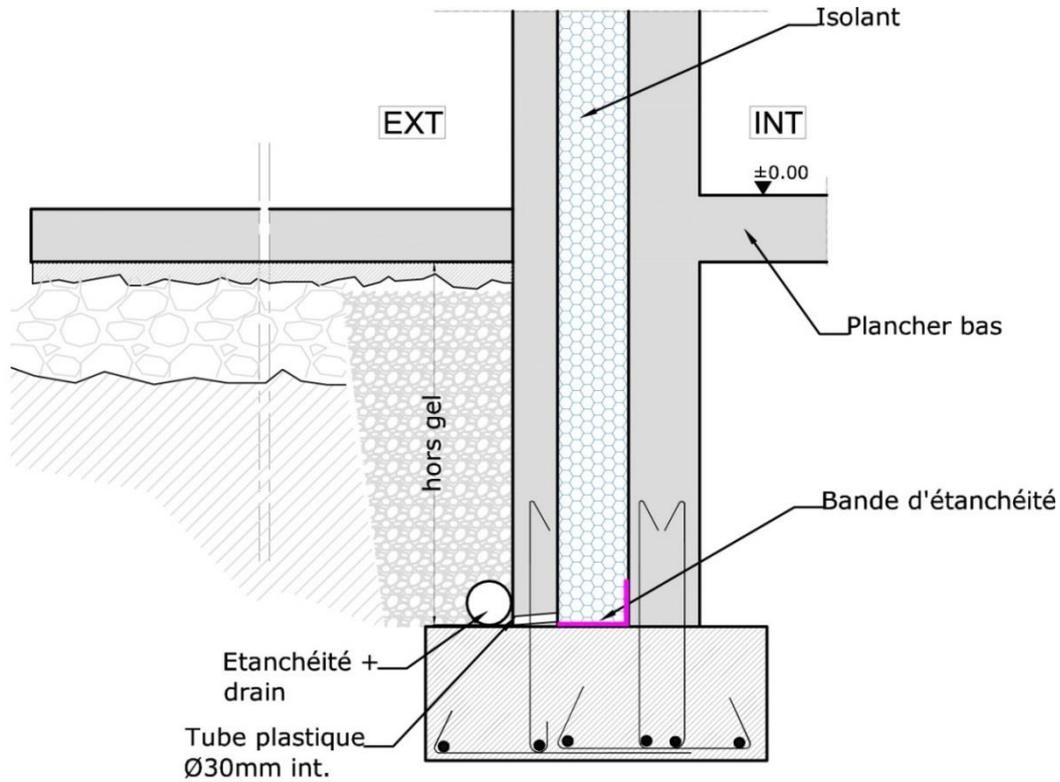


protection tête de mur avec  
acrotère préfabriqué

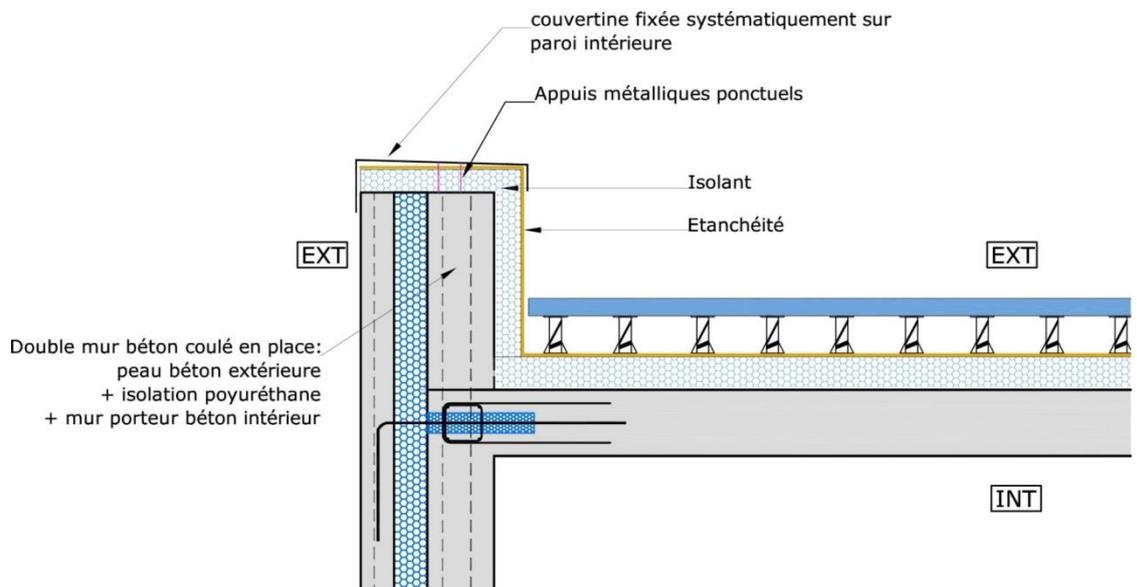
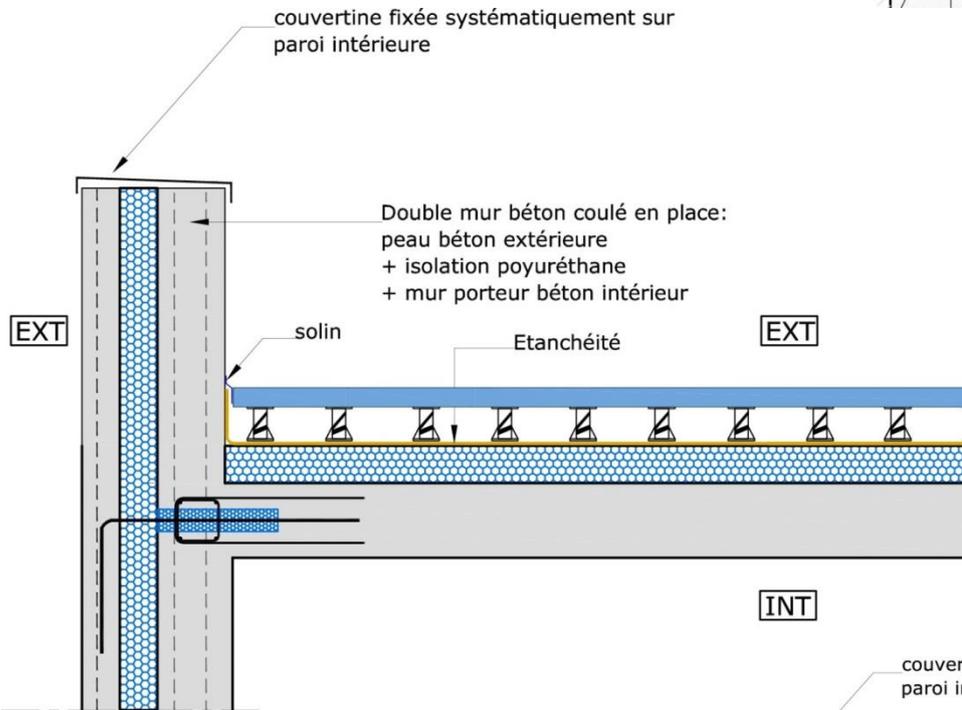
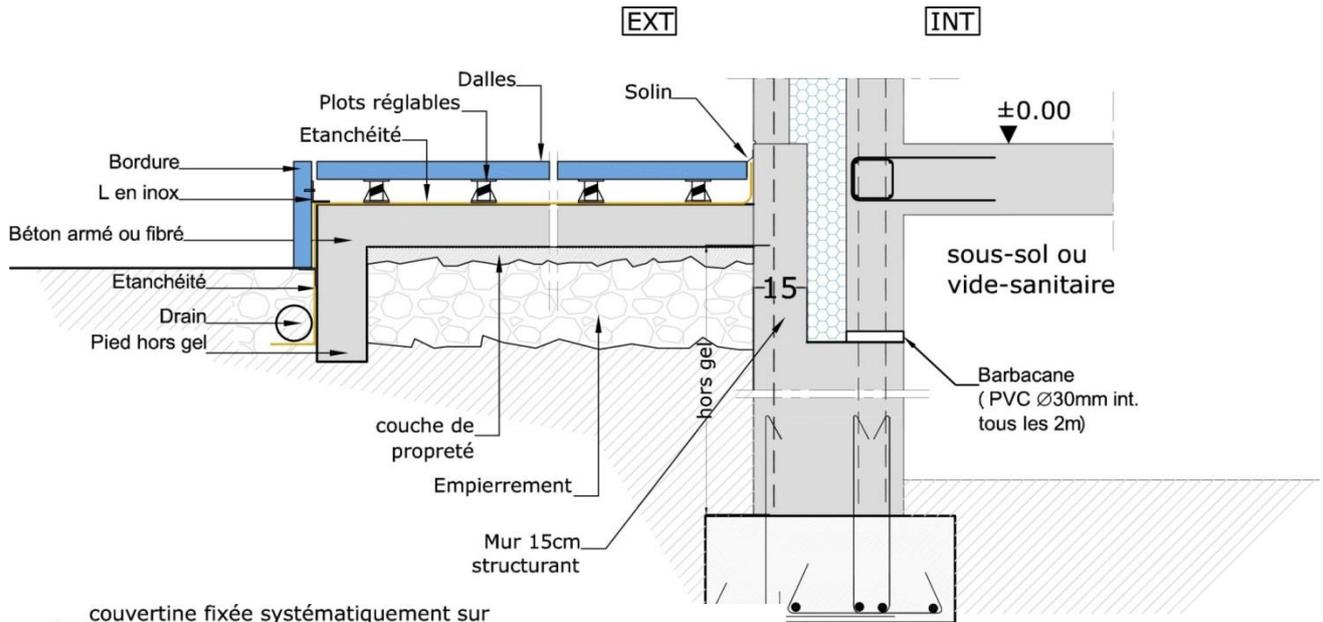
# ETANCHEITE

Solutions des complexes d'étanchéité pour terrasses :

(\* cotes à définir selon DTU et coefficient thermique)



# ETANCHEITE

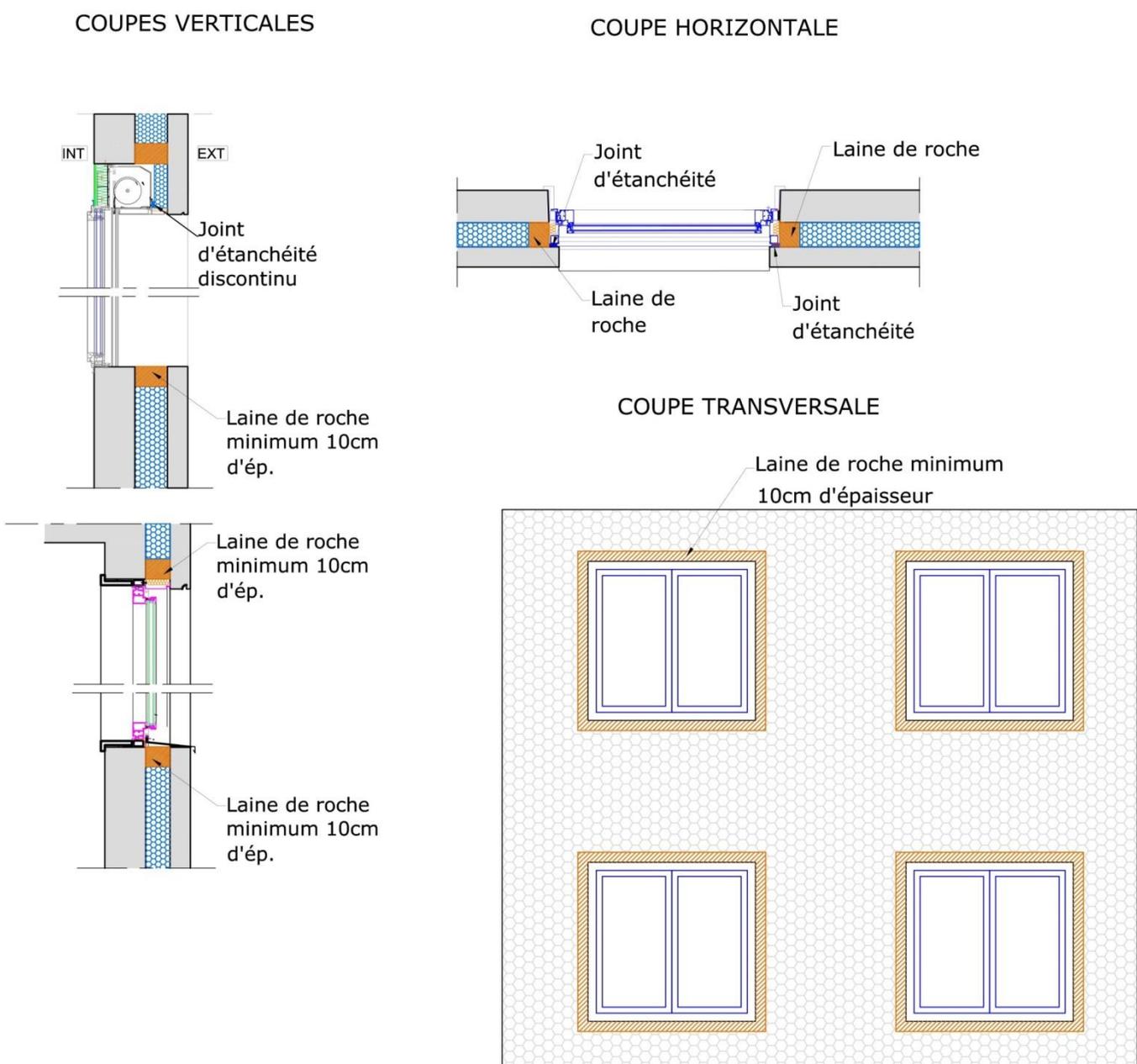


## Traitement feu selon IT 249.

La stabilité au feu du mur (voile intérieur) est vérifiée suivant la norme NF EN 1992-1-2 et son annexe nationale, en se basant sur les tableaux de température de l'appréciation de laboratoire.

Afin d'éviter la propagation du feu par l'isolant, le Procédé GBE® a prévu plusieurs solutions.

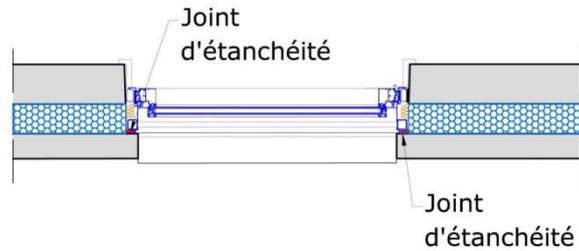
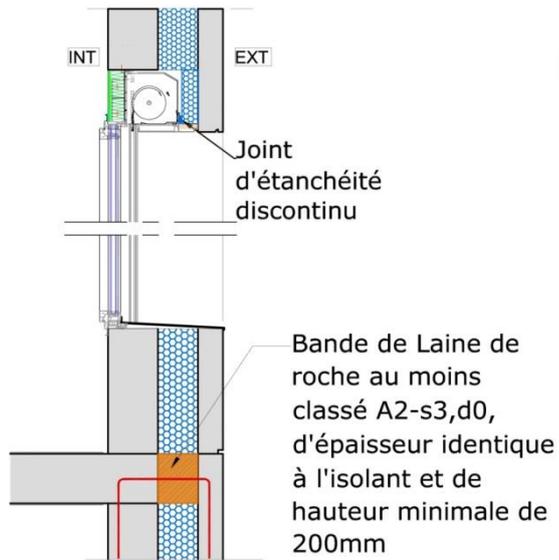
### SOLUTION 1 : Bandes de laine de roche au pourtour des ouvertures.



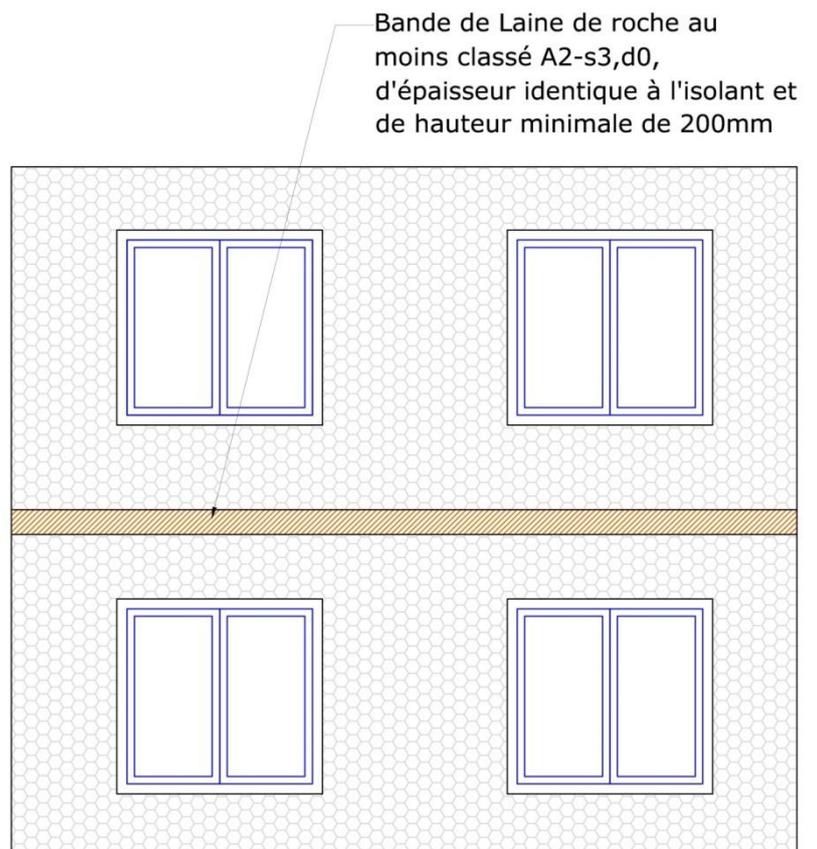
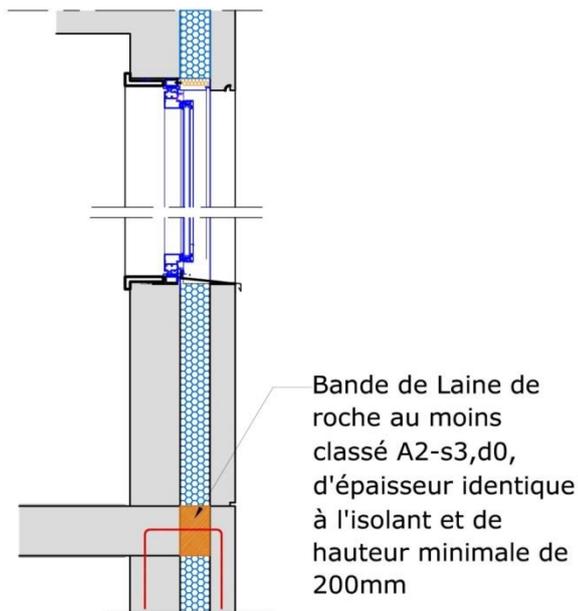
## SOLUTION 2 : Bandes de protection horizontale filante sur tout l'étage.

COUPES VERTICALES

COUPE HORIZONTALE

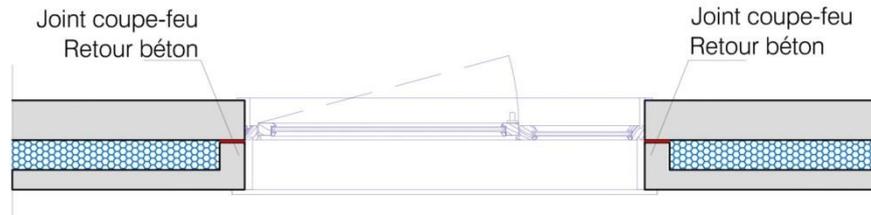


COUPE TRANSVERSALE

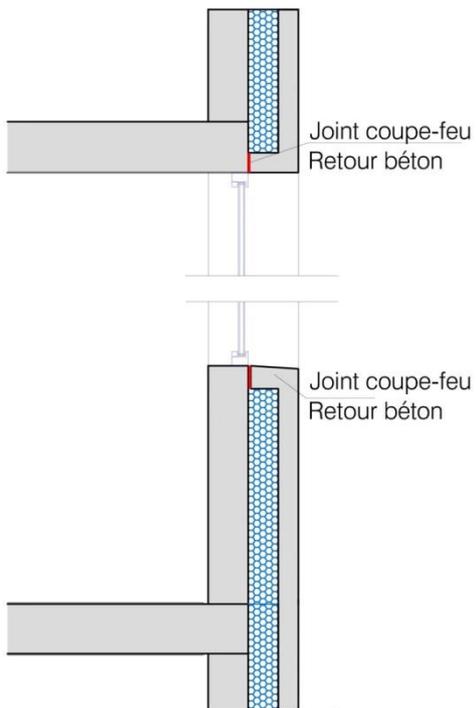


## SOLUTION 3 : Retour béton au pourtour des ouvertures.

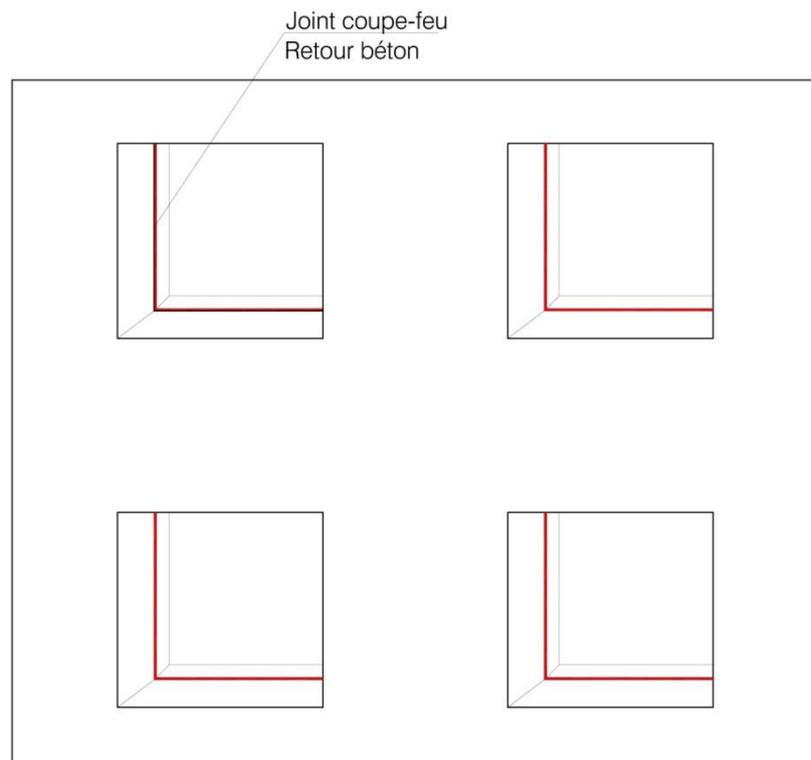
COUPE HORIZONTALE



COUPE VERTICALE



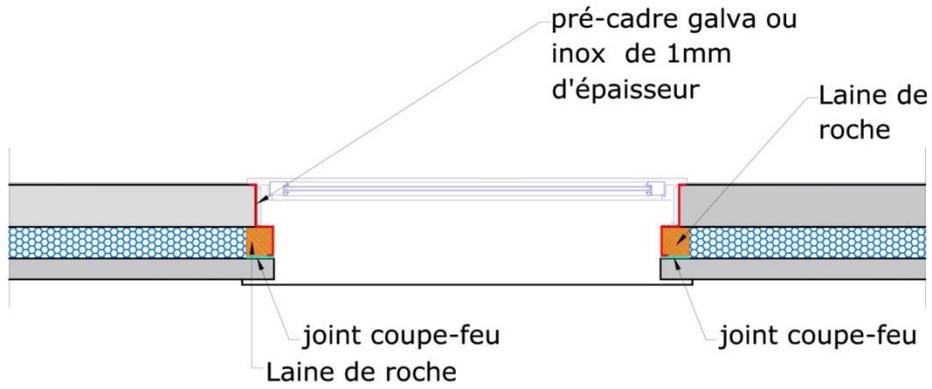
COUPE TRANSVERSALE



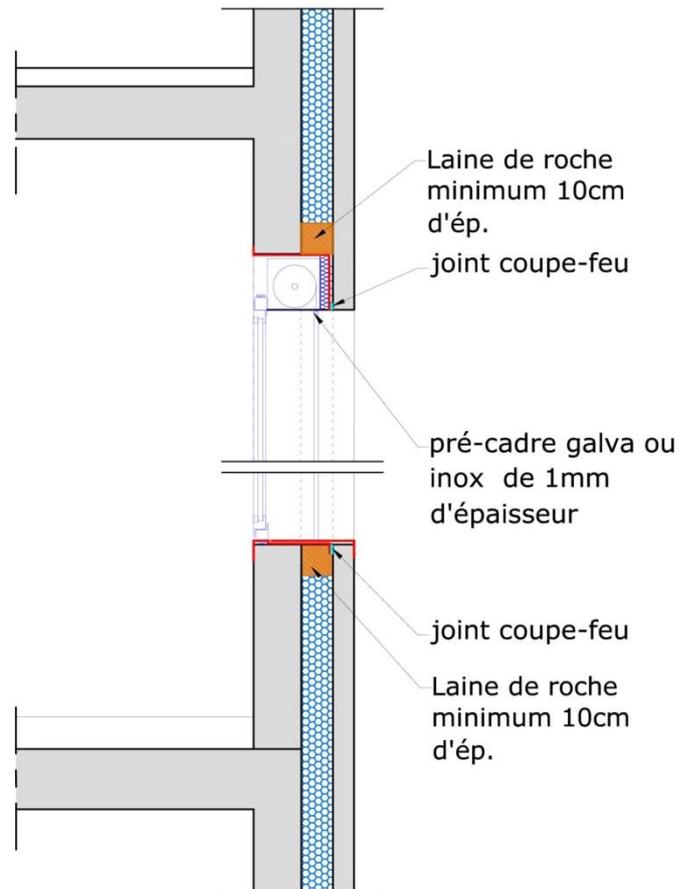
# TRAITEMENT DE RESISTANCE AU FEU

SOLUTION 4 : Encadrement acier galvanisé ou inox au pourtour des ouvertures.

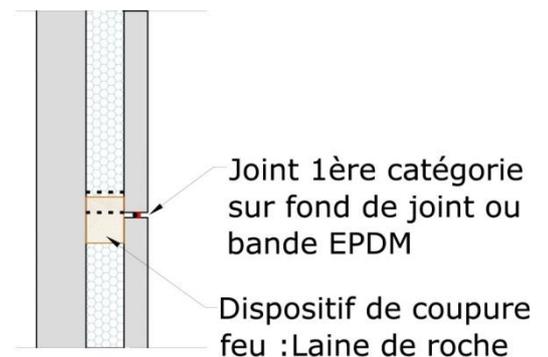
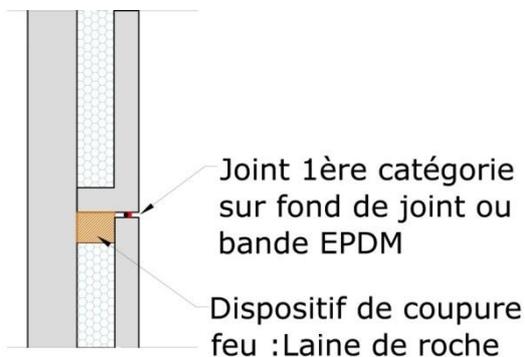
COUPE HORIZONTALE



COUPE VERTICALE

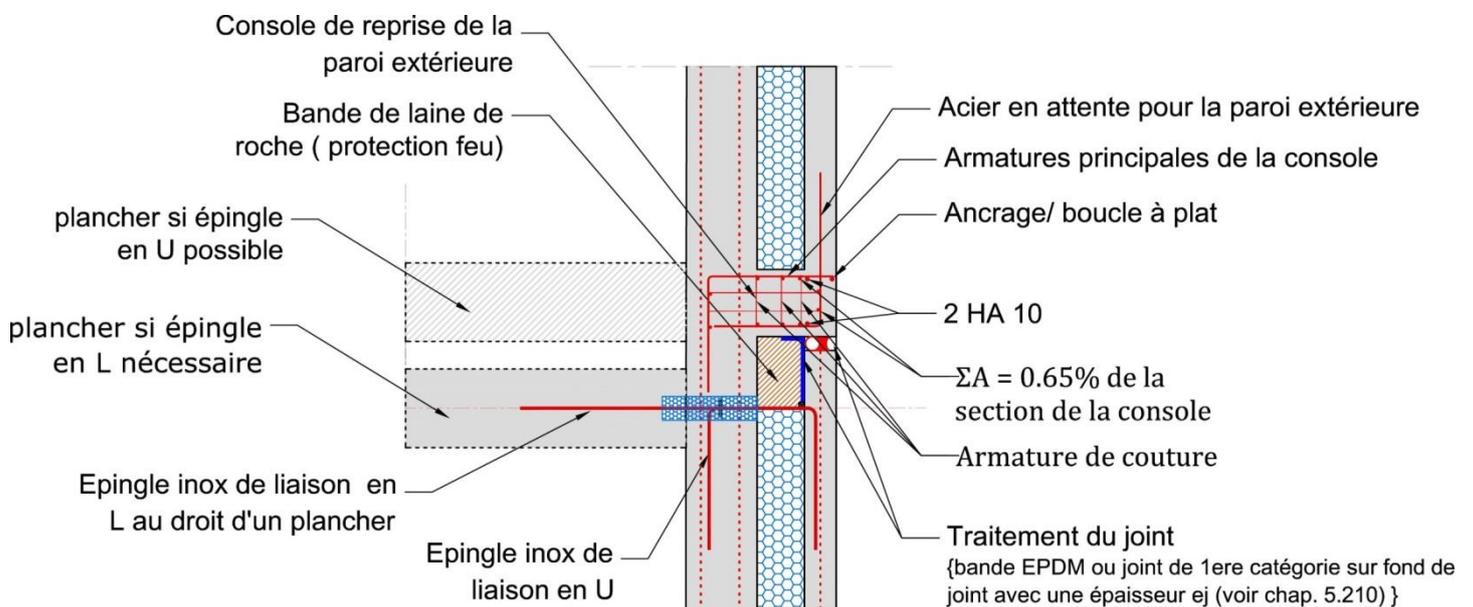


## SOLUTION 5 : Protection de l'isolant au **niveau des joints horizontaux extérieurs**



*Cas avec liaison béton pour l'appui de la partie supérieure peau extérieure*

*Cas sans liaison béton*



# INCORPORATION ELECTRIQUE

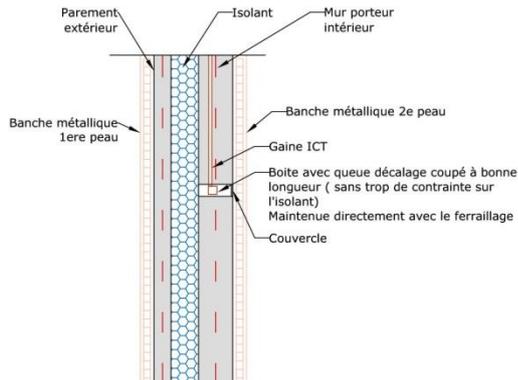
Exemples d'incorporation électrique, coté intérieur :

Version a :

1. ferrailage du mur porteur contre la 1ere banche (1ere peau)
2. incorporation des gaines électriques
3. pose de l'isolant

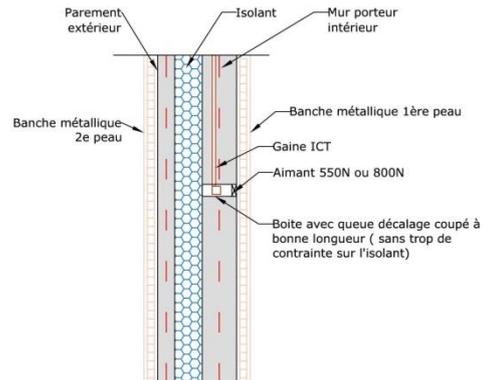
Version b :

1. ferrailage du parement extérieur contre la 1ere banche (1ere peau)
2. pose de l'isolant
3. Incorporation des gaines électriques maintenues directement par le ferrailage de la seconde peau (mur porteur)



**1ere peau / isolant / 2e peau**

Après la mise en place du ferrailage du parement extérieur contre la 1ere banche (1ere peau), et de l'isolant, incorporation des gaines électriques maintenues directement avec le ferrailage



**2e peau / isolant / 1ere peau**

Après la mise en place du ferrailage du mur porteur contre la 1ere banche (1ere peau), incorporation des gaines électriques puis de l'isolant.

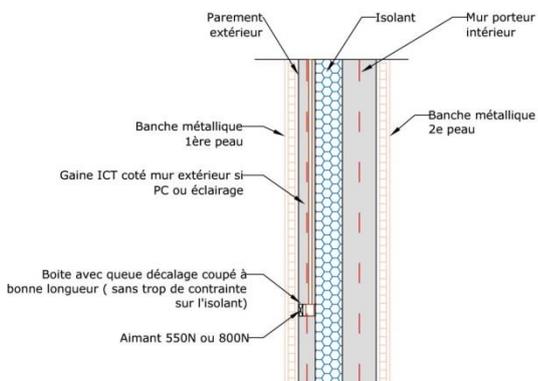
Exemples d'incorporation électrique, coté extérieur :

Version a :

1. ferrailage du parement extérieur contre la 1ere banche (1ere peau)
2. pose de l'isolant
3. Incorporation des gaines électriques maintenues directement par le ferrailage de la seconde peau (mur porteur)

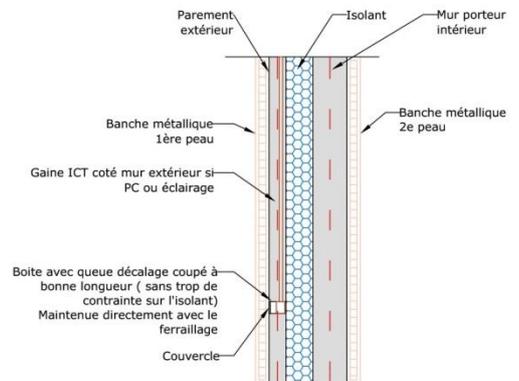
Version b :

1. ferrailage du mur porteur contre la 1ere banche (1ere peau)
2. incorporation des gaines électriques
3. pose de l'isolant



**1ere peau / isolant / 2e peau**

Après la mise en place du ferrailage du parement extérieur contre la 1ere banche (1ere peau), incorporation des gaines électriques puis de l'isolant.



**2e peau / isolant / 1ere peau**

Après la mise en place du ferrailage du mur porteur contre la 1ere banche (1ere peau), et de l'isolant, incorporation des gaines électriques maintenues directement avec le ferrailage.

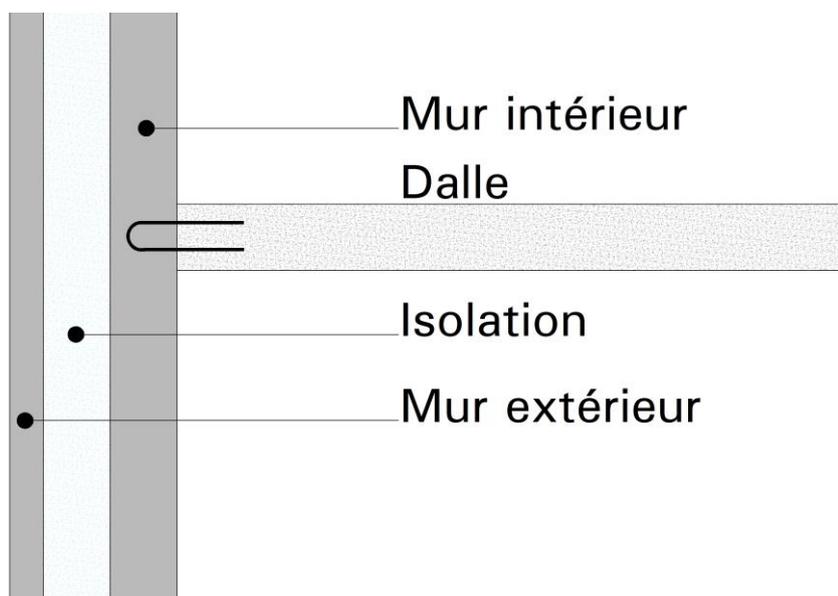
### MAITRISE DES PONTS THERMIQUES ET ETANCHEITE A L'AIR

Les liaisons (refends, planchers, acrotères...) constituent des points singuliers de la construction et génèrent des déperditions thermiques.

Le procédé GBE® permet de supprimer ces ponts thermiques et contribue à l'amélioration du confort intérieur

Le bétonnage sur le chantier de l'ensemble des murs permet de garantir une enveloppe homogène vis-à-vis de l'étanchéité à l'air des parois opaques

Le procédé GBE® propose une qualité d'enveloppe conforme aux exigences des labels de performance énergétique.



### INERTIE THERMIQUE

Avec un voile béton de 16cm, le procédé GBE® permet la prise en compte d'une inertie du type « très lourde » améliorant significativement le niveau de confort en été comme en hiver.

## PERFORMANCE DE L'ENVELOPPE :

**(Liste non-exhaustive)**

Le procédé GBE® offre un panel de combinaisons de murs en phase avec les objectifs des futures réglementations :

\* Suivant les tolérances dimensionnelles du fabricant

Connecteur	Peau béton	Rondelle	Isolant*	Mur porteur	Rondelle	PSE Standard	PSE Graphité	Pouuréthane	Pouuréthane
360	120	**	90	150		0,035	0,029	0,024	0,022
360	120	**	94	146		2,69	3,22	3,87	4,21
360	100		110	150		2,69		4,03	4,39
359	110	*	103	146		3,25	3,9	4,69	5,11
360	110	*	100	150		2,97		4,4	4,79
360	110	*	100	150		2,97	3,56	4,28	4,66
360	100		110	150		3,25	3,9	4,69	5,11
380	110	*	90	180	***	2,7	3,23	3,88	4,22
380	100		90	190	***	2,7	3,23	3,88	4,22
380	110	*	94	176		2,7		4,04	4,4
380	100		94	186		2,7		4,04	4,4
380	110	*	100	170	**	2,98	3,57	4,29	4,67
380	100		100	180	**	2,98	3,57	4,29	4,67
380	110	*	103	167		2,98		4,41	4,8
380	100		103	177		2,98		4,41	4,8
380	110	*	110	160	*	3,26	3,91	4,7	5,12
380	100		110	170	*	3,26	3,91	4,7	5,12
380	110	*	120	150		3,54	4,25	5,11	5,57
380	100		120	160		3,54	4,25	5,11	5,57
400	110	*	120	170	****	3,55	4,26	5,12	5,58
400	100		120	180	****	3,55	4,26	5,12	5,58
400	110	*	130	160	***	3,83	4,6	5,53	6,03
400	100		130	170	***	3,83	4,6	5,53	6,03
400	110	*	140	150	**	4,11	4,94	5,95	6,48
400	100		140	160	**	4,11	4,94	5,95	6,48
400	100		150	150	*	4,39	5,28	6,36	6,93
400	100		160	140		4,68	6,77	5,62	7,38
420	110	*	140	170	**	4,12	4,95	5,96	6,49
420	100		140	180	**	4,12	4,95	5,96	6,49
420	110	*	150	160	*	4,4	5,29	6,37	6,94
420	100		150	170	*	4,4	5,29	6,37	6,94
420	110	*	160	150		4,68	5,63	6,78	7,39
420	100		160	160		4,68	5,63	6,78	7,39
440	110	*	170	160	***	4,97	5,98	7,2	7,84
440	100		170	170	***	4,97	5,98	7,2	7,84
440	110	*	180	150	**	5,26	7,61	6,32	8,29
440	100		80	160	**	5,26	7,61	6,32	8,29
440	100		190	150	*	5,54	6,66	8,03	8,75
440	100		200	140		5,82	7	8,44	9,2
460	110	*	150	200	***	4,42	6,38	5,31	6,95
460	100		150	210	***	4,42	6,38	5,31	6,95
460	110	*	160	190	**	4,7	6,8	5,65	7,4
460	100		160	200	**	4,7	6,8	5,65	7,4
460	110	*	170	180	*	4,98	7,21	5,99	7,85
460	100		170	190	*	4,98	7,21	5,99	7,85
460	110	*	180	170		5,26	7,62	6,33	8,3
460	100		180	180		5,26	7,62	6,33	8,3
480	110	*	170	200	***	4,99	6	7,22	7,86
480	100		170	210	***	4,99	6	7,22	7,86
480	110	*	180	190	**	5,27	6,34	7,63	8,31
480	100		180	200	**	5,27	6,34	7,63	8,31
480	110	*	190	180	*	5,55	6,68	8,04	8,76
480	100		190	190	*	5,55	6,68	8,04	8,76
480	110	*	200	170		5,84	7,02	8,46	9,21
480	100		200	180		5,84	7,02	8,46	9,21

Exemples de combinaison

(Liste non-exhaustive) :

L'épaisseur du mur et de l'isolant sont définies pour chaque opération par l'équipe de la Maîtrise d'œuvre en fonction des parements du mur (béton matricé, béton coloré, choix des enduits et des finitions intérieures, murs courbes) et des objectifs

thermique (R).  
Le procédé s'adapte à la plupart des configurations exigées.

### RESISTANCE AU TEMPS et ATOUS ENVIRONNEMENTAUX

Le béton est particulièrement résistant aux agressions et sollicitations de toutes sortes. C'est, de tous les matériaux, celui qui résiste le mieux au temps, aux intempéries, aux pollutions, aux chocs, aux dégradations biologiques (*moisissure, champignons...*) et aux incendies.



Le procédé GBE® permet également la réalisation de murs courbes coulés en place, ainsi que des murs matricés et colorés.