

Avis Technique 3.1/16-878_V1

Annule et remplace l'Avis Technique 3+20/16-878

*Rupteur de ponts thermiques
Thermal breaks*

Rupteurs Thermiques Isotec RT+ en isolation thermique par l'intérieur (ITI)

Titulaire : PLAKABETON France
6 rue Cabanis
31240 l'Union
Tél. : 05 34 25 54 75
Fax : 05 34 25 54 84

Groupe Spécialisé n° 3.1

Planchers et accessoires de plancher

Groupe Spécialisé n° 20

Produits et procédés spéciaux d'isolation

Publié le 28 novembre 2017



Commission chargée de formuler des Avis Techniques et Documents Techniques
d'Application

(arrêté du 21 mars 2012)

Secrétariat de la commission des Avis Techniques et des Documents Techniques d'Application
CSTB, 84 avenue Jean Jaurès, Champs sur Marne, FR-77447 Marne la Vallée Cedex 2
Tél. : 01 64 68 82 82 - Internet : www.ccfat.fr

Le Groupe Spécialisé N° 20 « Produits et procédés spéciaux d'isolation » et le Groupe Spécialisé n°3.1 « Planchers et accessoires de plancher », de la Commission chargée de formuler les Avis Techniques et les Documents Techniques d'Application, ont examiné respectivement le 27 juin 2017 et le 03 Juillet 2017 les composants de construction portant la dénomination commerciale « ISOTEC RT+ en ITI » présentés par la société PLAKABETON. Ils ont formulé sur ce procédé l'Avis Technique ci-après. Cet Avis a été formulé pour les utilisations en France Européenne. Cet Avis annule et remplace l'Avis Technique n°3+20/16-878.

1. Définition succincte

1.1 Description succincte

Les rupteurs thermiques « ISOTEC RT+ en ITI » sont des composants structuraux destinés à traiter les ponts thermiques entre balcons ou loggias et dalles de plancher ou entre murs de façade et dalles de plancher.

Ils sont en même temps capables de transmettre les sollicitations, moments fléchissants et/ou efforts tranchants, à travers l'isolant thermique par l'intermédiaire d'armatures en acier inoxydable.

Les différents modèles de la gamme visée sont les suivants :

- **Modèles VI** : pour les liaisons dalle-façade ;
- **Modèles VIP** : pour les liaisons dalle-façade dans le cas de planchers à prédalles ;
- **Modèles MVI** : pour les liaisons dalle-balcon.

1.2 Identification

Chaque composant « ISOTEC RT+ en ITI » est identifié par une étiquette indiquant la dénomination commerciale, le type du composant ainsi que de succinctes instructions de mise en œuvre.

2. Avis

2.1 Domaine d'emploi accepté

Le présent Avis ne vise que les rupteurs dont l'épaisseur d'isolant en laine minérale est égale à 8 cm (cf. figure 25 du Dossier Technique) utilisés en isolation thermique par l'intérieur (ITI).

L'application est limitée aux bâtiments non classés IGH.

L'application n'est valable que pour les applications respectant les prescriptions du §2.3 du présent Avis.

Les ouvrages nécessitant des dispositions parasismiques au sens de l'article 3 de l'arrêté du 22 octobre 2010 modifié ne sont pas visés.

Le domaine d'emploi est limité aux bâtiments (façades béton ou maçonnerie) où l'espacement de nu à nu entre deux liaisons béton non traitées avec le procédé (brides ou refends béton liaisonnés traditionnellement avec la façade) respecte les prescriptions données en Annexe 5 du Dossier Technique.

Les rupteurs « ISOTEC RT+ en ITI » peuvent être utilisés avec les types de plancher suivant :

- Dalle pleine coulée sur place
- Dalle sur prédalle béton armé
- Dalle sur prédalle précontrainte

Les rupteurs « ISOTEC RT+ en ITI » peuvent être employés en association avec les types de murs porteurs suivants :

- Murs en béton armé coulés en place
- Maçonnerie de petits éléments

Les distances maximales entre joints de dilatation doivent respecter les prescriptions de la NF EN 1992-1-1 et son Annexe nationale pour les façades en béton. Pour les façades en maçonnerie, les distances maximales entre joints de dilatation sont celles du DTU 20.1.

Ces rupteurs sont tenus d'assurer, en plus de la continuité de l'isolation, la liaison mécanique entre les éléments concernés. Cette liaison est permise grâce à des armatures constitutives ancrées de part et d'autre dans les éléments béton et traversant le corps isolant. Afin d'éviter leur corrosion, les armatures sont en acier inoxydable.

2.2 Appréciation sur le procédé

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

Stabilité

Les composants mis en œuvre assurent la stabilité des éléments liaisonnés, compte tenu du dimensionnement effectué

conformément aux Règles en vigueur. La résistance des composants est normalement assurée dans le domaine d'emploi accepté pour des planchers soumis à des charges principalement statiques et situées en dehors de toute atmosphère agressive (cas courant des planchers d'habitation, pour lesquels les rupteurs trouvent la quasi-totalité de leurs applications).

Sécurité en cas d'incendie

Réaction au feu

L'isolant en laine roche ROCKFEU, d'épaisseur 8 cm, est classé de manière conventionnelle A1. Ce classement de réaction au feu ne tient pas compte de la présence du profilé en PVC.

Résistance au feu

Les modèles VI, VIP et MVI font l'objet d'une appréciation de laboratoire n° RS17-050 donnant lieu à une équivalence de classement REI120.

L'équivalent de classement revendiqué du rupteur « ISOTEC RT+ en ITI » est défini par le classement minimal justifié pour les éléments de structure (murs, planchers) à l'interface desquels il est incorporé, sans dépasser REI120.

Prévention des accidents lors de la mise en œuvre

La mise en œuvre des composants « ISOTEC RT+ en ITI » est comparable à celle de tout insert manportable classiquement utilisé dans les ouvrages en béton, et n'a aucune influence spécifique sur la sécurité du personnel de chantier.

Isolation thermique

Une étude thermique des composants « ISOTEC RT+ en ITI » a été réalisée au CSTB, conformément aux Règles Th-U. Le coefficient de transmission linéique ψ a été calculé pour différents modèles placés à la liaison entre une dalle (épaisseur 200 mm) ou une voile de façade (épaisseur 180 mm) en béton armé et une façade (en béton armé de 180 mm d'épaisseur ou en maçonnerie de 200 mm d'épaisseur) isolée par l'intérieur. Les liaisons avec les planchers bas, intermédiaires et hauts ont été calculées.

Des valeurs courantes de la transmission linéique ψ W/(m.K) sont données pour exemples dans le tableau en Annexe 10 du Dossier Technique.

Isolation acoustique

Une étude a été effectuée par le CSTB et référencée sous le numéro ER712.04.141 sur les configurations courantes de structures de bâtiments. Cette étude s'est appuyée sur des essais en laboratoire. Elle consiste à comparer des configurations dalle-façade et refend façade avec et sans rupteur « ISOTEC RT+ en ITI ». Elle conclut de la manière suivante :

- Vis-à-vis des bruits aériens

Dans le cas de l'isolement aux bruits aériens entre logements adjacents, la solution réglementaire de base sans rupteur a été comparée à une solution avec rupteur. La transmission acoustique directe supplémentaire apportée par un rupteur non masqué par le doublage de façade, dégrade l'isolement entre logements, notamment pour les isolements verticaux. Cependant, les rupteurs ne sont jamais installés sans qu'ils soient recouverts d'un doublage ; l'efficacité apportée par le doublage est suffisante pour que l'isolement global respecte les exigences réglementaires.

- Vis à vis des bruits d'impact

L'isolement aux bruits d'impact, avec rupteur reste équivalent à celui de la même structure sans rupteur.

Les rupteurs thermiques ne modifient pas l'isolement de façade, les transmissions par les ouvertures (fenêtres...) étant dominantes.

Données environnementales

Le procédé « ISOTEC RT+ en ITI » ne dispose d'aucune déclaration environnementale (DE) et ne peut donc revendiquer aucune performance environnementale particulière. Il est rappelé que les DE n'entrent pas dans le champ d'examen d'aptitude à l'emploi du procédé.

Aspects sanitaires

Le présent Avis est formulé au regard de l'engagement écrit du titulaire de respecter la réglementation et notamment l'ensemble des obligations réglementaires relatives aux produits pouvant contenir des substances dangereuses, pour leur fabrication, leur intégration dans les ouvrages du domaine d'emploi accepté et l'exploitation de ceux-ci. Le contrôle des informations et déclarations délivrées en application des réglementations en vigueur n'entre pas dans le champ du présent Avis. Le titulaire du présent Avis conserve l'entière responsabilité de ces informations et déclarations.

2.22 Durabilité / Entretien

Compte tenu des conditions de fabrication des composants « ISOTEC RT+ en ITI » dans une usine spécialisée sous autocontrôle, et compte tenu des caractéristiques des matériaux utilisés, notamment l'acier inoxydable, la durabilité des composants est équivalente à celle des produits traditionnels utilisés dans la construction. Ils ne nécessitent pas d'entretien spécifique.

Le procédé « ISOTEC RT+ en ITI » ne nécessite pas d'entretien spécifique.

2.23 Fabrication et contrôle

La fabrication des composants « ISOTEC RT+ en ITI » est effectuée en usine sous autocontrôle. Les contrôles portent les dimensions des coupes des aciers et de l'isolant, le façonnage des aciers et l'assemblage des éléments du rupteur. Des essais extérieurs garantissent les caractéristiques à la traction des aciers utilisés pour la fabrication.

Cet avis ne vaut que pour les fabrications pour lesquelles les autocontrôles et les modes de vérification décrits dans le Dossier Technique sont effectifs.

2.24 Mise en œuvre

Effectuée par les entreprises de bâtiments, elle ne présente pas de difficulté particulière. Néanmoins l'ordre de mise en place des prédalles en béton armé, des prédalles précontraintes et des armatures du plancher doit tenir compte de la présence des composants « ISOTEC RT+ en ITI ». Dans ce but, chaque élément porte une étiquette sur laquelle figurent des instructions de mise en œuvre.

2.3 Prescriptions techniques

2.3.1 Conception et calcul des ouvrages

Les documents techniques de référence pour les justifications de résistance, de stabilité et de déformabilité des parties des ouvrages concernées par l'utilisation des composants « ISOTEC RT+ en ITI » sont les suivants :

- NF EN 1992-1-1 pour le calcul du béton armé ;
- CPT Titre II (Cahier 2892-V2) : pour le calcul des planchers à base de prédalles en béton ;
- NF-EN-1993-1-1 pour le calcul au flambement des barres comprimées (scellées ou butonnées) ;
- NF-EN-1991-1-4 pour les charges de vent à prendre en compte ;
- NF-EN-1991-1-3 pour les charges de neige à prendre en compte ;
- Règles Th-U pour le calcul des caractéristiques d'isolation thermique des parois ;
- NF-EN-1991-1-1 pour la définition des charges d'exploitation, des charges permanentes et d'exploitation dues aux forces de pesantier.
- Norme Européenne EN 12354 pour le calcul d'isolement acoustique.

Les hypothèses spécifiques devant être retenues pour le dimensionnement sont les suivantes :

- Les moments fléchissants sont équilibrés à travers la bande isolante par les armatures supérieures et les armatures inférieures. Dans tous les modèles permettant d'équilibrer un moment fléchissant, la conception est telle que les armatures de traction sont situées sans décalage en plan par rapport aux armatures de compression, ce qui permet ainsi l'embellage du système dans des plans verticaux.
- La longueur de flambement des barres comprimées est prise égale à l'épaisseur de l'isolant augmentée de deux fois le diamètre de la barre.
- La justification en flexion consiste à s'assurer que le moment fléchissant à l'ELU, développé à la jonction des éléments liaisonnés par le rupteur, ne dépasse aucun des deux moments résistants suivants :

- le moment résistant à l'ELU par rapport aux armatures tendues ;
- le moment résistant à l'ELU par rapport aux armatures comprimées.
- Les efforts tranchants sont équilibrés par des armatures spéciales toujours inclinées (suspentes).
- Les planchers à prédalles doivent être dimensionnés conformément aux prescriptions du CPT Titre II (Cahier 2892-V2).
- Les vérifications sur les rupteurs de la gamme ISOTEC RT+ en ITI en effort tranchant (V_z), en effet tirant-butoin (V_x) et en moment (M_z) peuvent être effectuées indépendamment et suivant la méthodologie décrite dans le Dossier Technique.
- Le domaine d'utilisation des composants « ISOTEC RT+ en ITI » est limité à des éléments de construction :
 - soumis à l'action des charges d'exploitation principalement statiques ;
 - situés en dehors de tout milieu agressif.
- Le béton à utiliser dans les ouvrages munis de rupteurs thermiques ISOTEC RT+ est de classe de résistance minimum C25/30.
- Le diamètre minimum des armatures des rupteurs thermiques ISOTEC RT+ est 6 mm.
- L'enrobage minimum des armatures des rupteurs de pont thermique par rapport à la face supérieure d'une prédalle doit être de 10mm toutes tolérances épuisées.
- Les rupteurs doivent être dimensionnés pour reprendre en traction et compression un effort accidentel localisé de 600 daN/m² appliqué sur la façade.
- Le procédé est utilisable sur des structures participant au contreventement des ouvrages pour la reprise des efforts de vent au sens des règles NF EN 1991-1-4. Les zones de jonction plancher/façade munies de rupteurs ne participent pas au contreventement de l'ouvrage : seuls sont considérés les refends, les brides et les zones de jonction continue plancher/façade.
 - Pour les bâtiments de hauteur supérieure à la plus petite dimension en plan, il convient de réaliser une étude pour chaque projet, sous la responsabilité du demandeur, en modélisant les zones de jonction plancher-façade non munies de rupteurs, et en prenant une raideur nulle pour les liaisons réalisées avec des rupteurs thermiques.
- Le ferrailage de la façade et des balcons d'angle, ainsi que les zones de jonction plancher-façade non munies de rupteurs doivent respecter les dispositions constructives détaillées en Annexes 6, 7 et 8.
- L'ancrage des armatures des brides doit être calculé à partir de la face côté dalle de l'isolant du rupteur conformément aux prescriptions de l'Annexe 6 du dossier technique.
- En l'absence d'une justification sur la stabilité d'ensemble des rupteurs, pour tenir compte de la défaillance d'un élément ponctuel, les vérifications vis-à-vis des combinaisons de charges accidentelles sont menées en divisant les valeurs des capacités portantes des rupteurs (indiquées en Annexes 1, 2 et 3 du Dossier Technique) par un coefficient de sécurité de 1.5.
- Les modèles VI3.6/3.6 utilisés dans le sens non porteur du plancher doivent être dimensionnés pour équilibrer 30% de l'effort tranchant sollicitant dans le sens porteur.

Les exemples de valeurs d'utilisation données dans le Dossier Technique établi par le Demandeur ont été obtenus par application des méthodes décrites ci-dessus.

Rôle des intervenants :

- Le dimensionnement des rupteurs est réalisé par le titulaire à partir des efforts communiqués par le BET structure en charge de l'opération.
- Le ferrailage forfaitaire des zones non traitées (bride, refend) et celui des linteaux et balcons d'angle est réalisé par le BET structure en charge de l'opération avec l'assistance technique du titulaire. Ce ferrailage est issu des dispositions constructives forfaitaires décrites en Annexes 6 à 8 du Dossier Technique.
- Les plans de calepinage des rupteurs sont réalisés par le titulaire en concertation avec le BET structure en charge de l'opération.
- Dans le cas de planchers à prédalles, le plan de calepinage ainsi que les efforts de dimensionnement des rupteurs doivent être transmis par le titulaire au fabricant des prédalles.
- Les plans d'exécution sont réalisés par le BET structure en charge de l'opération avec intégration du calepinage des rupteurs et du ferrailage complémentaire et forfaitaire.

Conclusions

Appréciation globale

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

Validité

A compter de la date de publication présente en première page et jusqu'au 30 juin 2021

*Pour le Groupe Spécialisé n° 20
Le Président*

*Pour le Groupe Spécialisé n° 3.1
Le Président*

3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

Il s'agit de la 3^{ème} révision du procédé de rupteurs thermiques « ISOTEC RT+ en ITI ». Cet Avis ne vise que l'isolation par l'intérieur. Cette version consolidée inclue les modifications suivantes :

- La modification de l'épaisseur de l'isolant de 6 cm à 8 cm.
- Ajout des rupteurs MVI,
- Justifications de la résistance mécanique vis-à-vis de la dilatation thermique de la façade.

Il est rappelé qu'il appartient à la Société PLAKABETON d'informer les utilisateurs des conditions d'utilisation du procédé « ISOTEC RT+ en ITI », en conformité avec les recommandations du présent Avis Technique.

Pour limiter les risques de condensation en toiture terrasse, l'utilisation du système de rupteurs « ISOTEC RT+ en ITI » est limitée aux planchers non isolés en sous-face. Cette prescription tient compte de l'augmentation des épaisseurs d'isolant généralement mis en œuvre en toiture terrasse, et n'est pas liée à ce seul procédé.

Le GS5, consulté sur l'aptitude à l'usage du rupteur « ISOTEC RT+ en ITI » en toiture terrasse, souhaite informer le maître d'œuvre de l'éventuel risque de détérioration du rupteur lors du passage de la flamme du chalumeau. En conséquence, au niveau du rupteur, le chalumeau sera réglé pour obtenir une flamme molle. Il est rappelé qu'un plan de calepinage doit être établi en concertation entre le titulaire et le bureau d'étude structure de l'opération.

Vis-à-vis de la durabilité des balcons, le Groupe attire l'attention sur la nécessité de prendre en considération le §7.4 du Dossier Technique.

Le Rapporteur du Groupe Spécialisé n° 20

Le Rapporteur du Groupe Spécialisé n° 3.1

Dossier Technique

établi par le demandeur

A. Description

1. Principe

Les composants ISOTEC RT+ en ITI sont des rupteurs de ponts thermiques. Ils assurent la continuité horizontale de l'isolation thermique intérieure en évitant les ponts thermiques à l'interface plancher/façade.

Les différents modèles de la gamme visée sont les suivants :

- **Modèles VI** : pour les liaisons dalle-façade ;
- **Modèles VIP** : pour les liaisons dalle-façade dans le cas de planchers à prédalles ;
- **Modèles MVI** : pour les liaisons dalle-balcons.

1.1 Modèle VI

(V : transfert de tranchant / I : isolation intérieure)

Modèle destiné à traiter les liaisons de planchers coulés en place sur façades porteuses ou non porteuses

Le réseau d'armatures est composé d'étriers équilibrant 15 % du moment fléchissant en travée et reprenant les effets du retrait, des diagonales remontent le tranchant et le transfèrent au mur porteur. L'isolant d'épaisseur 80 mm est positionné en continuité du doublage intérieur. L'isolant couvre la totalité de la hauteur du plancher. Les aciers du plancher sont calculés par le BET d'exécution et viennent en recouvrement des étriers de l'ISOTEC RT+ de type VI.

Pour les dalles de toitures terrasses, une adaptation de l'étanchéité de la terrasse est à prévoir du fait que les supports d'étanchéité sont dissociés. Des solutions sont proposées en Annexes du Dossier Technique.

Les performances mécaniques et thermiques des modèles de la gamme VI sont données en Annexes du Dossier Technique.

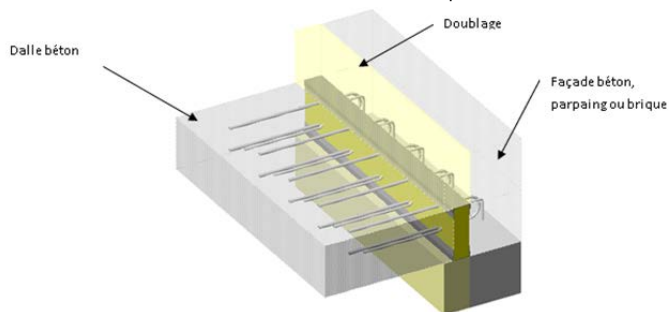


Figure 1 Modèle VI (Voir Annexe 1)

1.2 Modèle VIP

(V : transfert de tranchant / I : isolation intérieure / P : prédalles)

Modèle destiné à traiter les liaisons de planchers avec prédalle armée ou précontrainte sur façades porteuses ou non porteuses.

Le réseau d'armatures est composé d'étriers équilibrant 15 % du moment fléchissant en travée et reprenant les effets du retrait, des diagonales remontent le tranchant et le transfèrent au mur porteur. L'isolant d'épaisseur 80 mm est positionné en continuité du doublage intérieur. L'isolant couvre la totalité de la hauteur du plancher.

Les suspentes des prédalles armées sont dimensionnées par le fournisseur en tenant compte des efforts à reprendre et de la présence du rupteur.

Pour les dalles de toitures terrasses, une adaptation de l'étanchéité de la terrasse est à prévoir du fait que les supports d'étanchéité sont dissociés. Des solutions sont proposées en Annexes du Dossier Technique.

Les performances mécaniques et thermiques des modèles de la gamme VIP sont données en Annexes du Dossier Technique.

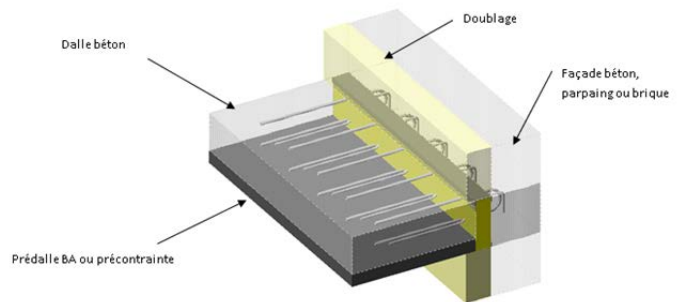


Figure 2 Modèle VIP (Voir Annexe 2).

1.3 Modèle MVI

(M : transfert de moment / V : transfert de tranchant / I : isolation intérieure)

Modèle destiné à traiter les liaisons de balcons avec des planchers coulés en place avec ou sans prédalles.

Le réseau d'armatures est composé d'aciers supérieurs et inférieurs équilibrant 15 % du moment en travée côté intérieur plus le moment du au porte-à-faux du balcon et reprenant les effets du retrait. Des diagonales remontent le tranchant et le transfèrent au mur porteur. L'isolant d'épaisseur 80 mm est positionné en continuité du doublage intérieur. L'isolant couvre la totalité de la hauteur du plancher. Les aciers du plancher et du balcon sont calculés par le BET en tenant compte des efforts à transmettre et viennent en recouvrement des aciers de l'ISOTEC RT+ de type MVI. Les aciers inférieurs, encore appelés butons, sont comprimés et vérifiés au flambement.

Au niveau des portes fenêtres, une mise au point doit être faite avec le lot menuiserie pour l'adapter à la présence du rupteur thermique. Un seuil béton recouvre l'épaisseur d'isolant du rupteur et permet de reposer la menuiserie (cf. figure 14).

Les performances mécaniques et thermiques des modèles de la gamme MVI sont données en Annexes du Dossier Technique.

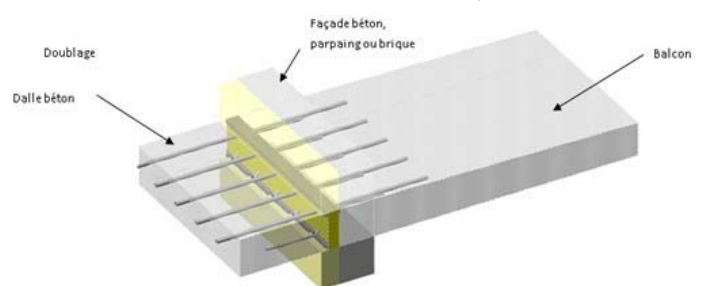


Figure 3 Modèle MVI (Voir Annexe 3)

2. Domaine d'emploi

Le présent Avis ne vise que les rupteurs dont l'épaisseur d'isolant est égale à 8 cm utilisés en isolation thermique par l'intérieur.

L'application est limitée aux bâtiments non classés IGH.

L'application n'est valable que pour les applications respectant les prescriptions du §2.3 du présent Avis.

Les ouvrages nécessitant des dispositions parasismiques au sens de l'article 3 de l'arrêté du 22 octobre 2010 modifié ne sont pas visés.

Le procédé est utilisable sur des structures participant au contreventement des ouvrages pour la reprise des efforts de vent au sens des règles NF EN 1991.

Les rupteurs ISOTEC RT+ en ITI peuvent être utilisés avec les types de plancher suivant :

- Dalle pleine coulée sur place.
- Dalle sur prédalle béton armé.
- Dalle sur prédalle précontrainte.

Les rupteurs ISOTEC RT+ en ITI peuvent être employés en association avec les types de murs porteurs suivants :

- Murs en béton armé coulés en place.
- Maçonnerie de petits éléments.

Ces rupteurs sont tenus d'assurer, en plus de la continuité de l'isolation, la liaison mécanique entre les éléments concernés. Cette liaison est permise grâce à des armatures constitutives ancrées de part et d'autre dans les éléments béton et traversant le corps isolant. Afin d'éviter leur corrosion, les armatures sont en acier inoxydable.

3. Eléments et matériaux

Les rupteurs ISOTEC RT+ en ITI sont des éléments complets d'une longueur de 1 mètre, montés en atelier, composés des éléments suivants :

- Des aciers HA inox, de longueurs et sections variables.
- Un isolant permettant de réaliser la coupure thermique, d'épaisseurs variables selon les exigences du chantier.
- Des peignes inox facilitant le montage et garantissant le bon espacement et la bonne répartition des aciers
- Des capots PVC protégeant l'isolant en phase de mise en œuvre

Des aciers de montage calent l'isolant et assurent à chaque élément une bonne rigidité pour la manutention.

Un profil plastique recouvre l'isolant et le protège.

3.1 Acier Inoxydable 1.4301 (Suivant NF EN 10088-1 et 10088-3)

L'acier inoxydable utilisé est conforme à la norme NF EN 10088 parties 1 et 3. Les justifications de résistance sont conduites à partir des caractéristiques de l'acier B500.

3.2 Isolant

L'isolant est en laine de roche ⁽¹⁾ certifié ACERMI (Ref 07/015/455) et conforme à la NF EN 13162, dont les caractéristiques exigées sont :

- $\lambda_{\text{utile}} = 0.038 \text{ W/m.K.}$
- Réaction au feu : Euroclasse A1
- Comportement à l'eau : Absorption d'eau par immersion WS ou WL(P).
- Masse volumique : supérieure ou égale à 120 kg/m^3
- Résistance à la compression: CS (10/Y) 30

(1) Stabilité dimensionnelle dans des conditions de température et d'humidité spécifiées : DS (TH) Marques commerciales communiquées au CSTB.

3.3 Profilé PVC

Il sert à protéger l'isolant pendant la phase travaux, sa dimension est adaptée à l'épaisseur d'isolant choisie. Il existe en U 10/80/10.

Des sangles métalliques serrent les profils PVC contre l'isolant.

3.4 Peignes en acier inoxydable

Ces peignes sont positionnés de part et d'autre de l'isolant pour maintenir l'espacement des barres hautes et basses en s'affranchissant de barres de montage.

Aucune fonction de résistance n'est requise.

3.5 Béton

Le rupteur doit être noyé dans des éléments en béton armé de la classe de résistance minimale à la compression C25/30, suivant la norme béton NF EN 206/CN.

4. Fabrication

Les éléments ISOTEC RT+ sont montés exclusivement dans l'usine PLAKABETON située à TERNAT en Belgique, près de Bruxelles.

La fabrication s'effectue sur une chaîne de production répartie en six postes :

1. Coupe des barres à longueur sur cisaille.
2. Pliage des barres, par pièce, sur plieuse horizontale.
3. Coupe et perçage de l'isolant selon les nombres de barres à placer.
4. Découpe laser des peignes inox
5. Montage des barres et maintien par soudure par point sur poste semi-automatique.
6. Les capots PVC achetés à l'extérieur sont coupés au mètre linéaire et rajoutés en partie haute et basse, puis serrés par des sangles contre l'isolant.

Chaque poste est sous la responsabilité du Chef de Production et du Responsable des Contrôles de la Qualité, dans le cadre du plan Assurance-Qualité.

Dès la fin de la production, les éléments sont étiquetés et emballés pour expédition.

Lors de chaque livraison des matériaux, il est exécuté un contrôle visuel de conformité à la commande.

Pour les aciers, un certificat de coulée du type DIN 3.1.b est exigé.

Les fiches de production prévoient un contrôle au niveau de la coupe et du perçement de l'isolant, au niveau de la coupe et du façonnage des aciers, ainsi qu'au niveau du montage de la première pièce et de la vingtième, par lot, enfin un contrôle final de la commande à l'emballage.

Chaque élément ISOTEC RT+ est marqué d'une étiquette mentionnant sa provenance et sa référence (chantier, type) et d'un collant pour indiquer le sens de pose.

Les éléments ISOTEC RT+ terminés sont emballés et entièrement recouverts de plastique thermo-rétractable pour rester à l'abri des intempéries. Ils sont stockés à l'extérieur et transportés jusqu'au chantier en palettes filmées. Grâce à des calages adaptés, les isolants ne sont ni poinçonnés ni déformés.

Sur le chantier, les éléments doivent être stockés à l'abri des chutes d'objets et conservés dans leur emballage d'origine avant mise en œuvre. Lorsqu'une palette est ouverte, il est conseillé de la recouvrir de film PVC.

5. Fourniture et assistance technique

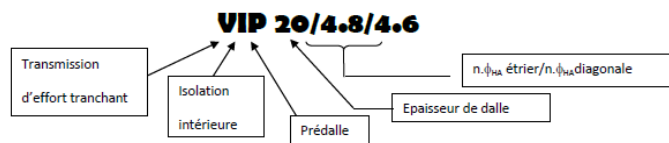
5.1 Identification et suivi du produit

A la fabrication en usine, une étiquette est collée sur le profil pvc recouvrant l'isolant et donne le sens de pose. Une autre étiquette ligaturée aux armatures indique le nom du client, la référence de chantier et la dénomination du modèle.

La dénomination des rupteurs permet de connaître :

- 1 - le type d'effort principal transmis – V pour tranchant – M pour moment fléchissant
- 2 - le type d'isolation – I pour intérieure, E pour extérieure
- 3 - Particularité de liaison - P pour prédalles, A pour acrotère ou allège
- 4 - la combinaison d'aciers – nombre de barres supérieures, nombre de barres diagonales, nombre de barres inférieures.

Exemple :



Le client reçoit à la livraison un bon lui récapitulant les modèles de sa commande.

5.2 Assistance technique

Le service technique de PLAKABETON dimensionne les rupteurs sur la base de la descente de charges transmise par le bureau d'études structures en charge du projet et intègre les modèles de rupteurs sur les plans d'exécution.

Le Service Commercial propose systématiquement une assistance à la première mise en œuvre sur site des rupteurs thermiques.

6. Mise en œuvre

Il conviendra de prévoir des aciers complémentaires en nez de dalle sous forme d'aciers filants HA10 de chaînage.

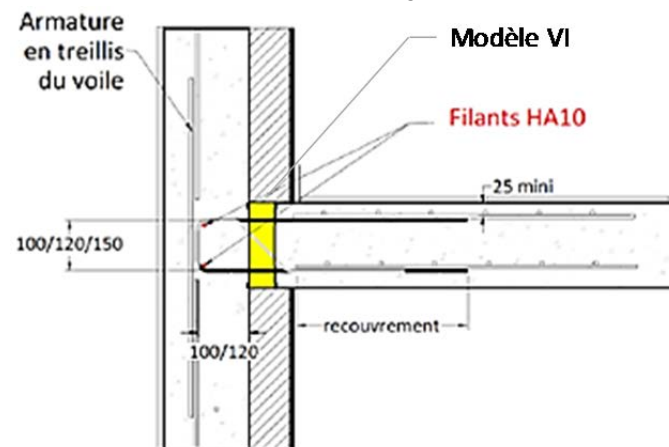


Figure 4 : Coupe plancher béton armé/façade (Rupteur VI) (le doublage est réalisée selon les prescriptions de l'Annexe 9)

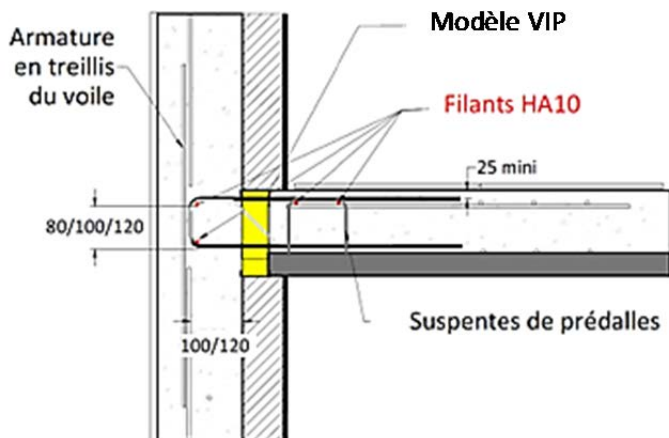


Figure 5 : Coupe plancher à prédalles/façade (Rupteur VIP)
(le doublage est réalisée selon les prescriptions de l'Annexe 9)

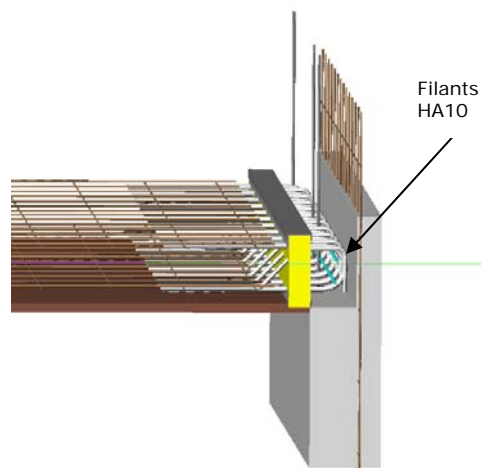


Figure 7 : Phase provisoire - Rupteur VI

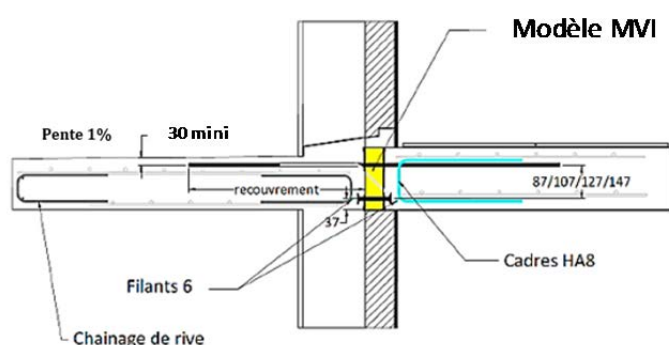


Figure 6 : Coupe plancher béton armé/balcon (Rupteur MVI)
(le doublage est réalisée selon les prescriptions de l'Annexe 9)

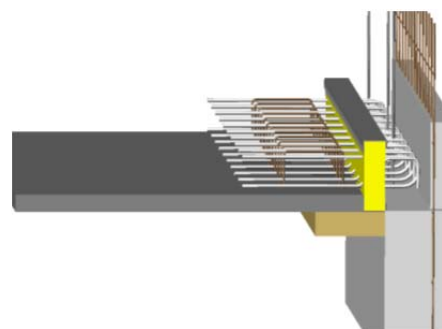


Figure 8 : Phase provisoire - Rupteur VIP

6) Bétonnage du chaînage et de la dalle, avec un béton de même caractéristique que celui prévu à l'étude en soignant particulièrement la vibration coté chaînage.

Sur chantier, les éléments peuvent être coupés dans le sens de la hauteur de l'isolant pour correspondre à une cote sur plan. Les chutes peuvent être réutilisées à condition de correspondre à la nomenclature du plan.

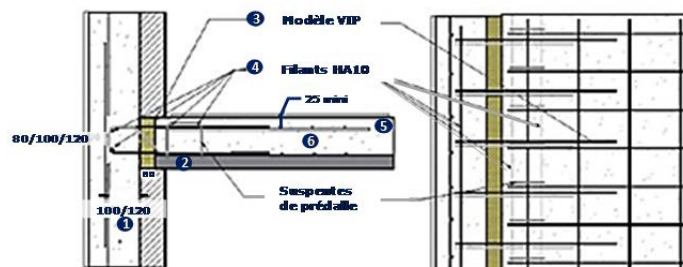
Tous les éléments comportent une étiquette donnant la désignation du modèle et le sens de pose.

Les Prescriptions de Mise en Œuvre sont fournies au client dans la documentation et donne à l'utilisateur, toutes les instructions de pose garantissant le bon fonctionnement du rupteur.

6.1 Phasage de pose

- 1) Le mur supportant la dalle doit être prévu avec une largeur d'appui suffisant pour mettre en place le rupteur. La boucle standard de l'étrier fait une profondeur de 10 cm et permet de s'adapter aux façades béton de largeur mini 16 cm, ou aux façades en blocs de béton creux, briques de 20 cm ou briques monomur de 37 cm.
- 2) Les ISOTEC RT+ sont posés sur le coffrage de plancher de sorte que l'isolant soit contre le mur de façade, dans le prolongement du futur doublage intérieur.
- 3) Le sens de pose et le modèle de rupteur indiqué sur l'étiquette doit correspondre au plan de calepinage fourni.
- 4) Les aciers de chaînage en filant HA10 sont glissés et ligaturés dans la boucle du rupteur.
- 5) Les nappes hautes et basses d'armatures de plancher dimensionnées par le BET Structure sont positionnées en recouvrement des étriers de l'ISOTEC RT+.

6.2 Cinématique de pose dans le cas de l'utilisation de prédalles



- 1 Bétonnage du mur de façade
- 2 Pose des prédalles à 80mm du mur de façade
- 3 Mise en œuvre de l'ISOTEC RT+ de type VIP en respectant les références du plan de pose fourni
- 4 Mise en place des filants dans les boucles de l'ISOTEC RT+ et dans les suspendes de prédalles
- 5 Positionnement des armatures de dalle calculées par le BET en recouvrement des aciers de l'ISOTEC RT+. Le modèle VIP doit être ligaturé aux treillis soudés
- 6 Bétonnage du plancher et du chaînage du mur. Attention à bien vibrer le béton

Le doublage est réalisé selon les prescriptions de l'Annexe 9.

7. Règles de conception

7.1 Analyse statique

Le dimensionnement structurel est effectué sur la base des efforts à reprendre calculés par le BE structure de chaque projet.

7.1.1 Forces agissantes

Il y a lieu pour le concepteur de considérer toutes les forces qui s'appliquent sur la liaison. On y trouvera notamment :

- Les charges gravitaires (poids propre, charges d'exploitations, etc...) : Ces charges doivent être ramenées à la liaison en termes de moment (M_y) et d'effort tranchant (V_z) selon les lois de la RdM. Le moment est pris comme égal au moment en travée de la dalle multiplié par un facteur de 0,15 pour une dalle sans balcon.
- Les charges de vent : Le vent s'applique sur la façade (traction/compression en V_x) et est transmis des rupteurs au plancher. Les rupteurs, de par leur souplesse latérale ne reprennent pas d'effort latéraux (V_y dû au vent = 0), et les efforts de

contreventement de la structure doivent passer par d'autres liaisons (liaisons non-traitées)

- Le retrait du béton et le différentiel thermique : voir § 7.14.2.

7.12 Combinaisons de charges

Les combinaisons de charges à considérer sont les suivantes :

- ELU fondamental
- ELU accidentel

Un cas de charge accidentel propre aux rupteurs est à considérer (vérification locale en V_x uniquement, il ne s'agit pas d'un calcul de stabilité de bâtiment), avec un effort accidentel de vent correspondant à une charge de 6 kN/m² sur la surface de façade reprise par les rupteurs.

Il n'y a pas de combinaison de charge à l'ELS à considérer pour le dimensionnement du rupteur.

7.13 Choix des modèles

Les performances mécaniques des différents modèles de rupteur sont données en Annexes du Dossier Technique. Il y a lieu de choisir le modèle de rupteur en fonction de l'effort à reprendre (moment, effort tranchant).

La vérification consiste à comparer les efforts résistants aux efforts appliqués pour chaque cas de charge :

$$F_{Ed} \leq F_{Rd}$$

7.14 Impact sur la structure

La présence de rupteurs peut avoir les impacts suivants sur les éléments de structure alentours. Le bureau d'étude du projet doit en tenir compte lors de la conception :

7.141 Contreventement du bâtiment

Les zones équipées de rupteurs, de par la souplesse des rupteurs dans la direction Oy par rapport à une liaison non-traitée, ne peuvent reprendre d'efforts dans cette direction (la liaison est bien plus souple). La transmission des efforts de contreventement depuis le plancher vers les façades se fait alors via ces zones non-traitées et les refends. Les points suivants sont alors à vérifier par le bureau d'étude structure du projet :

- Il doit s'assurer du contreventement du bâtiment et du bon cheminement des efforts de contreventement.
- Il doit effectuer le dimensionnement des zones où transitent les efforts de contreventement.
- Il doit s'assurer que les déplacements horizontaux sont compatibles avec la destination de l'ouvrage.

7.142 Dilatation thermique

- La dilatation thermique relative de la façade par rapport au plancher nécessite de maîtriser les déplacements relatifs ainsi que les fissurations de façade engendrées par son blocage ponctuel. La prise en compte de ce phénomène de dilatation (voir Annexe 5) passe par le respect de deux exigences :

- La non-plasticité cyclique des aciers des rupteurs
- La maîtrise de la fissuration
 - L'exigence de non plasticité cyclique des aciers signifie que les segments de façade peuvent se déplacer librement, tant que ce déplacement relatif ne dépasse pas le déplacement maximal des aciers avant plastification. Les dispositions constructives associées à cette exigence sont indiquées en Annexe 5 et 6.
 - La maîtrise de la fissuration des éléments de façade et des balcons d'angle concernés est assurée par la mise en place d'un ferrailage minimal (voir Annexe 7 et 8).

7.2 Sécurité incendie

Les éléments ISOTEC RT+ en ITI font l'objet de l'appréciation de laboratoire N° RS17-050, dont la conclusion figure dans le Tableau A.

La tenue au feu des murs de façade en maçonnerie de petits éléments (béton ou terre cuite) ou en béton coulé en place sur lesquels les rupteurs prennent appui doit avoir été justifiée par calcul suivant le règlement en vigueur au moment de l'étude.

Tableau A

Modèle	Rapport d'essai	Equivalence de classement
VI	RS05-063A et RS05-063B	REI 120
VIP	RS10-013	REI 120
MVI	RS10-014 et RS10-013	REI 120

7.3 Valeurs de calcul pour les différents modèles de la gamme

Les pages en annexe donnent des détails sur les modèles les plus courants en utilisation intérieure. Toutes les valeurs données sont les valeurs de calcul (R_d) au sens de l'Eurocode 8.

7.4 Etanchéité

7.41 Cas des balcons

La nécessité de la mise en œuvre d'une étanchéité devra être appréciée par le concepteur, en fonction de la zone climatique et de l'exposition du balcon aux intempéries et précisé au Documents Particuliers du Marché (DPM). Les relevés d'étanchéité doivent être traités au cas par cas, conformément aux règles de l'Art en vigueur (Normes NF DTU). Il est à noter que la coupe fournie en Figure 15 pour les balcons avec étanchéité est présentée avec des solutions d'étanchéité ne nécessitant pas de protection de la tête du relevé d'étanchéité (becquet de protection par exemple) et ce, dans le but de minimiser le décaissé. Ces solutions ne sont cependant pas des solutions traditionnelles et relèvent d'avis technique (solutions par Système d'Etanchéité Liquide - SEL).

Les solutions de type caniveau engravé sont proposées car ce type de conception est rencontré fréquemment. Ce caniveau, qu'il soit ponctuel au droit des portes-fenêtres ou filant le long de la façade, du fait des risques de pénétration d'eau à l'intérieur des bâtiments qu'il représenterait et des sujétions d'exécution qu'il induirait, doit bénéficier obligatoirement d'une étanchéité et d'une pente pour garantir l'évacuation des eaux. Ce caniveau doit en outre impérativement répondre aux dimensions minimales (profondeur supérieure ou égale à 5 cm, largeur supérieure ou égale à 30 cm).

7.42 Cas des toitures-terrasses

Sont visées : les terrasses inaccessibles, les terrasses accessibles techniques, les terrasses accessibles piétonnes, les terrasses avec végétalisation et les terrasses accessibles véhicules légers telles que définies dans la norme NF P 84-204-1.

Le système de rupteur peut être utilisé comme support de système d'étanchéité, dans les conditions définies dans la norme NFP 10 203-1, dans la mesure où les prescriptions ci-dessous sont respectées.

Dans le cas d'application de rupteur thermique en toiture terrasse, il faut pouvoir assurer une étanchéité sur des supports discontinus.

La solution proposée correspond à l'article 6.3 du DTU 43.1.

Les spécifications sont les suivantes :

- Lors de la mise en œuvre du pare-vapeur, une attention particulière est attendue au niveau du rupteur. De manière à ne pas détériorer le capot du rupteur, le chalumeau doit être réglé pour obtenir une flamme molle.
- Le pare-vapeur est recouvert en angle par une équerre pare-vapeur qui remonte en relevé. Cette équerre, collée à chaud, doit avoir un débord au moins de 60 mm par rapport à l'isolant du rupteur et celui de la toiture terrasse. Le pare-vapeur est conforme à la norme NF P 84-204.
- L'isolant posé par-dessus le pare-vapeur doit être sous DTA. Sa pose peut être indépendante, collée à froid, à chaud dans tous les cas de figures, ou fixé mécaniquement dans le cas du rupteur posé à l'horizontal pour isolation extérieur.
- Les éventuels efforts de compression diffusés par cette épaisseur d'isolant sur la tranche du rupteur seront repris par le capot pvc qui repose de part et d'autre sur des plats inox soudés sur les aciers du rupteur. L'isolant du rupteur n'est donc pas sollicité en compression quelle que soit le type de terrasse.
- L'étanchéité de la dalle terrasse peut-être une membrane bitumineuse, synthétique ou asphalte. Dans tous les cas, elle doit être conforme au DTU 43.1 ou à un DTA ou un Avis Technique. Une bande équerre de rive fait la jonction en angle en assurant un recouvrement d'au moins 100 mm.
- Un relevé d'étanchéité protège l'ensemble de l'angle en surface avec un recouvrement mini de 150 mm.
- L'ouvrage d'étanchéité doit être protégé en tête de relevé.
- A noter que le principe d'isolation inversée est compatible avec les prescriptions ci-dessus.

7.5 Thermique

Le calcul du pont thermique PSI liaison en présence des composants ISOTEC RT+ a été réalisé au CSTB, conformément aux Règles Th-Bât. Le coefficient de transmission linéique PSI a été calculé pour différents modèles placés à la liaison entre une dalle (épaisseur 200 mm) et une façade (en béton armé de 180 mm d'épaisseur ou en maçonnerie de 200 mm d'épaisseur) isolée par l'intérieur. Les liaisons avec les planchers bas, intermédiaires et hauts ont été calculées.

Des valeurs courantes de la transmission linéique ψ en W/(m.K) sont données pour exemples dans le tableau de l'Annexe 10 du Dossier Technique (acier inox 304, dalle de 200 mm).

B. Résultats expérimentaux et études

B.1 Mécanique

- Rapport n° ES 553 04 0025, CSTB, 2005, Essai de cisaillement sur modèle de rupteur de type VI 4.8/4.8.
- Rapport d'essai n° MRF 14 26052314, CSTB, 2015, Essais mécaniques sous chargement concomitant horizontal et vertical, Rupteur : VI 20/8.8/8.6.
- Étude NECS – Modélisation du comportement thermo-mécanique de deux bâtiments complexes (R+4 et R+9) en béton armés équipés de rupteurs thermiques – 05.2017 + rapport complémentaire – 07.2017

B.2 Feu

• Rapport d'essai	• Configuration testée	• Appréciation de laboratoire associée	• Equivalent de classement feu
<ul style="list-style-type: none"> • RS05-063A, CSTB, 2005 • RS05-063B, CSTB, 2006 	<ul style="list-style-type: none"> • Rupteur VI, plancher béton armé et mur maçonnerie blocs béton d'une part, mur béton d'autre part 	<ul style="list-style-type: none"> • RS17-050, CSTB, 2017 : • Extension à toute la gamme visée VI/VIP/MVI, murs de façade en maçonnerie (béton ou terre cuite) ou béton coulé en place, épaisseur de béton dalle (avec ou sans prédalle) ≥ 18 cm 	<ul style="list-style-type: none"> • REI 120*
<ul style="list-style-type: none"> • RS10-013, CSTB, 2010 	<ul style="list-style-type: none"> • Rupteur VIP, plancher prédalle précontrainte et mur béton armé 		
<ul style="list-style-type: none"> • RS10-013, CSTB, 2010 • RS10-014, CSTB, 2010 	<ul style="list-style-type: none"> • Rupteur MVI, plancher béton armé et mur maçonnerie blocs béton d'une part, mur béton d'autre part 		

*L'équivalent de classement du rupteur ne peut être revendiqué qu'à condition que la résistance au feu des éléments de structure (murs, planchers) à l'interface desquels il est incorporé soit justifiée.

B.3 Acoustique

- Etude de performances acoustiques en transmission latérale d'une jonction en T avec rupteur (Etude CSTB n° ER712.04.141).
- F.E.S.T N°AI07-D du CERQUAL

B.4 Thermique

Etude Thermique :

- Rapport CSTB: DEIS/HTO – 2017 – 061 - BB/LB - N° SAP 70058445

C. Références

C.1 Données Environnementales¹

Le procédé ISOTEC RT+ en ITI ne fait pas l'objet d'une Déclaration (DE). Il ne peut donc revendiquer aucune performance environnementale particulière. Les données issues des DE ont notamment pour objet de servir au calcul des impacts environnementaux des ouvrages dans lesquels les procédés visés sont susceptibles d'être intégrés.

C2. Références de chantiers en ITI

CLIENT	CHANTIER	ml
Aris construction	Gatsby	555
Bernard Brignon	Arboria	239
Bigmat Bronzini	Revinco 2	264
BOUYGUES	50 logements Mons en Baroeul	395
Brézillon	Lycée Jean Paul 2	442
Delecroix	La madeleine	247
Demathieu Bard	Quartier Bel Air	516
Dumez	Foyer Adoma Colombes	900
FAYAT	POMONA	142
Ferrer Sud	Eden Square	463
FONDEVILLE	Green Garden	400
Gaia Batiment	Parc Elysee	200
GMC	Jardins des arts	474
HPB	Les Fenassiers à Colomiers	351
Lefebvre	Sains du Nord	133
Lhotellier batiment	Abbeville	401
Massol	61 logements ST Afrique	266
Mediane	Seraphin	243
NCN	Cappelle la Grande	515
PICARD	St Thomas	352
PITEL	Clamart	183
SAC	Soissons	141
SEA Construction	Castel Rochet	169
SEC TP	carré 9 MARSEILLE	293
SIMC	LHE	368
SMB	Roquefraise	264
SOBANET	22 logements à Marquette	118
SODREMAT	Creach' Mickael	191
Sogeco	21 logements Poix	255
SPH	Nogent	391
SRB	Carré Joffre	683
STAM	Margarido	244
STCE	Chevigny St Sauveur	345
Vigna	Le Major	153
VINCI	Le Lavandou	195
Wig France	Port Royal Bât. I	132

¹ Non examiné par le Groupe Spécialisé dans le cadre de cet Avis

ANNEXE 1 - DONNEES TECHNIQUES SUR MODELES VI

Les valeurs indiquées sont des valeurs admissibles de sollicitations aux ELU.

Forfaitairement, les éléments VI reprennent 15 % du moment en travée.

(*) Les VI3.6/3.6 utilisés dans le sens non porteur du plancher doivent être dimensionnés pour équilibrer 30 % de l'effort tranchant sollicitant dans le sens porteur.

		VI 3.6/3.6 (*)	VI 4.6/4.6	VI 5.6/5.6	VI 6.6/6.6	VI 4.8/4.6	VI 5.8/5.6	VI 6.8/6.6	VI 8.8/8.6	VI 10.8/10.6	VI 10.8/10.8	VI 12.8/12.6	VI 12.8/12.8
d=100mm	Vu max (kN)	23.71	31.61	39.51	47.41	31.61	39.51	47.41	63.22	79.02	140.48	94.82	168.57
	Mu (kN.m) pour Nu=0 et Vu=0	1.82	2.42	3.03	3.63	5.32	6.65	7.98	10.64	13.30	13.30	15.96	15.96
	Nx,Rd (kN) pour Mu=0	-	68.5	85.6	103.0	138.3	173.0	207.5	277.0	345.8	345.8	415.0	415.0
d=120mm	Vu max (kN)	26.08	34.77	43.46	52.16	34.77	43.46	52.16	69.54	86.93	154.54	104.31	185.44
	Mu (kN.m) pour Nu=0 et Vu=0	2.18	2.90	3.63	4.36	6.38	7.98	9.58	12.77	15.96	15.96	19.15	19.15
	Nx,Rd (kN) pour Mu=0	-	68.5	85.6	103.0	138.3	173.0	207.5	277.0	345.8	345.8	415.0	415.0
d=150mm	Vu max (kN)	26.08	34.77	43.46	52.16	34.77	43.46	52.16	69.54	86.93	154.54	104.31	185.44
	Mu (kN.m) pour Nu=0 et Vu=0	2.72	3.63	4.54	5.45	7.98	9.97	11.97	15.96	19.95	19.95	23.94	23.94
	Nx,Rd (kN) pour Mu=0	51.0	68.5	85.6	103.0	138.3	173.0	207.5	277.0	345.8	345.8	415.0	415.0

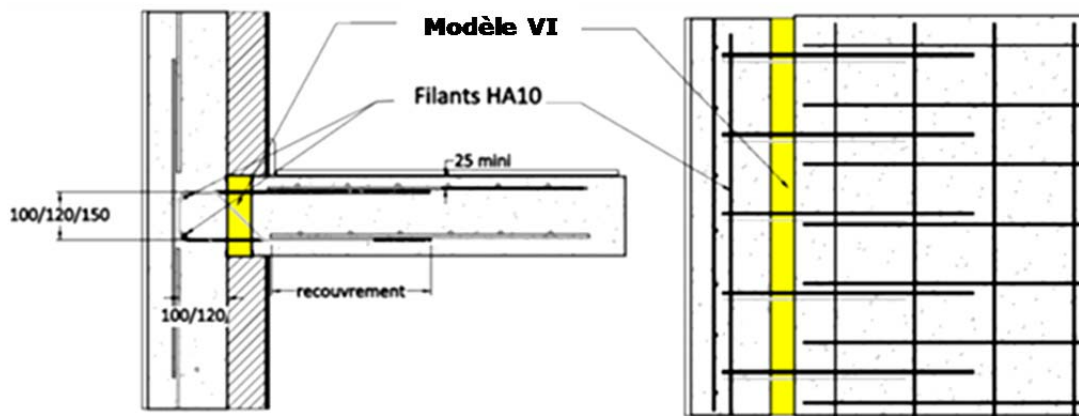


Figure 9 : Modèles VI, positionnement

(le doublage est réalisée selon les prescriptions de l'Annexe 9)

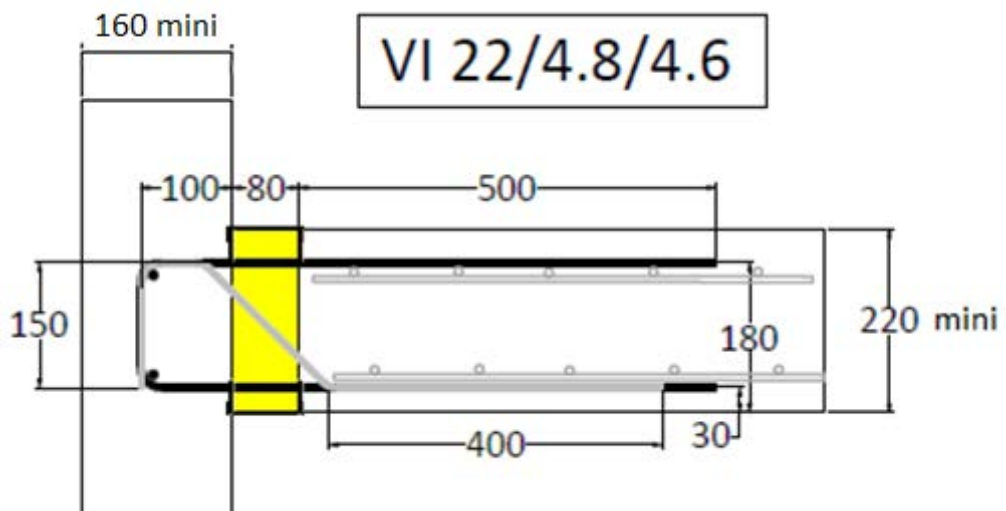
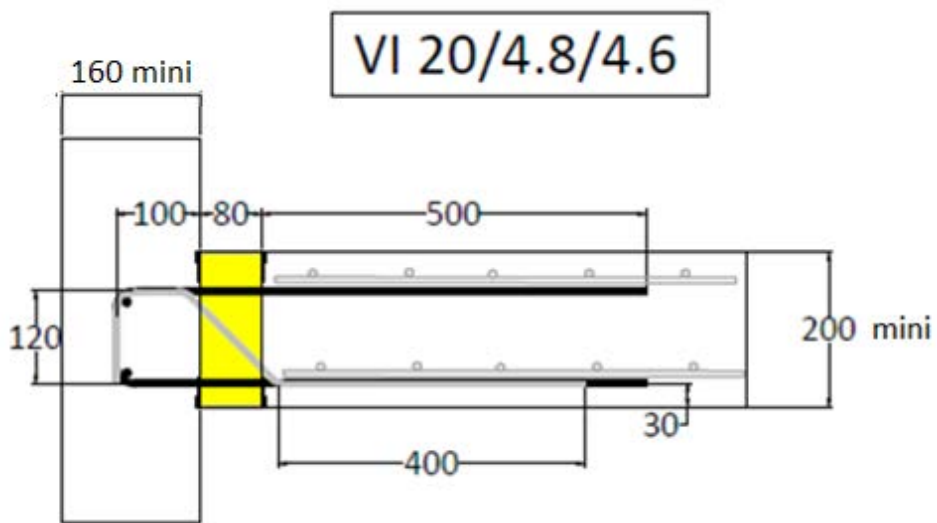
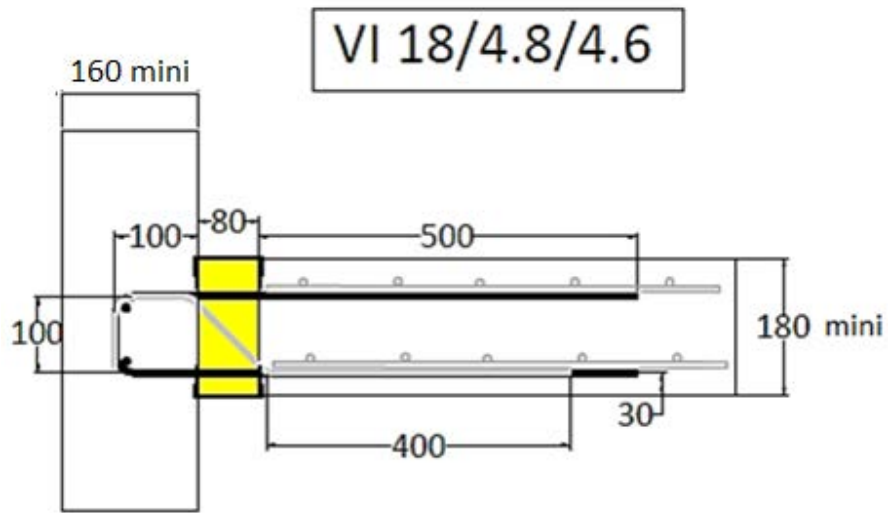


Figure 10 : Modèles VI

ANNEXE 2 - DONNEES TECHNIQUES SUR LES MODELES VIP

Les valeurs indiquées sont des valeurs admissibles aux ELU.

Forfaitairement, les éléments VI reprennent 15 % du moment en travée.

Des suspentes calculées par le préfabricant de prédalles doivent être prévues.

La longueur des prédalles doit tenir compte des 80 mm d'épaisseur de l'isolant.

(*) Les VIP3.6/3.6 utilisés dans le sens non porteur du plancher doivent être dimensionnés pour équilibrer 30 % de l'effort tranchant sollicitant dans le sens porteur.

		VIP 3.6/3.6 (*)	VIP 4.6/4.6	VIP 5.6/5.6	VIP 6.6/6.6	VIP 4.8/4.6	VIP 5.8/5.6	VIP 6.8/6.6	VIP 8.8/8.6	VIP 10.8/10.6	VIP 10.8/10.8	VIP 12.8/12.6	VIP 12.8/12.8
d=80mm	Vu max (kN)	23.71	31.61	39.51	47.41	31.61	39.51	47.41	63.22	79.02	140.48	94.82	168.57
	Mu (kN.m) pour Nu=0 et Vu=0	1.45	1.94	2.42	2.90	4.10	5.12	6.14	8.19	10.24	10.24	12.29	12.29
	Nx,Rd (kN) pour Mu=0	-	68.5	85.6	103.0	138.3	173.0	207.5	277.0	345.8	345.8	415.0	415.0
d=100mm	Vu max (kN)	23.71	31.61	39.51	47.41	31.61	39.51	47.41	63.22	79.02	140.48	94.82	168.57
	Mu (kN.m) pour Nu=0 et Vu=0	1.82	2.42	3.03	3.63	5.32	6.65	7.98	10.64	13.30	13.30	15.96	15.96
	Nx,Rd (kN) pour Mu=0	-	68.5	85.6	103.0	138.3	173.0	207.5	277.0	345.8	345.8	415.0	415.0
d=120mm	Vu max (kN)	26.08	34.77	43.46	52.16	34.77	43.46	52.16	69.54	86.93	154.54	104.31	185.44
	Mu (kN.m) pour Nu=0 et Vu=0	2.18	2.90	3.63	4.36	6.38	7.98	9.58	12.77	15.96	15.96	19.15	19.15
	Nx,Rd (kN) pour Mu=0	51.0	68.5	85.6	103.0	138.3	173.0	207.5	277.0	345.8	345.8	415.0	415.0

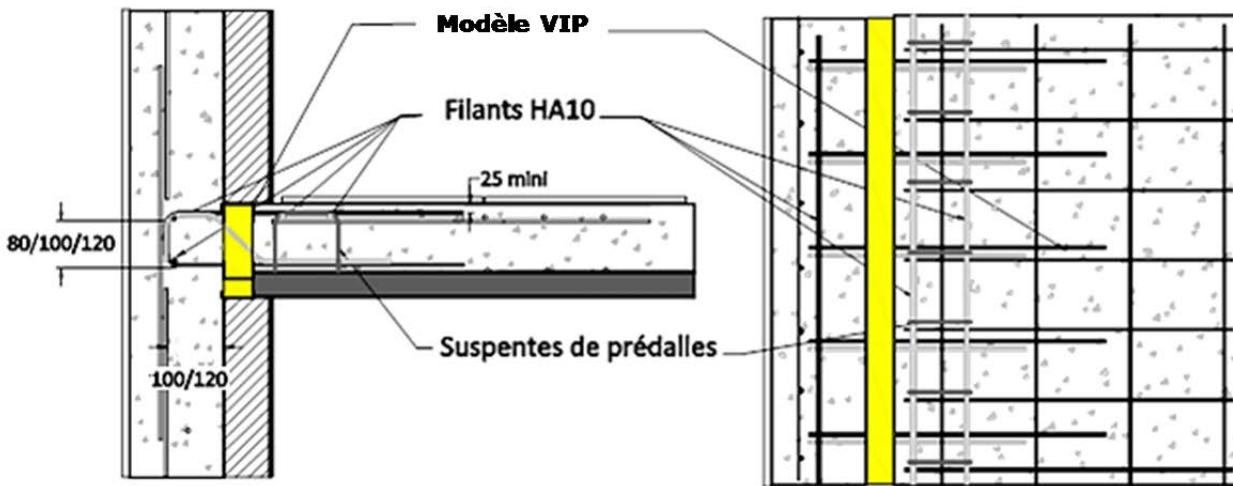


Figure 11 : Modèles VIP, positionnement

(le doublage est réalisée selon les prescriptions de l'Annexe 9)

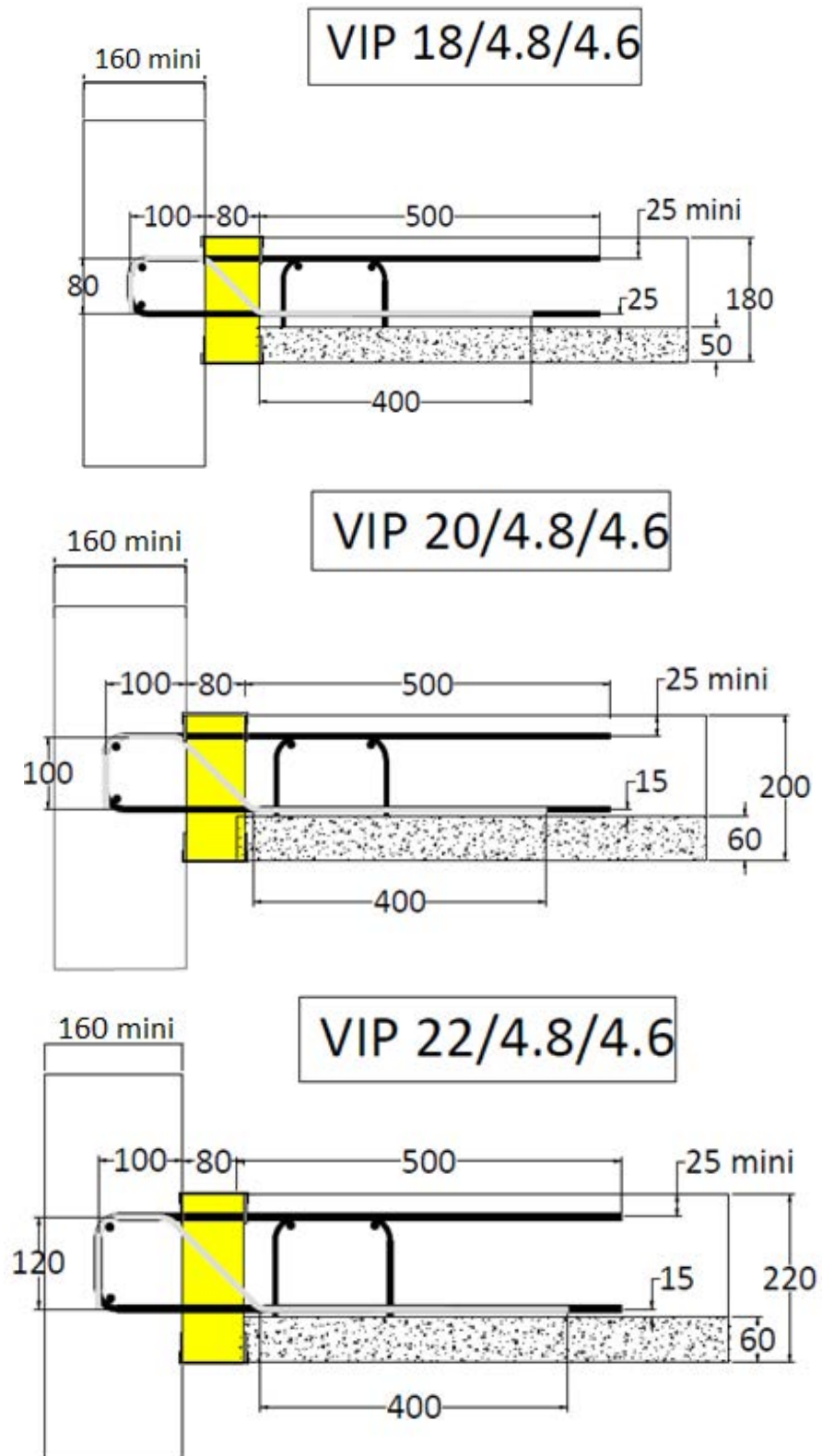


Figure 12 : Modèles VIP

(le doublage est réalisée selon les prescriptions de l'Annexe 9)

ANNEXE 3 - DONNEES TECHNIQUES SUR LES MODELES MVI

Les valeurs indiquées sont des valeurs admissibles de sollicitations aux ELU.

Plancher en dalle pleine	MVI	MVI	MVI	MVI	MVI	MVI	MVI	MVI	MVI	MVI
alpha=45°	4.8/4.6/4.12	4.10/4.6/4.12	5.10/5.6/5.12	6.10/6.6/6.12	8.10/8.6/8.12	10.10/10.6/10.12	12.10/12.6/12.12	14.10/14.6/14.12	12.12/12.6/12.12	14.12/14.6/14.12
Vu max (kN)	34.77	34.77	43.46	52.16	69.54	86.93	104.31	121.70	104.31	121.70
d=87mm Mu (kN.m)	7.52	11.26	13.85	16.45	21.64	26.84	32.03	37.22	43.19	50.61
d=107mm Mu (kN.m)	9.25	13.84	17.04	20.23	26.62	33.00	39.39	45.78	53.12	62.24
d=127mm Mu (kN.m)	10.97	16.43	20.22	24.01	31.59	39.17	46.75	54.33	63.05	73.88
d=147mm Mu (kN.m)	12.70	19.02	23.41	27.79	36.57	45.34	54.12	62.89	72.98	85.51

Nota:

L'enrobage supérieur des armatures des balcons en acier non inoxydable sera d'au moins 40 mm, à défaut d'un traitement d'étanchéité. En cas de présence d'une solution d'étanchéité, l'épaisseur minimale de l'enrobage des armatures des balcons en acier non inoxydable sera déterminé conformément à la NF EN 1992-1-1 et son Annexe Nationale, en considérant une classe d'exposition XC1.

L'enrobage renseigné dans les figures 13 et 14 est uniquement valable pour des aciers inoxydables.

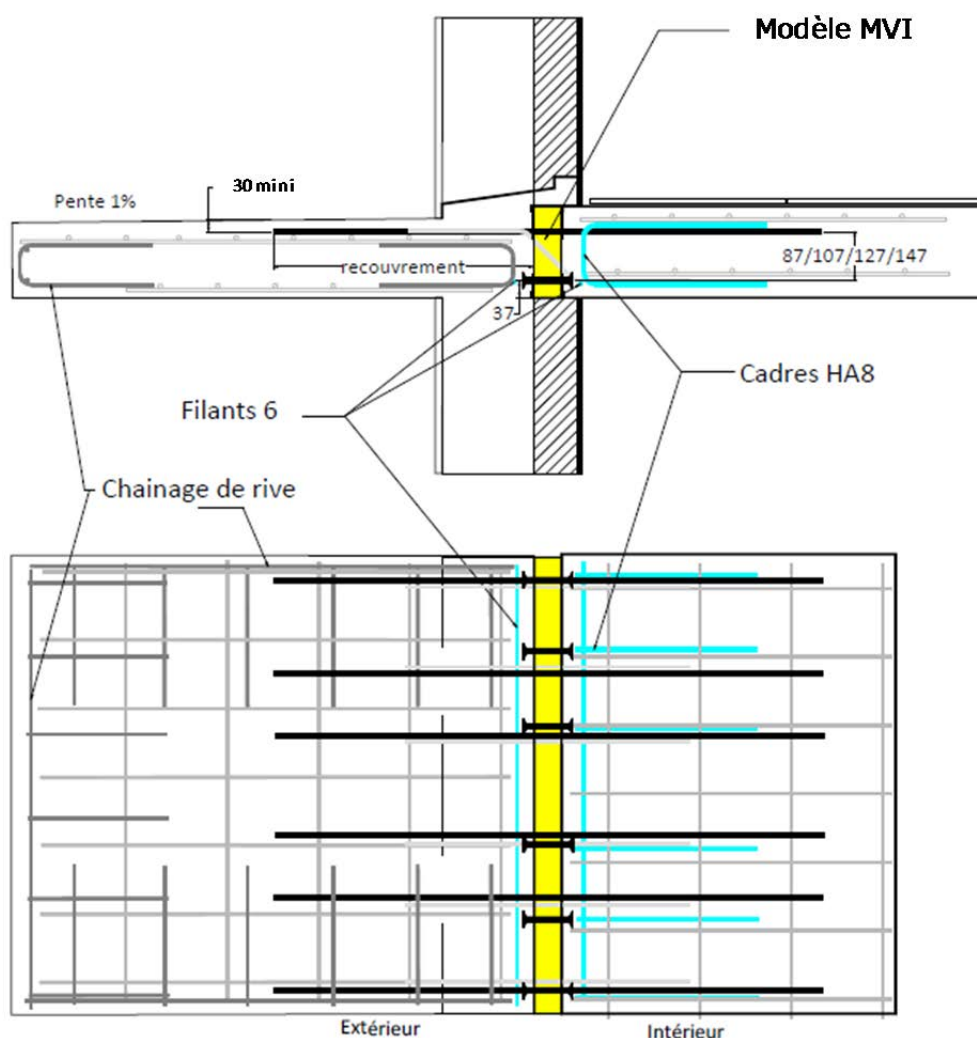
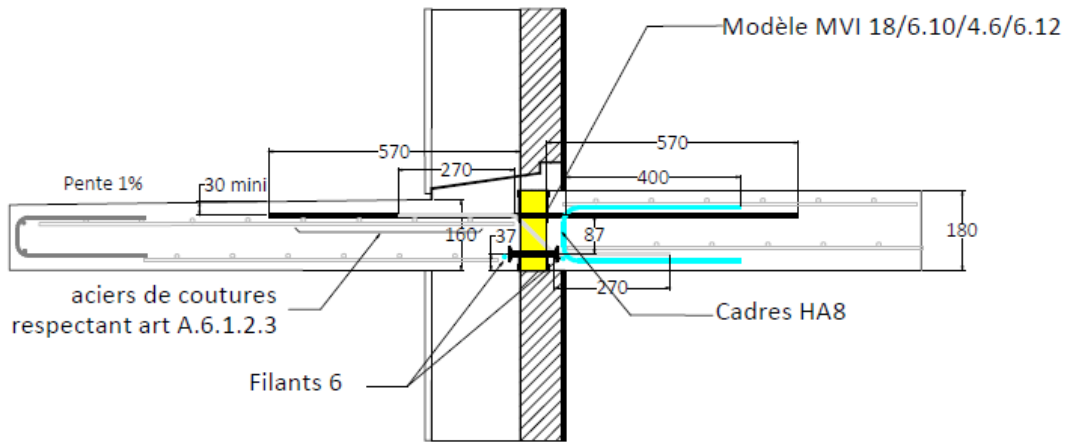
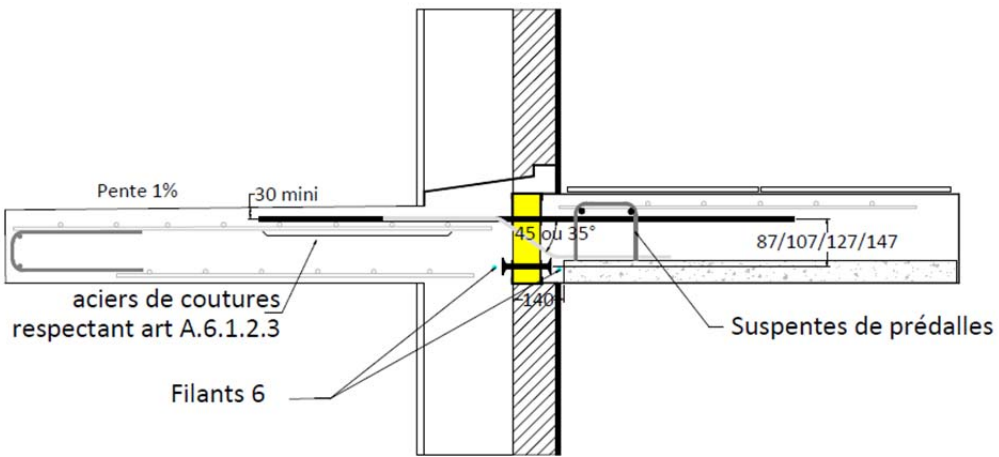


Figure 13 : Modèles MVI, positionnement



Application Isotec RT+ de type MVI avec plancher dalle pleine



Application Isotec RT+ de type MVI avec prédalles BA ou précontraintes

Figure 14 : Modèles MVI

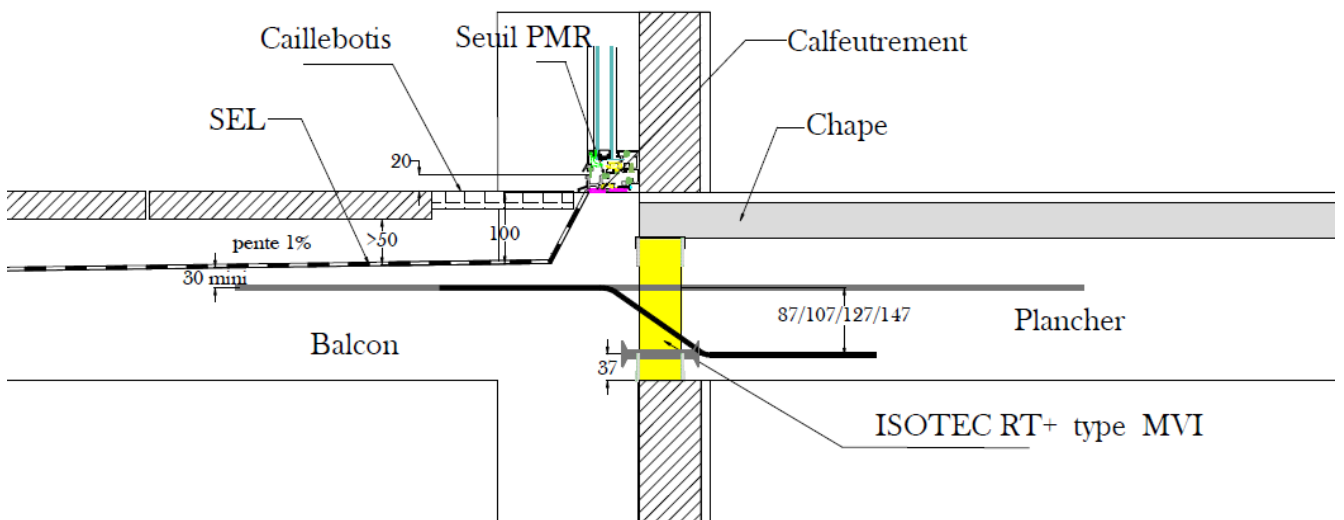


Figure 15 : Isolation intérieure – Balcon étanché ou non avec chape intérieure

ANNEXE 4 - TOITURES TERRASSES

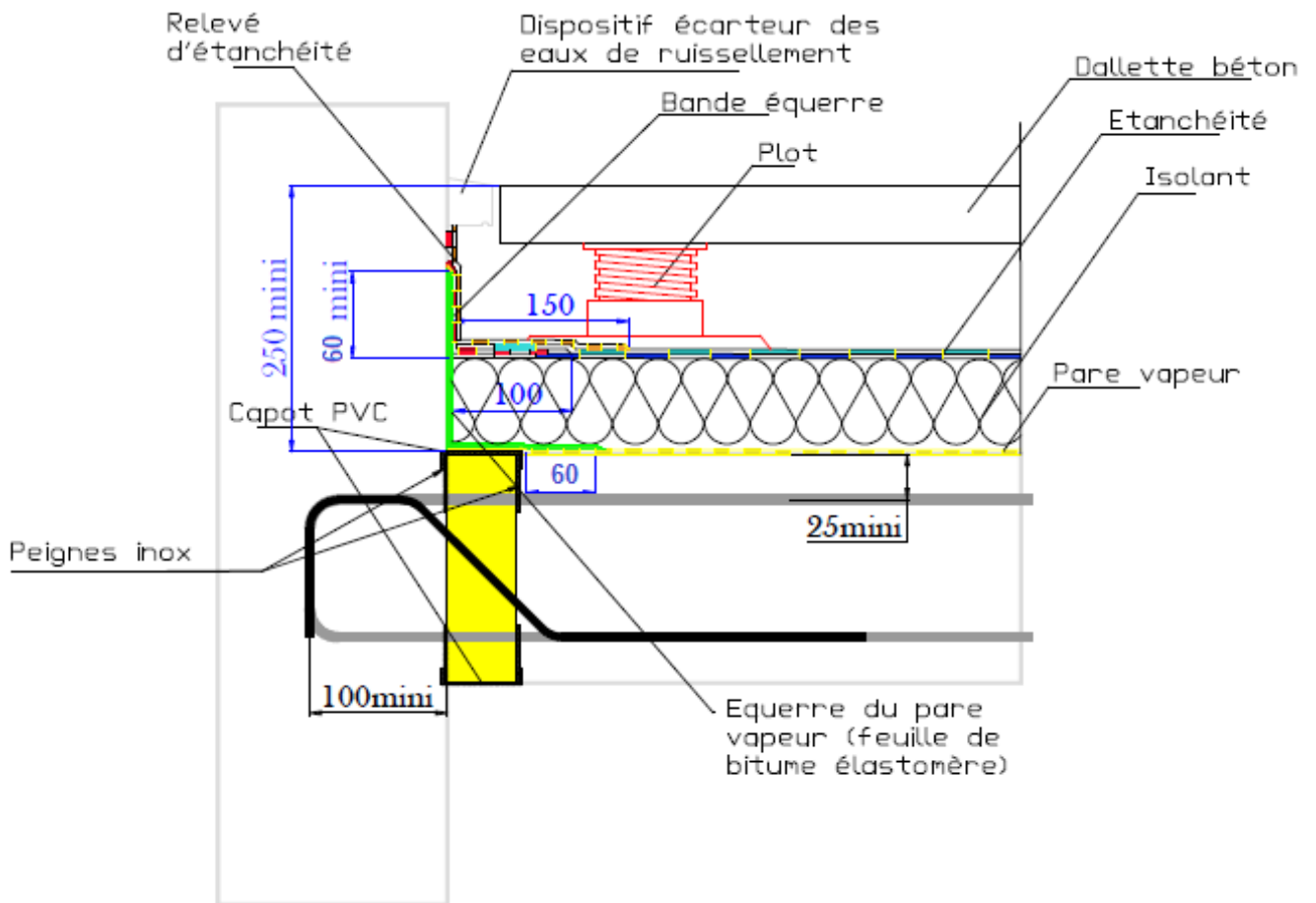


Figure 16 : Toitures terrasses

ANNEXE 5 - METHODE DE DIMENSIONNEMENT ET DE PRISE EN COMPTE DE LA DILATATION THERMIQUE

La dilatation thermique relative de la façade par rapport au plancher, associée à l'exigence de non-plasticité cyclique des rupteurs thermiques nécessite de maîtriser les déplacements relatifs ainsi que les fissurations de façade engendrées par son blocage ponctuel.

La terminologie suivante est utilisée pour la suite du document :

Point libre: angle ou joint de dilatation, permettant la dilatation horizontale de la façade

Point fixe: refend ou bride (nervure en béton armé), bloquant la dilatation horizontale de la façade

L'exigence de non plastification des aciers signifie que les segments de façade peuvent se déplacer librement, tant que ce déplacement relatif ne dépasse pas le déplacement maximal des aciers avant plastification. Il est donc requis de limiter la longueur des segments de façade dits « libres », à savoir ayant aux extrémités un ou deux points libres, et pouvant donc se dilater librement horizontalement.

Au niveau de cette portion de façade libre, comme les rupteurs thermiques ne reprennent pas les efforts induits par la dilatation thermique, aucune contrainte n'est induite dans la façade et le plancher, et aucune disposition particulière n'est à mettre en œuvre.

Il est à noter que les aciers des rupteurs ISOTEC RT+ en ITI ont des valeurs réelles de limite élastique de 700 MPa qui ont été prises en référence vis-à-vis de la plastification des aciers.

1) Logigramme de la méthode de dimensionnement forfaitaire

La maîtrise des déplacements et de la fissuration suit une méthodologie détaillée dans les annexes 5 à 8. Cette méthodologie est synthétisée dans le logigramme suivant.

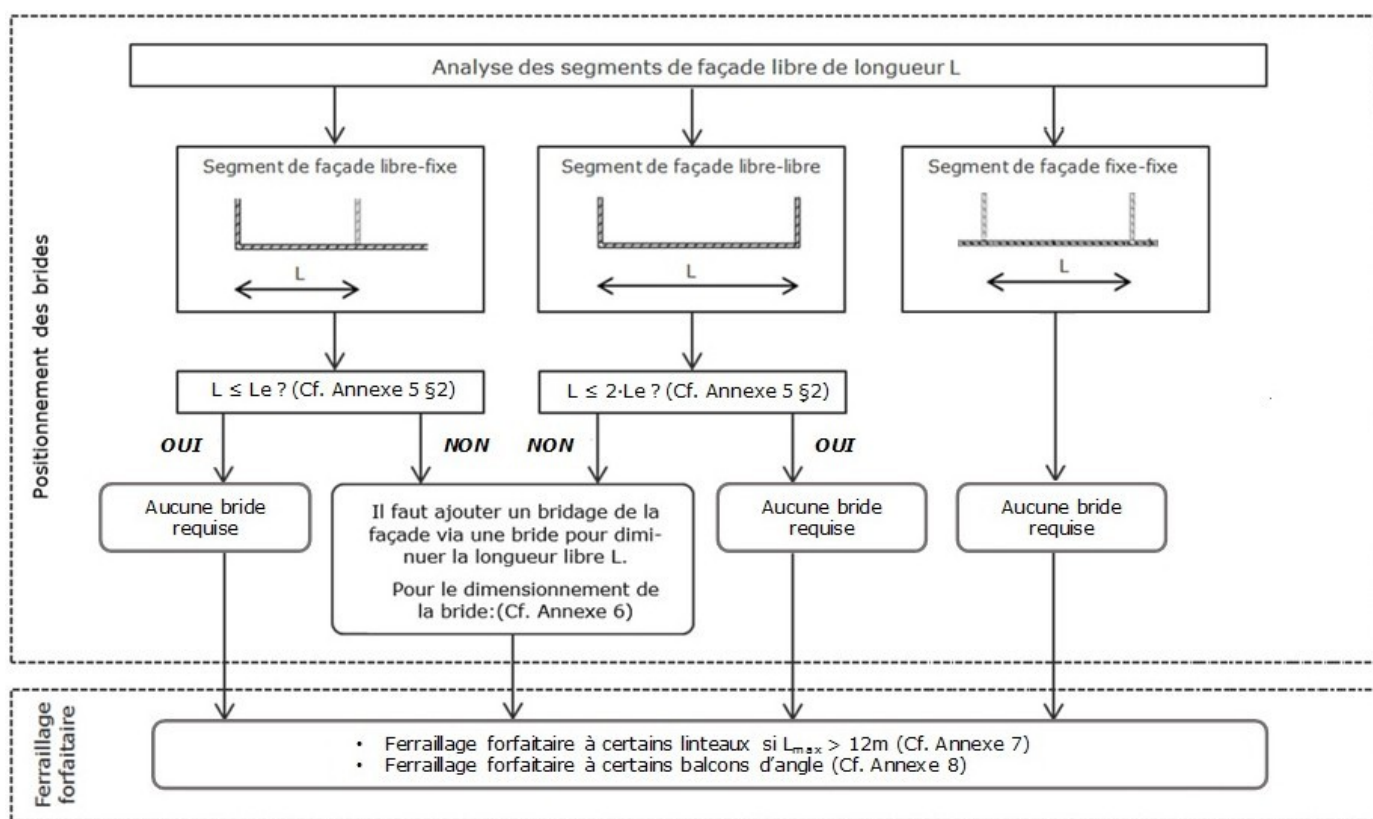


Figure 17 : Méthodologie de dimensionnement des dispositions constructives

2) Débattement latéral des rupteurs lié au diamètre des aciers

Sous l'effet de la dilatation thermique, les barres des rupteurs subiront un débattement latéral du fait de leur liaison avec la façade. La longueur libre maximale pour ne pas plastifier les rupteurs est appelée L_e et dépend du diamètre des aciers du rupteur. Les tableaux ci-après présentent les valeurs de L_e en fonction du diamètre. Il est important de préciser que les longueurs libres maximales L_e sont déterminées en fonction du taux de travail respectif des aciers de chaque modèle de rupteurs de la gamme ISOTEC RT+ en ITI. De plus, ces longueurs prennent également en compte le rapport G/Q et sont calculées pour un cas enveloppe.

Tableau 1 : Longueur Libre - Modèle VI & VIP

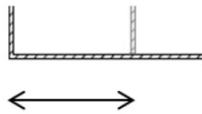
Modèle VI - VIP		
Façade Libre-Fixe		
e_{isol} (mm)	ϕ (mm)	L_e (mm)
80	6	8749
80	8	7145
80	10	6202
80	12	5590
80	14	5167

Tableau 2 : Longueur Libre - Modèle MVI

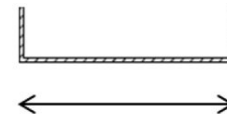
Modèle MVI		
Façade Libre-Fixe		
e_{isol} (mm)	ϕ (mm)	L_e (mm)
80	6	6966
80	8	5689
80	10	4938
80	12	4451
80	14	4114

3) Configurations possibles suivant le critère relatif à la longueur L_e

Deux configurations sont possibles : segment libre-fixe ou libre-libre, pour lesquelles le critère est le suivant :



Segment de façade libre-fixe, de longueur L_{libre}
 $L_{libre} \leq L_e$: pas de bride requise
 $L_{libre} > L_e$: bride requise

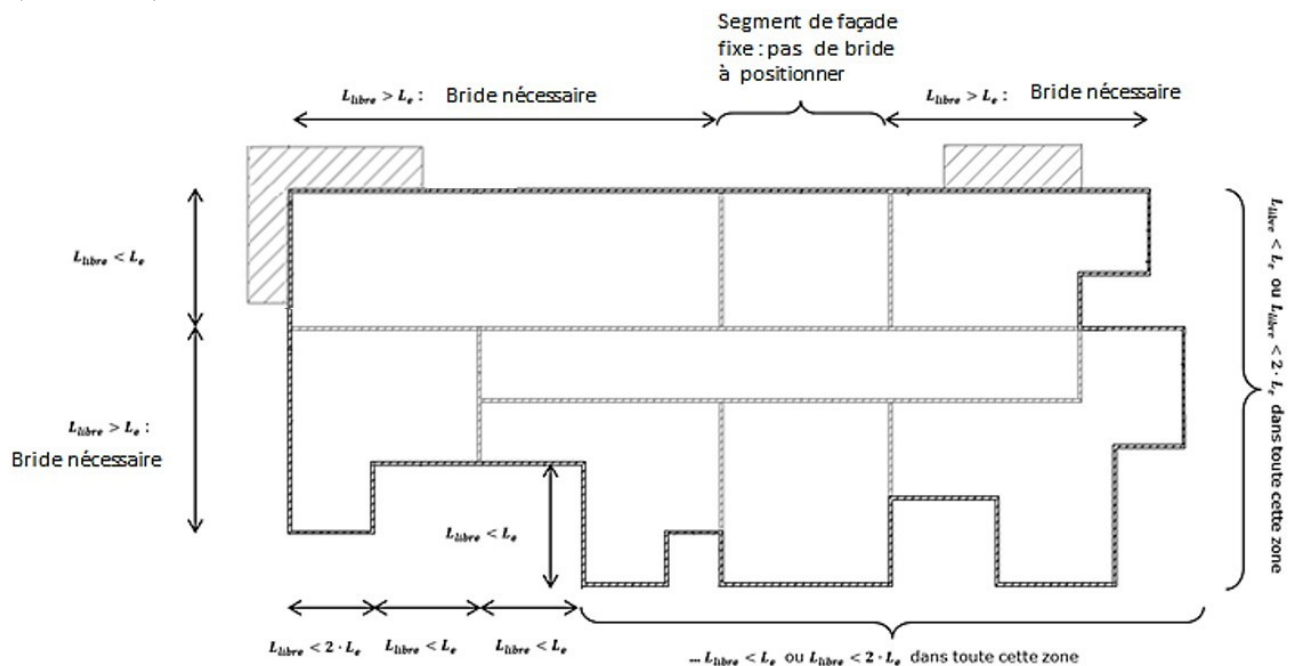


Segment de façade libre-libre, de longueur L_{libre}
 $L_{libre} \leq 2 \times L_e$: pas de bride requise
 $L_{libre} > 2 \times L_e$: bride requise

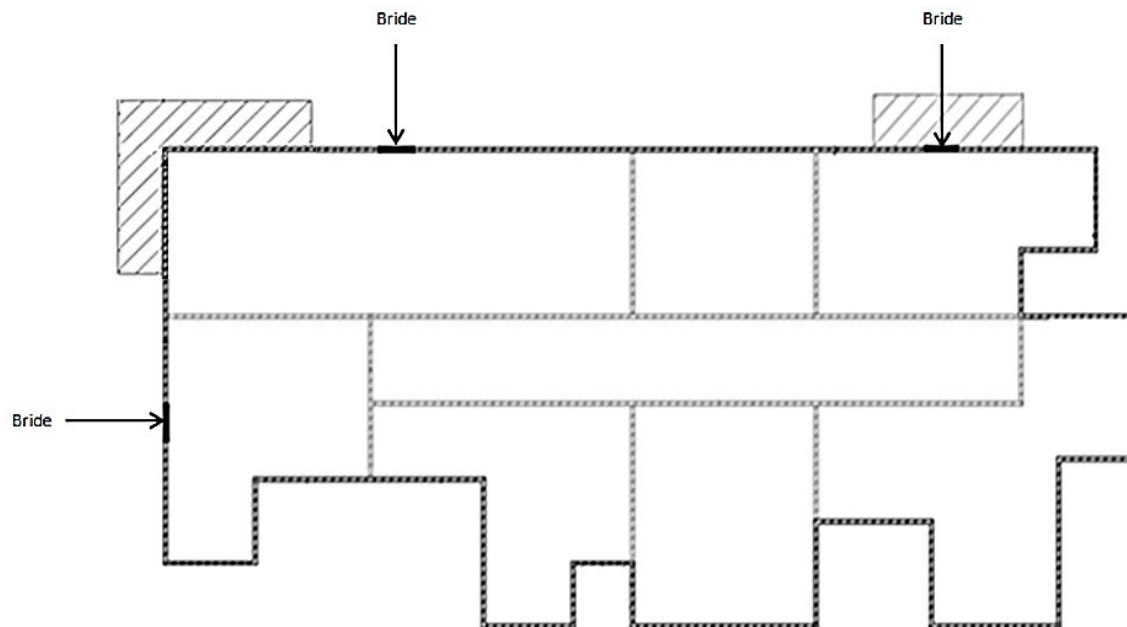
En cas de non-respect du critère, une bride doit être introduite afin de diminuer la longueur du segment de façade libre.

Les figures suivantes présentent un exemple méthodologique de positionnement de bride.

Nota : Les liaisons refend/façade, qui sont considérées comme des points fixes, ne nécessitent pas de ferrailage spécifique contrairement aux brides (voir Annexe 6).



Étape 1 - Vérification du critère de longueur libre



Étape 2 - Positionnement des brides.

A présent, aucun segment de façade libre n'exède la longueur L_e (pour les segments libre-fixe) ou $2L_e$ (pour les segments libre-libre)

4) Règles de positionnement des brides

- ✓ La bride est alors positionnée à la distance L_e de l'angle, mais peut être décalée vers l'angle.
- ✓ Lorsqu'il y a un balcon dans la zone concernée, le dimensionnement du modèle MVI donne la taille maxi de l'acier de rupteur et définit la longueur L_e . Dans la mesure du possible, positionner la bride en dehors du balcon.
- ✓ A noter que cette règle de positionnement des brides est indépendante de la présence ou non d'ouvertures en façade.

ANNEXE 6 - DIMENSIONNEMENT DES BRIDES

Lorsque la dilatation de la façade est trop importante, il peut être nécessaire de disposer des brides. Ces brides béton seront de 1,50 m de large avec un ferrailage de 26,8 cm² (voir schémas ci-après).

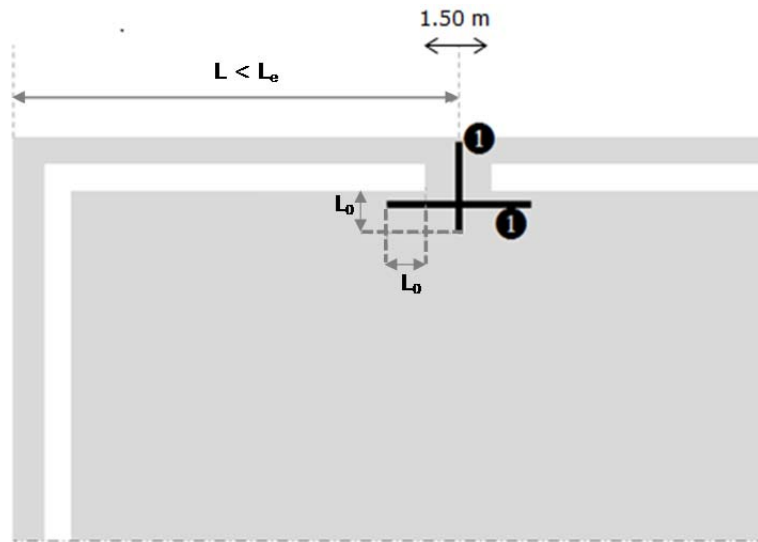
Vis-à-vis des efforts gravitaires, ces brides reprennent les efforts provenant de la dalle sur 3 fois leur largeur en partie courante et deux fois dans les angles.

Dans le cas de la présence de balcons, vis-à-vis des efforts gravitaires, les brides reprennent les efforts provenant du balcon sur 2 fois leur largeur.

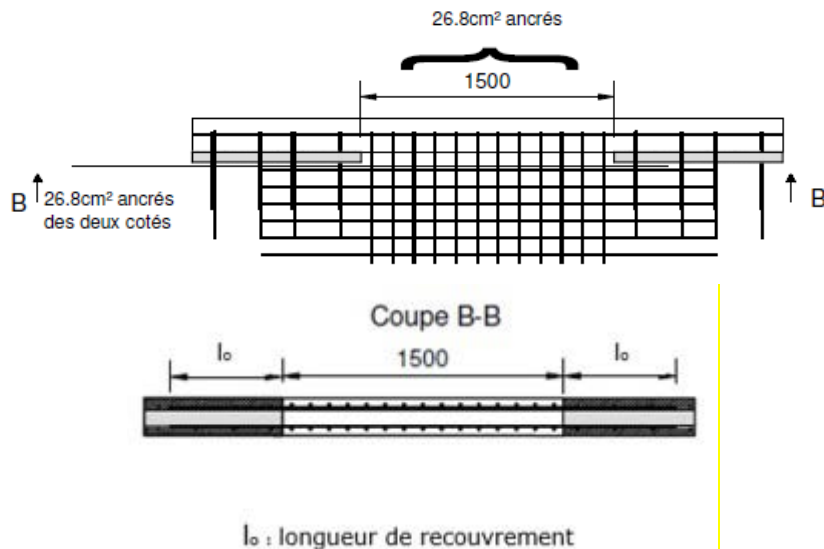
Cette section d'armature nécessaire pour reprendre les efforts gravitaires est **à ajouter aux armatures forfaitaires** nécessaires pour reprendre les efforts thermiques horizontaux.

Le schéma ci-dessous indique le ferrailage forfaitaire vis-à-vis des efforts de dilatation thermique à disposer dans les brides. **Ces armatures sont uniquement destinées à reprendre les efforts de dilatation thermique horizontaux.**

Cas sans balcon :



① 26.8 cm², ancrée de part et d'autre de la largeur de la bride



La dimension des étriers est :

d: fonction de l'épaisseur de dalle

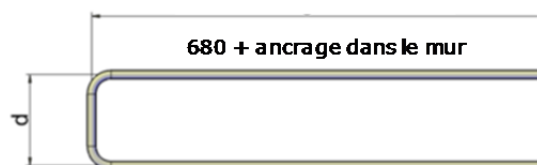
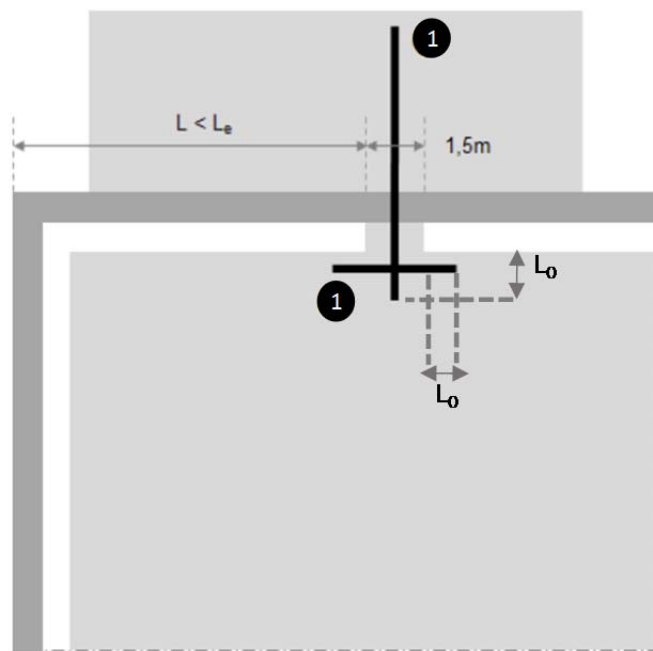


Figure 18 : Dimensionnement des brides – Cas des dalles

Cas avec balcon :



① 26.8 cm², ancrée de part et d'autre de la largeur de la bride

Figure 19 : Dimensionnement des brides – Cas des balcons

ANNEXE 7 - DIMENSIONNEMENT DU FERRAILLAGE DE FACADE

Sont ensuite considérés les façades bridées, définies comme les portions de façade droite ne pouvant pas se dilater librement, à cause de la présence aux extrémités d'un point fixe de type refend ou bride. Ces points fixes sont uniquement des points fixes extrêmes, et les refends ou brides intermédiaires ne sont pas considérées.

Lorsque la longueur L_{max} de la façade fixe excède 12 m (entre axes), il est nécessaire de disposer un ferrailage spécifique aux linteaux des ouvertures de hauteur 1,50 m ou plus (dénommées par la suite « grandes ouvertures ») et situées à moins de 6 m de tout point fixe (les autres ouvertures ne nécessitant pas de ferrailage spécifique lié à la dilatation thermique).

La figure suivante illustre sur un exemple le critère de longueur de façade bridée entraînant ou non un ferrailage spécifique aux linteaux des grandes ouvertures.

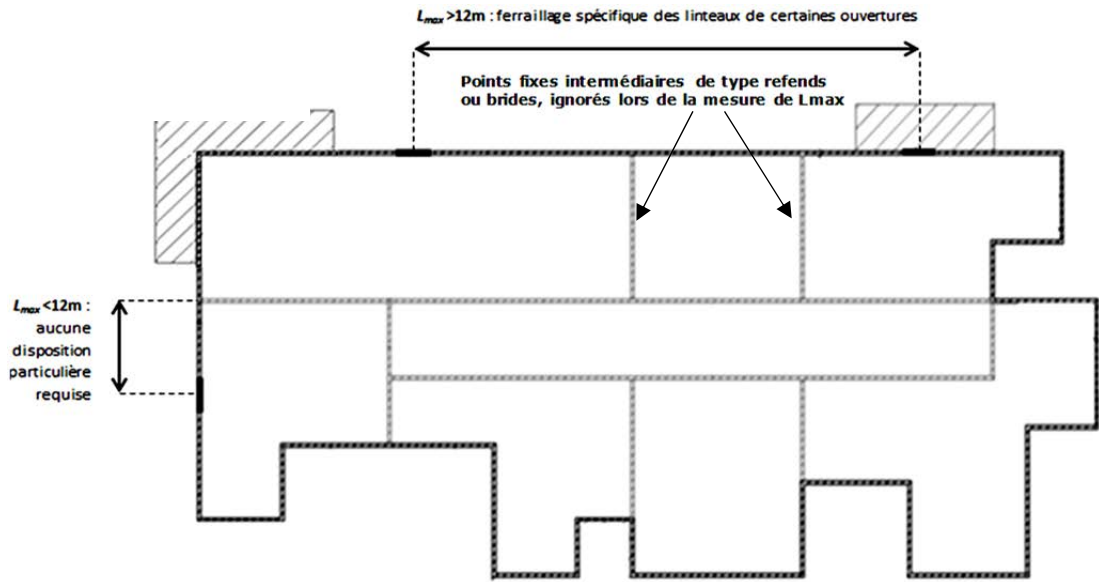


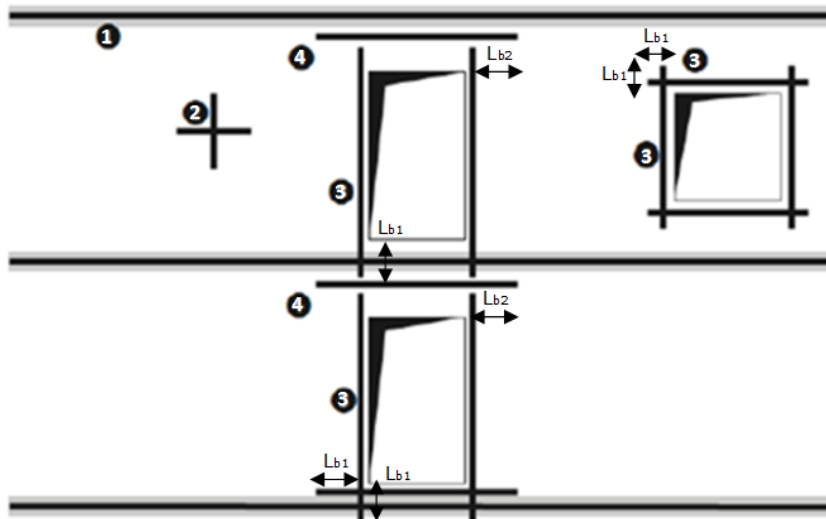
Figure 20 Détermination des zones où un ferrailage spécifique des grandes ouvertures est nécessaire.

Dans le schéma ci-dessus, seule la zone où $L_{max} > 12$ m entre les deux brides est à considérer vis-à-vis du ferrailage des grandes ouvertures

La figure ci-dessous indique les ferrillages de renfort à disposer dans le mur de façade au niveau des linteaux des grandes ouvertures lorsque la façade est bloquée en dilatation horizontale (via des refends ou brides) sur une longueur entre axes $L_{max} > 12$ m

L_{b1} : Longueur d'ancrage (déterminée selon les prescriptions de la NF EN 1992-1-1 et son AN)

L_{b2} : Longueur d'ancrage des armatures du linteau (4) qui doit permettre une diffusion de l'effort de traction sur la hauteur courante du voile



- 1 Chaînage au droit de plancher : pas de disposition particulière vis-à-vis de la dilatation thermique
- 2 Ferrillage selon DTU23.1 ou Eurocode 2 (pas de disposition spécifique liée aux rupteurs)
- 3 Renfort standard autour des ouvertures (pas de disposition spécifique liée aux rupteurs)
- 4 Vérification de la NF EN 1992-1-1 §7.3.2 (section mini $A_{smin} = f_{ctm} / f_{vk} * A_{ct}$, avec A_{ct} : section tendue du linteau), sur toute la hauteur du linteau et uniquement pour les ouvertures de 1,5m de hauteur ou plus, situées à moins de 6m des points fixes et disposées sur une façade droite bloquée de plus de 12m.

Figure 21 : Dispositions de ferrillage de renfort des façades béton

$$\text{section mini } A_{s\text{min}} = f_{ctm} / f_{yk} * A_{ct}$$

(A_{ct} : section tendue du chaînage et du linteau)

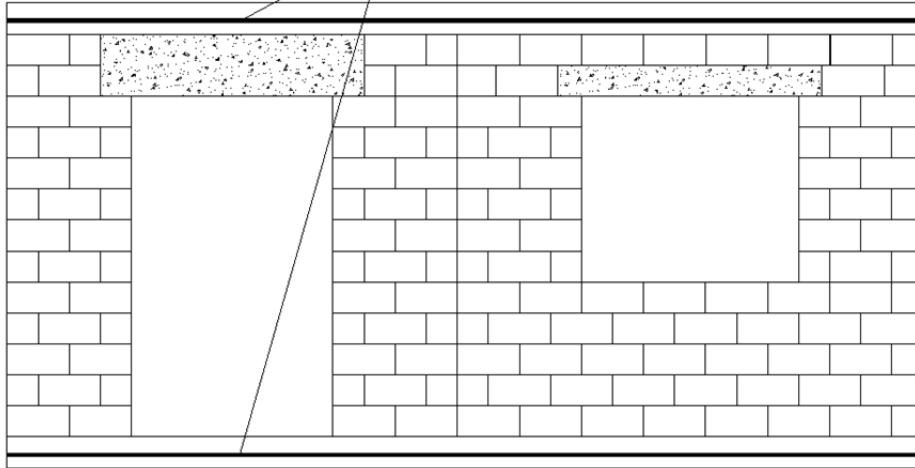


Figure 22 : Dispositions de ferrailage de renfort des façades en maçonneries

ANNEXE 8 - DIMENSIONNEMENT DU FERRAILLAGE DES BALCONS D'ANGLES SORTANTS

De manière similaire au cas des façades (voir Annexe 7), il conviendra de traiter les coins rentrants des balcons d'angle lors de la mise en œuvre de rupteurs et de bridage sur les retours (dilatation thermique du balcon empêchée via la présence de points fixes de part et d'autre de l'angle). Un ferrailage minimal forfaitaire de maîtrise de la fissuration selon la norme « NF EN 1992-1-1 section 7.3.2 Sections minimales d'armatures » devra être mis en œuvre : $A_{smin} = f_{ctm} / f_{yk} \cdot A_{ct}$ où $A_{ct} = 0,4 \cdot A_{balcon}$. Ce ferrailage est forfaitaire et ne doit pas être mis en complément du ferrailage calculé conventionnellement. Il sera réparti judicieusement sur l'ensemble de la section aussi bien en nappe inférieure que supérieure. Les figures ci-après résument les prescriptions à suivre.

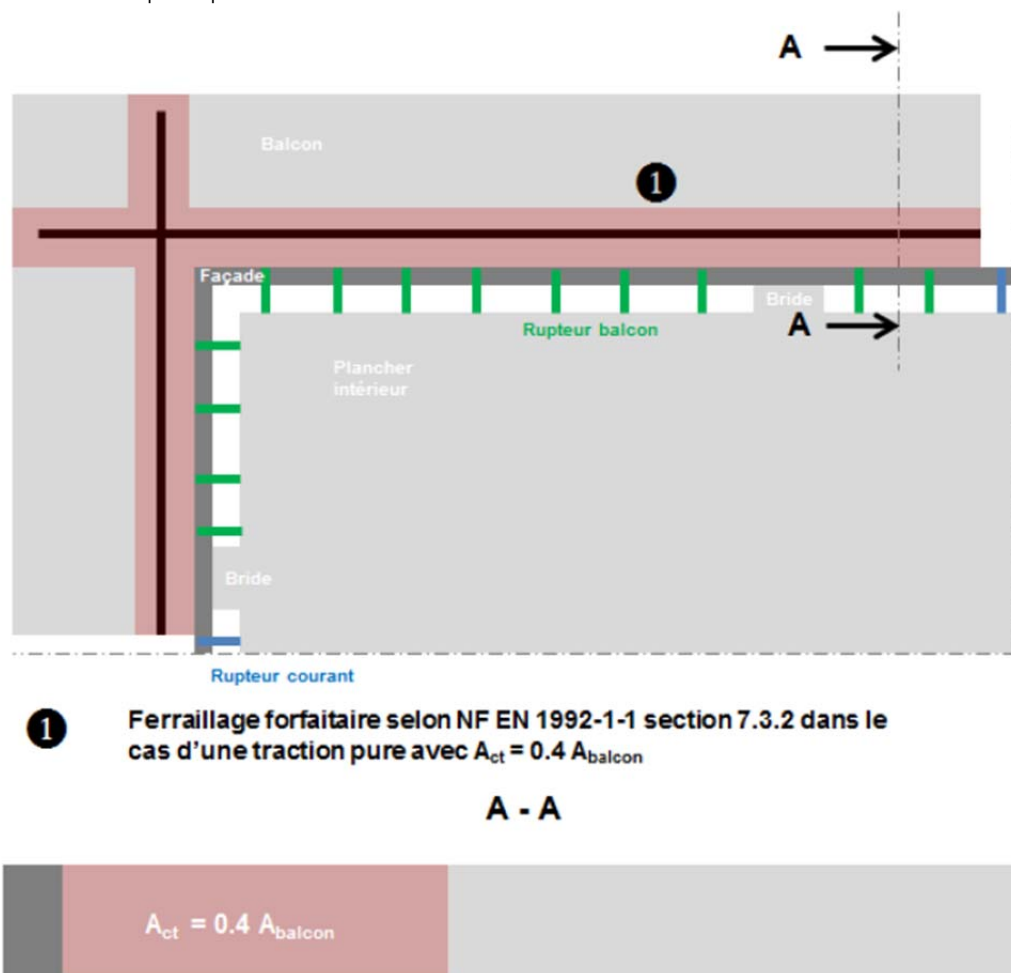
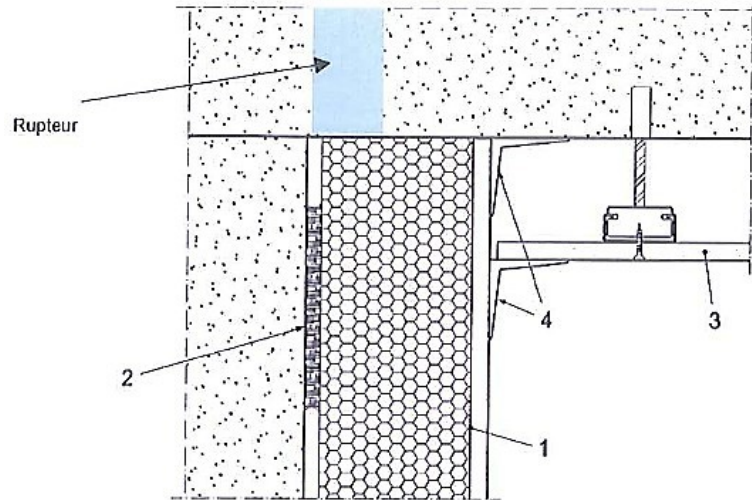


Figure 23 : Périmètre de la prescription de ferrailage des balcons d'angle doublement bridés

ANNEXE 9 - DETAIL DE MISE EN ŒUVRE DES OUVRAGES DE PLATRERIE

Les schémas suivants sont représentatifs de la pose de panneaux d'isolation périphérique collés conformément au DTU 25.42. L'isolation périphérique peut aussi être mise en œuvre sur ossature métallique conformément au DTU 25.41.

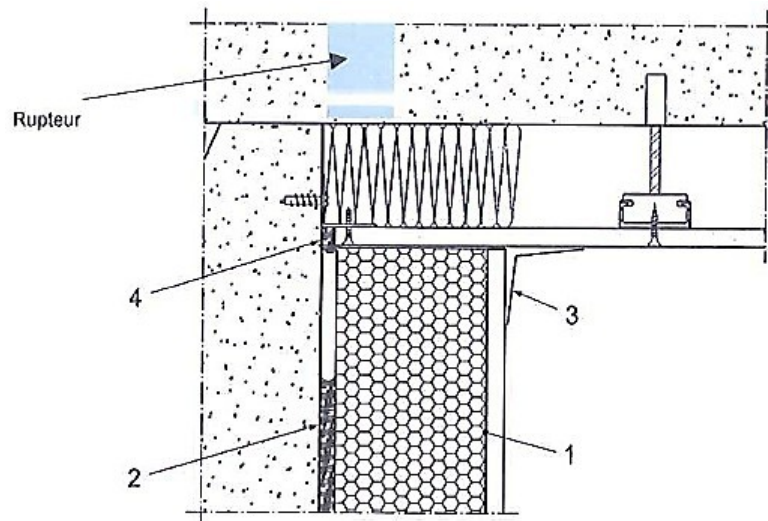
Raccordement en partie haute pour isolation continue



Légende

- 1 Doublage isolant
- 2 Plots de mortier adhésif
- 3 Plafond
- 4 Bande à joint + enduit

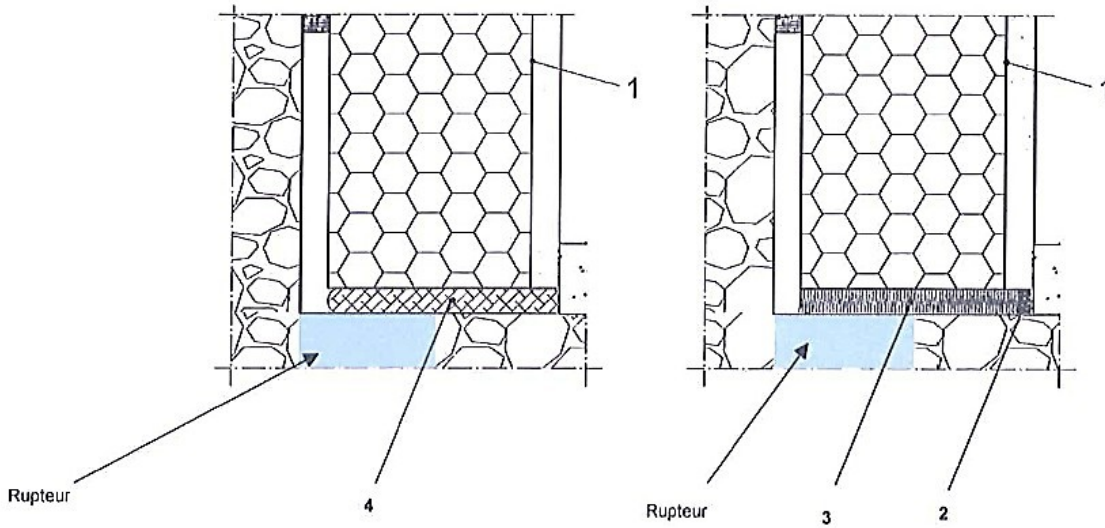
Raccordement en partie haute pour isolation interrompue par le plafond



Légende

- 1 Doublage isolant
- 2 Plots de mortier adhésif
- 3 Bande à joint + enduit
- 4 Joint mastic

Raccordement en partie basse



Légende

- 1 Doublage isolant avec plaque de plâtre standard
- 2 Joint mastic
- 3 Bourrage laine minérale
- 4 Mousse polyuréthane faiblement expansive recoupée

Figure 24 : Mise en œuvre d'isolation périphérique sur des ouvrages de plâtrerie

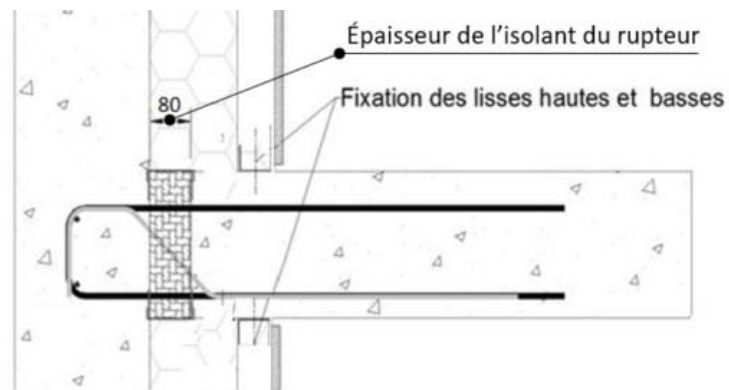


Figure 25 : Disposition avec doublage à ossature métallique

(Les fixations des lisses hautes et basses ne se font pas dans l'épaisseur de l'isolant)

ANNEXE 10 – CALCUL DES PONTS THERMIQUES

Toutes les simulations ont été effectuées conformément aux règles Th-Bât.

Les modèles géométriques pour le calcul sont directement issus des éléments techniques fournis par la société PLAKA France.

Les conditions aux limites sont des Règles Th-Bât.

Conductivité thermique des matériaux :

- Laine de roche : 0,038 W/(m.K)
- Isolant mur : 0,040 W/(m.K)
- Isolant plancher bas : 0,029 W/(m.K)
- Isolant plancher haut : 0,024 W/(m.K)
- Acier inox 304 : 15 W/(m.K)
- Béton : 2 W/(m.K)
- Béton armé : 2,3 W/(m.K)

Dalle en béton de 200 mm

Façade en béton armé de 180 mm ou en maçonnerie de 200 mm d'épaisseur

Modèles ISOTEC RT+ ⁽¹⁾	Epaisseur de dalle	Coefficient $\psi^{(2) (3)}$ en W/(m.K)		
		Plancher bas sur vide sanitaire ou sur local non chauffé	Plancher haut	Plancher intermédiaire
VI 3.6/3.6	Ep = 20 cm	0,13	0,14	0,13
VI 4.6/4.6		0,14	0,15	0,14
VI 5.6/5.6		0,15	0,15	0,15
VI 6.6/6.6		0,16	0,16	0,16
VI 4.8/4.6		0,16	0,16	0,16
VI 5.8/5.6		0,17	0,17	0,18
VI 6.8/6.6		0,19	0,19	0,19
VI 8.8/8.6		0,20	0,20	0,21
VI 10.8/10.6		0,21	0,21	0,23
VI 10.8/10.8		0,23	0,23	0,25
VI 12.8/12.6		0,24	0,24	0,27
VI 12.8/12.8		0,25	0,24	0,28
VIP 3.6/3.6		Ep = 20 cm	0,13	0,13
VIP 4.6/4.6	0,13		0,14	0,13
VIP 5.6/5.6	0,15		0,15	0,15
VIP 6.6/6.6	0,16		0,16	0,16
VIP 4.8/4.6	0,16		0,16	0,16
VIP 5.8/5.6	0,17		0,18	0,18
VIP 6.8/6.6	0,19		0,20	0,20
VIP 8.8/8.6	0,21		0,21	0,22
VIP 10.8/10.6	0,23		0,23	0,24
VIP 10.8/10.8	0,24		0,25	0,26
VIP 12.8/12.6	0,24		0,25	0,25
VIP 12.8/12.8	0,25	0,26	0,28	
MVI 4.8/4.6/4.12	Ep = 20 cm	---		0,20
MVI 4.10/4.6/4.12				0,20
MVI 5.10/5.6/5.12				0,24
MVI 6.10/6.6/6.12				0,27
MVI 8.10/8.6/8.12				0,31
MVI 10.10/10.6/10.12				0,34
MVI 12.10/12.6/12.12				0,37
MVI 14.10/14.6/14.12				0,40
MVI 12.12/12.6/12.12				0,40
MVI 14.12/14.6/14.12				0,44

Tableau : Exemple de calcul des coefficients thermiques ψ pour une dalle béton de 200 mm et acier inox 304.

⁽¹⁾ Epaisseur d'isolant en laine minérale du rupteur « ISOTEC RT+ en ITI » est de 80 mm.

⁽²⁾ Pour des planchers de 22 cm d'épaisseur, les valeurs du coefficient ψ augmentent de 0,01 W/m.K.

⁽³⁾ Ces valeurs sont également valables en cas de mur en maçonnerie courante de 20 cm d'épaisseur sauf pour le cas du plancher intermédiaire pour lequel la valeur de ψ doit être réduite de 0,02 W/m.K.