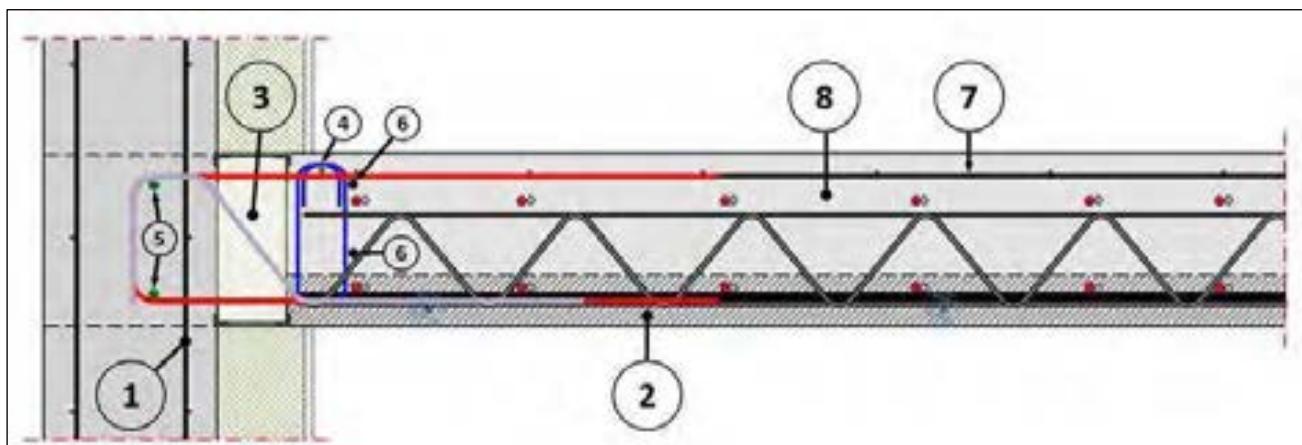


APPRECIATION TECHNIQUE D'EXPERIMENTATION

Numéro de référence CSTB : 3575_V1

ATEx de cas a

Validité du 10/10/2025 au 10/10/2027



Copyright : Société LESAGE Développement

L'Appréciation Technique d'expérimentation (ATEx) est une simple opinion technique à dire d'experts, formulée en l'état des connaissances, sur la base d'un dossier technique produit par le demandeur. (extrait de l'art. 24)

A LA DEMANDE DE :
LESAGE DEVELOPPEMENT
16 rue de Hirtzbach
68058 MULHOUSE CEDEX

Appréciation Technique d'Expérimentation n° 3575_V1

Note Liminaire : Cette Appréciation porte essentiellement sur le procédé de ThermoPrédalle BA 0,2 RECTOR.

Selon l'avis du Comité d'Experts en date du 10/10/2025, le demandeur ayant été entendu, la demande d'ATEX ci-dessous définie :

- demandeur : LESAGE DEVELOPPEMENT
- technique objet de l'expérimentation :
 - Le procédé ThermoPrédalle BA 0,2 RECTOR est un plancher en béton armé réalisé à partir de prédalles munies ou non de treillis raidisseurs, dans lesquelles sont intégrées en usine, des rupteurs thermiques ;
 - Le procédé permet de traiter les ponts thermiques au niveau des jonctions mur-planchers, généralement en périphérie d'un bâtiment, dont l'isolation est réalisée par l'intérieur ;
 - Les rupteurs intégrés utilisés dans ce procédé sont « ISOTEC RT+ classique » et « ISOTEC RT+ sismique » ;
 - Les rupteurs sont positionnés dans la continuité verticale de l'isolation intérieure des murs ou sont protégés par le complexe d'étanchéité dans le cas de toiture terrasse ;
 - Les rupteurs règnent généralement sur l'épaisseur du plancher. L'épaisseur minimale totale du plancher est de 180 mm et limitée à 250 mm ;
 - Les prédalles ont une épaisseur minimale de 50 mm.

Cette technique est définie dans le dossier enregistré au CSTB sous le numéro ATEX 3575_V1 et résumé dans la fiche sommaire d'identification ci-annexée,

donne lieu à une :

APPRECIATION TECHNIQUE FAVORABLE A L'EXPERIMENTATION

Remarque importante : Le caractère favorable de cette appréciation ne vaut que pour une durée limitée au **10/10/2027**, et est subordonné à la mise en application de l'ensemble des recommandations formulés aux §5.

Cette Appréciation, QUI N'A PAS VALEUR D'AVIS TECHNIQUE au sens de l'Arrêté du 21 mars 2012, découle des considérations suivantes :

1°) Sécurité

1.1 – Stabilité des ouvrages et/ou sécurité des équipements

Les justifications en zone courante de plancher ainsi que celles des abouts de plancher dépourvus de rupteurs thermiques sont réalisées conformément à la norme NF P 19-206 ainsi que les trois parties (P1-1, P1-2 et P2) de la NF DTU 23.4. En présence de rupteurs thermiques ISOTEC RT+ classique et sismique, des justifications spécifiques sont requises et sont bien détaillées dans le Dossier Technique.

Moyennant le respect des prescriptions du Dossier Technique et des recommandations indiquées au paragraphe 5 de la présente Appréciation, la stabilité du procédé pour l'utilisation visée est assurée

1.2 Sécurité des intervenants

La manutention et la pose du procédé ThermoPrédalle BA 0,2 RECTOR ne posent pas de difficulté particulière.

La conception et le dimensionnement des planchers en phase provisoire sont réalisés par le titulaire. Le titulaire établit les plans de pose incluant manutention, levage, positionnement d'étalement et repérage des rupteurs.

Moyennant le respect des documents élaborés pour le présent dossier, joints au Dossier Technique, la sécurité des intervenants peut être considérée comme normale.

Appréciation Technique d'Expérimentation n° 3575_V1

1.3 Sécurité en cas d'incendie

Les rupteurs ISOTEC RT+ classique et sismique ont fait l'objet de rapport d'essai de résistance au feu réalisé au CSTB et de deux Appréciations de laboratoire de résistance au feu donnant lieu à une classification REI 120 pour l'ensemble des épaisseurs de planchers au moins égales à 180 mm pour :

- des murs en béton (préfabriqués ou non) d'une épaisseur ≥ 160 mm ;
- des murs en maçonnerie de petits éléments en béton ou en terre cuite.

Les justifications par le calcul en zone courante de plancher s'effectuent conformément au § 11 de la norme NF P 19-206.

Sous les conditions citées, la sécurité en cas d'incendie est ainsi considérée comme satisfaisante.

1.4 – Sécurité en cas de séisme

L'utilisation du procédé ThermoPrédalle BA 0,2 RECTOR dans des bâtiments nécessitant des dispositions parasismiques conformément à l'Arrêté du 22 octobre 2010 est visée par la présente ATEX. Le coefficient de comportement utilisé est identique à celui d'un ouvrage sans rupteur. Le bureau d'études structure dimensionnera l'ouvrage vis-vis du séisme en prenant en considération les dispositions du Dossier Technique.

Sous les conditions citées, la sécurité en cas de séisme est ainsi considérée comme satisfaisante.

2°) Faisabilité

2.1 – Production

La fabrication et le contrôle de l'ensemble des composants des rupteurs ISOTEC RT+ classique et ISOTEC RT+ sismique sont réalisés par la société LEVIAT SAS.

La fabrication du procédé est effectuée dans les usines du titulaire sur une ligne de production sur laquelle on effectue les opérations de nettoyage, de traçage, de mise en place des armatures courantes de la prédalle ainsi que des rupteurs thermiques, de bétonnage, d'étuvage et de démoulage.

Les contrôles de la fabrication des prédalles sont effectués selon le référentiel de la certification NF. En complément, un contrôle visuel portant sur l'identification des différents modèles de rupteurs selon la fiche de production, la position et la dimension des rupteurs et l'alignement et position verticale des rupteurs sera effectué

Dans ces conditions, la faisabilité de fabrication du procédé est avérée.

2.2 – Mise en œuvre :

La mise en œuvre des prédalles avec rupteurs ISOTEC RT+ suit les mêmes principes que celle des prédalles industrialisées classiques, conformément à la norme NF P 19-206 et au NF DTU 23.4 (P1-1, P1-2, P2). Les plans de pose sont fournis par le bureau d'études de l'industriel, incluant les éléments nécessaires à la mise en œuvre des prédalles, ainsi que la définition des armatures complémentaires nécessaires pour la réalisation du plancher.

Dans ces conditions, la faisabilité de mise en œuvre du procédé est certaine

2.3 – Assistance technique

Le titulaire peut apporter son assistance technique en cas de demande de l'entreprise et du bureau d'études structure chargé de l'étude générale d'exécution du bâtiment. Les conditions d'exploitation, notamment en ce qui concerne la coordination d'études, sont décrites dans le Dossier Technique.

3°) Risques de désordres

Moyennant le respect des recommandations du §5 ci-après, les risques de désordres liés au procédé sont minimes

4°) Appréciations complémentaires

La date de fin de validité de l'ATEX est le 10/10/2027

Le volume couvert par l'ATEX est 765 000 m²

Les destinations d'ouvrages visées par l'ATEX sont :

- Habitation

Le présent document comporte 52 pages dont deux annexes ; il ne peut en être fait état qu'in extenso.

Appréciation Technique d'Expérimentation n° 3575_V1

- Commerce et activité de service
- Équipement d'intérêt collectif et services publics
- Industrie, entrepôt, bureau, centre de congrès et d'exposition
- Autres activités

5°) Recommandations

Il est recommandé de :

- Élaborer un PAQ de pose pour la « ThermoPrédalle BA 0,2 RECTOR », ce document devra systématiquement être transmis avec le bon de livraison à l'entreprise de pose.

7°) Rappel

Le demandeur devra communiquer au CSTB, au plus tard au début des travaux, une fiche d'identité de chaque chantier réalisé, précisant l'adresse du chantier, le nom des intervenants concernés, les contrôles spécifiques à réaliser et les caractéristiques principales à la réalisation.

Dans le cas de volumes vendus par un distributeur, le demandeur devra communiquer au CSTB pour chaque distributeur le volume vendu.

En complément, l'Avis de Déclaration des application couvertes par l'ATEX, et disponible via le site de gestion des comités d'ATEX par le titulaire, devra être fourni.

EN CONCLUSION

En conclusion et sous réserve de la mise en application des recommandations ci-dessus, le Comité d'Experts considère que :

Conclusion FAVORABLE

- La sécurité est assurée,
- La faisabilité est avérée
- Les désordres sont limités.

Champs sur Marne,
Le Président du Comité d'Experts,

Ménad CHENAF

Appréciation Technique d'Expérimentation n° 3575_V1

ANNEXE 1**FICHE SOMMAIRE D'IDENTIFICATION (1)**

Demandeur : Société LESAGE DEVELOPPEMENT
16 rue de Hirtzbach 68058 MULHOUSE CEDEX

Définition de la technique objet de l'expérimentation :

Procédé

Le procédé ThermoPrédalle BA 0,2 RECTOR est un plancher en béton armé réalisé à partir de prédalles munies ou non de treillis raidisseurs, dans lesquelles sont intégrées en usine, des rupteurs thermiques « ISOTEC RT+ » et « ISOTEC RT+ sismique ».

Le procédé permet ainsi de traiter les ponts thermiques au niveau des jonctions mur-planchers, généralement en périphérie d'un bâtiment, dont l'isolation est réalisée par l'intérieur.

Les rupteurs peuvent être disposés en about (sens porteur), ou en rive (sens non porteur) de prédalle.

Les rupteurs règnent généralement sur l'épaisseur du plancher, et sont positionnés dans la continuité verticale de l'isolation intérieure des murs ou sont protégés par le complexe d'étanchéité dans le cas de toiture terrasse

Le procédé vise tous les niveaux de planchers et tout type de structures, à l'exception des IGH, et toutes les zones sismiques en France Métropolitaine.

La structure porteuse peut être en béton armé (préfabriqué en partie ou non) ou en maçonnerie ainsi que sur des poutres en béton armé et précontraint.

L'épaisseur minimale totale du plancher est de 180 mm et limitée à 250 mm.

Composants

- Rupteur ISOTEC RT+ classique : élément d'isolation intégré dans une prédalle, muni d'armatures traversantes ancrées de part et d'autre dans le béton. Leur hauteur est généralement égale à l'épaisseur brute ou finie du plancher, et de longueurs variables. Cet élément rupteur assure la transmission d'effort de flexion, d'effort normal et d'effort tranchant vertical.
- Rupteur ISOTEC RT+ sismique : élément d'isolation intégré dans une prédalle dont la description est similaire et combinée au rupteur ISOTEC RT+ classique, muni d'armatures traversantes qui assure la reprise d'effort normal et d'effort tranchant horizontal.
- Prédalles : Les prédalles en béton armé ont une épaisseur nominale au moins égale à 50 mm. Elles sont conformes à la norme NF EN 13747 et font l'objet du marquage CE et d'une certification NF. Elles peuvent être munies ou non de treillis raidisseurs. Les armatures longitudinales sont non dépassantes sur l'about côté rupteur thermique. La classe de résistance du béton est au minimum C25/30 pour les prédalles en béton armé.
- Béton de la dalle collaborante rapportée : Le béton de la dalle collaborante rapportée doit être conforme à la norme NF EN 206+A2/CN. La classe de résistance à la compression est supérieure ou égale à C25/30.

Fabrication

La fabrication des prédalles est effectuée sur une ligne de production sur laquelle on effectue les opérations de nettoyage, de traçage, de mise en place des armatures courantes de la prédalle ainsi que des rupteurs thermiques, de bétonnage, d'étuvage et de démoulage.

Les rupteurs sont mis en place en about et/ou en rive de prédalle manuellement avant bétonnage de la prédalle selon les fiches de fabrication établies par le bureau d'études de l'industriel.

Les rupteurs sont posés en fond de coffrage et maintenus pour assurer leur alignement et leur position verticale.

L'ensemble de la fabrication des rupteurs ISOTEC RT+ classique et ISOTEC RT+ sismique est réalisé par la LEVIAT SAS.

Mise en œuvre

La mise en œuvre des prédalles munies de rupteurs est identique à celle de prédalles industrialisées courantes. Un guide de pose sera transmis avec le bon de livraison à l'entreprise de pose suivant les recommandations du §5.

(1) La description complète de la technique est donnée dans le dossier déposé au CSTB par le demandeur et enregistré sous le numéro ATEx 3575_V1 et dans le cahier des charges de conception et de mise en œuvre technique (cf. annexe 2) que le fabricant est tenu de communiquer aux utilisateurs du procédé.

Appréciation Technique d'Expérimentation n° 3575_V1

ANNEXE 2

CAHIER DES CHARGES DE CONCEPTION ET DE MISE EN OEUVRE

Ce document comporte 46 pages.

Procédé de *ThermoPrédalle® BA 0,2 RECTOR*

« Dossier technique établi par le demandeur »

Version tenant compte des remarques formulées par le comité d'Experts

Datée du 14 novembre 2025

A été enregistré au CSTB sous le n° d'ATEX 3575_V1

Fin du rapport

Dossier Technique ATEx cas a

Version du 14 Novembre 2025

Sur le procédé

Plancher ThermoPrédalle® BA 0,2 RECTOR

Titulaire : Société LESAGE Développement

Internet : www.rector.fr

Famille de produits/Procédé : Rupteurs de ponts thermiques structurels en Isolation Thermique Intérieure (ITI)

Table des matières

1.	Dossier Technique.....	4
1.1.	Mode de commercialisation	4
1.2.	Description.....	4
1.3.	Domaine d'emploi	4
1.4.	Eléments et matériaux.....	4
1.4.1.	Définition des matériaux	4
1.4.2.	Description des éléments constituants	6
1.4.3.	Modèles de rupteurs	6
1.4.4.	Intégration et maintien des rupteurs dans la prédalles	7
1.4.5.	Prédalles préfabriquées	8
1.5.	Fabrication et contrôle	8
1.5.1.	Fabrication des modèles de rupteurs ISOTEC RT+ classique & ISOTEC RT+ sismique.....	8
1.5.2.	Fabrication des prédalles en béton armé pour planchers ThermoPrédalle BA 0,2 RECTOR	8
1.5.3.	Contrôle et traçabilité des rupteurs.....	8
1.5.4.	Contrôles des composants dans les prédalles	8
1.5.5.	Traçabilité des corps isolant	8
1.6.	Identification du produit.....	9
1.6.1.	Module VI.....	9
1.6.2.	Module HI	11
1.7.	Disposition de mise en œuvre	12
1.7.1.	Livraison et réception des prédalles	12
1.7.2.	Manutention et stockage des prédalles.....	12
1.7.3.	Pose des prédalles.....	12
1.7.4.	Armatures complémentaires en zone courante	13
1.7.5.	Armatures disposées en bout de prédalles et en rive non porteuse munis de rupteurs	13
1.7.6.	Passage de gaines et canalisations	13
1.7.7.	Mise en place du chaînage horizontal périphérique	13
1.7.8.	Mise en place du chaînage intérieur	13
1.7.9.	Mise en place des pains d'isolant	13
1.7.10.	Bétonnage de la dalle collaborante rapportée	13
1.7.11.	Enlèvement des étais du plancher après coulage	14
1.8.	Finitions.....	14
1.8.1.	Fixation des menuiseries	14
1.8.2.	Sols.....	14
1.8.3.	Plafonds	14
1.8.4.	Doublages	14
1.8.5.	Etanchéité de toiture-terrasse	14
1.9.	Conception et calculs	17
1.9.1.	Règles générales	17
1.9.2.	Justification en zone courante de plancher	17
1.9.3.	Justification des zones d'about de plancher au niveau des appuis d'extrémité	17
1.9.4.	Vérification sous sollicitations horizontales.....	18
1.9.5.	Sécurité incendie	22
1.9.6.	Isolation acoustique	22
1.9.7.	Isolation thermique	22
1.10.	Fourniture et assistance technique	22
1.11.	Sites de production	23
1.12.	Mention des justificatifs	23

1.12.1.	Résultats expérimentaux	23
1.12.2.	Données environnementales	24
1.13.	Annexes du Dossier Technique.....	25

1. Dossier Technique

Issu des éléments fournis par le titulaire et des prescriptions du Groupe Spécialisé acceptées par le titulaire

1.1. Mode de commercialisation

Le procédé est commercialisé par le titulaire.

Titulaire : LESAGE DEVELOPPEMENT
16 rue de Hirtzbach
BP 2538
68058 MULHOUSE CEDEX

1.2. Description

Le procédé ThermoPrédalle BA 0,2 RECTOR est un plancher en béton armé réalisé à partir de prédalles munies ou non de treillis raidisseurs permettant de traiter les ponts thermiques au niveau des jonctions mur-plancher, généralement en périphérie d'un bâtiment dont l'isolation est réalisée par l'intérieur. La vue d'ensemble du procédé et le principe de calepinage sont fournis en Annexe VI, figure 1 et les figures 1 à 3 de l'Annexe VII.

Pour traiter le pont thermique uniquement en zone courante de plancher, le procédé ThermoPrédalle BA 0,2 RECTOR consiste à disposer des rupteurs thermiques « ISOTEC RT+ classique » et des rupteurs thermiques « ISOTEC RT+ sismique » dans les prédalles.

L'isolant des rupteurs, en laine de roche d'une épaisseur de 80 mm, est protégé en face inférieure et en face supérieure par des capots PVC assurant la protection de l'isolant lors des différentes phases de mise en œuvre.

La liaison mécanique avec le support est assurée par des armatures en acier inoxydable traversant le corps isolant et ancrées de part et d'autre dans les éléments béton :

- les rupteurs thermiques « ISOTEC RT+ classique » assurent le report des charges verticales vers les appuis ;
- les rupteurs thermiques « ISOTEC RT+ sismique » assurent le transfert des efforts horizontaux vers les éléments porteurs.

Les rupteurs sont intégrés en usine directement dans les prédalles en béton armé :

- dans le sens porteur en bout de pré dalle ;
- dans le sens non porteur en rive de pré dalle.

Les rupteurs règnent généralement sur l'épaisseur du plancher et sont positionnés dans la continuité verticale de l'isolation intérieure des murs ou sont protégés par le complexe d'étanchéité dans le cas de toiture terrasse.

Plusieurs longueurs de rupteurs non exhaustives sont possibles à savoir 1,00 m, 200 et 100 mm.

Les prédalles ont une épaisseur minimale de 50 mm.

1.3. Domaine d'emploi

Le procédé ThermoPrédalle BA 0,2 RECTOR est destiné à tous les niveaux de planchers (plancher intermédiaire, plancher haut, plancher bas, toiture terrasse), à tout type de structure et à toutes les catégories d'importance de bâtiments, réguliers ou non. Le procédé est applicable pour toutes zones sismiques en France Métropolitaine et pour toutes les classes de ductilité.

L'utilisation du procédé n'est pas visée pour les bâtiments de grande hauteur (IGH).

L'épaisseur minimale totale du plancher est de 180 mm et limitée à 250 mm. La structure porteuse peut être en béton armé (préfabriqué en partie ou non) ou en maçonnerie ainsi que sur des poutres en béton armé et précontraint.

L'utilisation du procédé de rupteurs « ISOTEC RT+ classique » et « ISOTEC RT+ sismique » avec un autre procédé de rupteurs n'est pas visée par la présente Appréciation Technique Expérimentale.

1.4. Eléments et matériaux

1.4.1. Définition des matériaux

1.4.1.1. Armatures pour béton armé disposées dans la prédale et sur prédale

Les armatures de béton armé répondent aux spécifications des normes françaises correspondantes :

- NF A 35-024 : Aciers pour béton armé – Treillis soudés de surface constitués de fls de diamètre inférieur à 5 mm ;
- NF A 35-028 : Aciers pour béton armé – Treillis raidisseurs ;
- NF A 35-080-1 : Aciers pour béton armé – Aciers soudables – Partie 1 : Barres et couronnes ;
- NF A 35-080-2 : Aciers pour béton armé – Aciers soudables – Partie 2 : Treillis soudés.

Les armatures pour béton armé sont de type B500B dans le cas d'ouvrages pour lesquels la réglementation requiert des vérifications complémentaires vis-à-vis du risque sismique. Elles font l'objet d'une certification NF délivrée par l'AFCAB.

Pour les aciers utilisés pour les inserts de levage :

- NF A 35-015 : Aciers pour béton armé – Aciers soudables lisses ;
- NF A 35-028 : Aciers pour béton – Treillis raidisseurs.

1.4.1.2. Armatures disposées dans les rupteurs

Les armatures inoxydables, intégrées aux rupteurs ISOTEC RT+ classique et ISOTEC RT+ sismique respectent les normes suivantes :

- NF A 35-572-1 : liste des aciers inoxydables ;
- NF A 35-572-3 : conditions techniques de livraison des demi-produits, barres, fils machines, fils tréfilés, profils et produits transformés à froid en acier résistant à la corrosion pour usage général.

L'acier inoxydable utilisé pour les armatures de béton armé à savoir, les étriers en forme de U et les diagonales, sont d'une nuance 1.4301 ou équivalent garantissant une résistance à la traction $\geq 700 \text{ MPa}$.

La justification des capacités résistantes est effectué en considérant une contrainte limite élastique $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$ exceptée pour la vérification de la distance maximale entre joint de fractionnement, où f_{yk} prend la valeur de 700 MPa.

La valeur du module à prendre en compte E_s est égale 170 000 MPa.

1.4.1.3. Nature des composants pour la réalisation du rupteur

1.4.1.3.1. Isolant

L'isolant composant le corps du rupteur est en laine de roche. L'isolant du rupteur est obtenu par découpe de panneaux rigides sous la dénomination commerciale ROCKFEU COFFRAGE, fabriqués par la société ROCKWOOL.

Le produit fait l'objet :

- du marquage CE n° 1163-CPR-0471 Rév. 14 conformément à la norme NF EN 13162+A1 ;
- d'un certificat ACERMI n° 07/015/455.

Les caractéristiques du produit sont :

- l'absorption d'eau à court terme par immersion partielle : WS ;
- l'absorption d'eau à long terme par immersion partielle : WL(P) ;
- la conductivité thermique utile (valeur certifiée ACERMI) : 0,038 W/m.K ;
- la classe de réaction au feu : Euroclasse A1 ;
- la masse volumique nominale : $\geq 120 \text{ kg/m}^3$;
- la résistance à la compression : CS(10/Y)30.

1.4.1.3.2. Peignes en acier inoxydable

Les peignes en acier inoxydable sont positionnés aux quatre angles longitudinaux de l'isolant.

Les peignes, formés en L, sont réalisés à partir de profil d'épaisseur 0,8 mm. Le retour sur les faces inférieure et supérieure de l'isolant est de 10 mm. Les retours verticaux des peignes, nommé H, sur les faces latérales de l'isolant sont déterminés pour laisser au minimum un débord de 5 mm à partir du nu du perçement pour le passage des armatures traversantes en acier inoxydable (voir figure 1 ci-dessous).

La valeur de H, exprimée en mm, prend les valeurs suivantes pour :

- les peignes disposés en partie inférieure de l'isolant : $H = u + \emptyset/2 + 5$;
- les peignes disposés en partie supérieure de l'isolant : $H = \emptyset_{\text{plancher}} - u - d + \emptyset/2 + 5$ avec :

u : distance entre la face inférieure du rupteur et l'axe du brin inférieur de l'acier inoxydable ;

d : distance d'axe à axe des brins inférieur et supérieur de l'étrier façonné en U ;

$\emptyset_{\text{HA étrier}}$: diamètre de l'étrier.

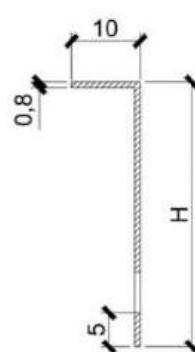


Figure 1 - Profil du peigne en acier inoxydable - Cas du peigne disposé en partie supérieure du rupteur

Leurs fonctions assurent :

- la position verticale et l'espacement des brins inférieur et supérieur des armatures traversantes en acier inoxydable ;
- le bon calage du corps isolant ;
- une rigidité suffisante pour une bonne manipulation.

1.4.1.3.3. Capots de protection

Des capots en PVC en forme de U sont disposés sur les faces inférieure et supérieure de l'isolant. Leur fonction est de protéger l'isolant durant la phase de fabrication des prédalles et la phase chantier, voir figure 2 ci-dessous.

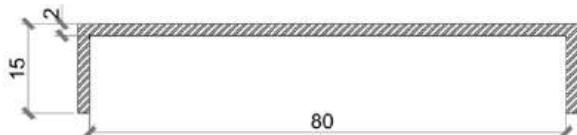


Figure 2 - Profil du capot PVC - Cas du capot disposé en partie supérieure du rupteur

1.4.1.3.4. Sangles de maintien

Les sangles de maintien de l'ensemble des composants du rupteur, sont réalisées à partir de feuillard en polypropylène d'une largeur nominale de 12 mm et d'une épaisseur nominale de 0,63 mm.

1.4.1.4. Béton de prédalles

La composition du béton, pour la fabrication en usine des prédalles, respecte les exigences définies dans les Tableaux NAF.1 ou NAF.2 de la norme NF EN 206/CN, en fonction de la classe d'exposition retenue pour le plancher concerné de la structure. La classe d'exposition du béton fait partie des caractéristiques certifiées par le référentiel de la marque NF. La classe de résistance du béton est au minimum C25/30 pour les prédalles en béton armé.

1.4.1.5. Béton de la dalle collaborante rapportée

Le béton de la dalle collaborante rapportée doit être conforme à la norme NF EN 206/CN. La classe de résistance à la compression est supérieure ou égale à C25/30.

L'utilisation de granulats recyclés est possible, dans le cas où leur proportion n'excède pas les 15% (classes R0 et R1 selon le Tableau 1 de la NF EN 1992-1-2/NA).

L'utilisation des bétons autoplâtrants est également envisageable.

1.4.2. Description des éléments constituants

1.4.2.1. Terminologie

ThermoPrédalle BA 0,2 RECTOR : Procédé/système destiné à réaliser un plancher à partir de prédalles préfabriquées en usine fixe intégrant un dispositif de traitement de ponts thermiques sur tout ou partie de la périphérie d'un niveau de plancher d'un bâtiment à la liaison plancher-support.

Eléments constituant le procédé/système ThermoPrédalle BA 0,2 RECTOR :

- Prédalle : prédalles en BA fabriquées industriellement en usine fixe
- About de prédalles : bord de prédalles parallèle à la ligne d'appui
- Rive de prédalles : bord de prédalles autre que ceux parallèles aux lignes d'appuis
- Prédalle standard : prédalles ne comportant pas de dispositif de traitement du pont thermique
- **Prédalle d'about** : prédalles situées en périphérie du bâtiment et comportant un dispositif de traitement du pont thermique sur au moins un about
- Prédalle de rive : prédalles situées en périphérie du bâtiment et comportant un dispositif de traitement du pont thermique sur au moins une rive
- **Prédalle d'angle** : prédalles situées dans un angle de bâtiment et comportant un (ou des) dispositif(s) de traitement du pont thermique en rive et en (au moins sur un) about
- Rupteur ISOTEC RT+ classique : élément d'isolation intégré dans une prédalles avec les différents composants tels que définis au § 2.4.1.3, muni d'armatures traversantes ancrées de part et d'autre dans le béton. Leur hauteur est généralement égale à l'épaisseur brute ou finie du plancher, et de longueurs variables. Cet élément rupteur assure la transmission d'effort de flexion, d'effort normal et d'effort tranchant vertical.
- Rupteur ISOTEC RT+ sismique : élément d'isolation intégré dans une prédalles dont la description est similaire et combiné au rupteur ISOTEC RT+ classique muni d'armatures traversantes qui assure la reprise d'effort normal et d'effort tranchant horizontal.

1.4.3. Modèles de rupteurs

Les modèles de rupteurs ISOTEC RT+ classique et ISOTEC RT+ sismique sont intégrés en usine directement dans les prédalles en béton armé :

- dans le sens porteur en about de prédalles ;
- dans le sens porteur ou non en rive de prédalles.

Les modèles retenus pour réaliser des planchers ThermoPrédalle BA 0,2 RECTOR sont les Modèle VI et Modèle HI pour les liaisons plancher-façade.

La fonction mécanique principale du modèle VI est la reprise de l'ensemble des efforts gravitaires du plancher ainsi que les charges qui lui sont appliquées.

La fonction du modèle HI permet d'assurer la transmission des efforts horizontaux à savoir :

- les efforts engendrés par le différentiel de température et le retrait entre la façade et le plancher lorsque cela est nécessaire ;

- le transfert des efforts aux voiles de contreventement des bâtiments vis-à-vis du vent et en situation sismique.

1.4.3.1. Modèle VI

Le Modèle VI est composé de deux réseaux d'armatures en acier inoxydable assurant principalement le transfert des efforts verticaux [V] au support du plancher.

- Les premiers appelés « étriers » en forme de U positionnés verticalement reprennent :
 - les efforts dus au retrait ;
 - un moment de flexion équilibrant 15% du moment de flexion en travée de plancher par l'intermédiaire du brin supérieur des étriers.
- Le deuxième appelé « diagonales (verticales) » assurant le transfert de l'effort tranchant vertical.

Le modèle VI se décline en différentes longueurs :

- Le rupteur standard d'une longueur de 1,00 m ;
- Des rupteurs d'une longueur de 100, 150, 200 et 250 mm.

D'autres longueurs inférieures à 1,00 m peuvent être envisagées.



Figure 3 : Rupteur ISOTEC RT+ classique - Modèle VI

1.4.3.2. Modèle HI

Le Modèle HI est composé de deux réseaux d'armatures en acier inoxydable assurant principalement le transfert des efforts horizontaux [H] au support du plancher :

- Le premier appelé « étrier » en forme de U positionné horizontalement reprenant les efforts normaux de compression ou de traction ;
- Le deuxième appelé « diagonales (horizontales) » disposées en partie supérieure et inférieure assurant le transfert de l'effort tranchant horizontal.



Figure 4 : Rupteur ISOTEC RT+ sismique - Modèle HI

1.4.4. Intégration et maintien des rupteurs dans la pré dalle

Les rupteurs ISOTEC RT + classique et les rupteurs ISOTEC RT+ sismique sont disposés manuellement en about et en rive de la pré dalle sur les tables en usine.

1.4.4.1. Modèle VI

Le maintien des rupteurs Modèle VI est assuré à l'aide des armatures longitudinales inférieures côté pré dalle noyées dans le béton frais de la pré dalle à savoir :

- les armatures inférieures des étriers en forme de U ;
- les armatures inférieures des diagonales verticales.

Concernant les modèles VI identifiés VI 10 et VI 20, les extrémités des peignes en inox disposés en partie basse du rupteur sont chanfreinées afin d'assurer l'alignement du rupteur mis en place en about de pré dalle, en extrémité de la pré dalle.

1.4.4.2. Modèle HI

En ce qui concerne les rupteurs Modèle HI, leur maintien est réalisé par l'intermédiaire :

- de 2 pattes de scellement directement intégrées en partie basse des peignes en inox sur la face intérieure du rupteur et qui sont dépliées avant la pose du rupteur sur la table. Ces deux pattes sont noyées dans le béton frais de la pré dalle ;
- d'une armature de montage disposée parallèlement en partie supérieure maintenue de part et d'autre du rupteur. Cette armature de montage est ligaturée sur les brins supérieurs des étriers des modèles VI de part et d'autre du rupteur Modèle HI.

1.4.5. Pré dalles pré fabriquées

Les pré dalles en béton armé ont une épaisseur nominale au moins égale à 50 mm. Elles sont conformes à la norme NF EN 13747 et font l'objet du marquage CE et d'une certification NF.

Elles peuvent être munies ou non de treillis raidisseurs. Les armatures longitudinales sont non dépassantes sur l'about côté rupteur thermique.

Les rupteurs sont positionnés en about ou sur la rive de la pré dalle.

1.5. Fabrication et contrôle

1.5.1. Fabrication des modèles de rupteurs ISOTEC RT+ classique & ISOTEC RT+ sismique

L'ensemble de la fabrication des rupteurs ISOTEC RT+ classique et ISOTEC RT+ sismique est réalisé par la LEVIAT SAS.

1.5.2. Fabrication des pré dalles en béton armé pour planchers ThermoPré dalle BA 0,2 RECTOR

La fabrication des pré dalles est effectuée sur une ligne de production sur laquelle on effectue les opérations de nettoyage, de traçage, de mise en place des armatures courantes de la pré dalle ainsi que des rupteurs thermiques, de bétonnage, d'étuvage et de démoulage.

Les armatures longitudinales (armatures de flexion) ainsi que les treillis raidisseurs sont découpés et mis en place en fond de coffrage sur des positionneurs métalliques avec cales plastiques préalablement disposés.

Les rupteurs sont mis en place en about et/ou en rive de pré dalle manuellement avant bétonnage de la pré dalle selon les fiches de fabrication établies par le bureau d'études de l'industriel.

Les rupteurs sont posés en fond de coffrage et maintenus pour assurer leur alignement et leur position verticale.

Les armatures de répartition sont mises en place conformément au plan de chaque pré dalle.

Après bétonnage, un griffage mécanique ou ponctuellement manuel est effectué pour assurer la rugosité en surface de pré dalle.

D'autres modes de fabrication peuvent également être envisagés.

1.5.3. Contrôle et traçabilité des rupteurs

Le contrôle du façonnage des armatures en acier inoxydable ainsi que de l'ensemble des composants constituant les rupteurs sont réalisés par LEVIAT SAS.

1.5.4. Contrôles des composants dans les pré dalles

L'industriel livre l'ensemble des constituants du procédé de rupteurs intégrés dans les pré dalles et garantit leur conformité au présent Dossier Technique.

Les contrôles de la fabrication des pré dalles sont effectués selon le référentiel de la certification NF.

En complément des contrôles réalisés sur les pré dalles en zone courante, un contrôle visuel portant sur les points suivants sera effectué :

- Avant bétonnage :
 - identification des différents modèles de rupteurs selon la fiche de production ;
 - position et dimension des rupteurs - longueur et hauteur.
- Après bétonnage : alignement et position verticale des rupteurs.

1.5.5. Traçabilité des corps isolant

Les contrôles du matériau isolant et la traçabilité sont réalisés à chaque étape pour garantir la performance thermique du procédé.

1.5.5.1. Au niveau du producteur de panneaux isolants de laine de roche

- L'attestation de conformité pour le marquage CE ;
- Le certificat ACERMI.

1.5.5.2. Au niveau du titulaire

- Réception dans chaque usine des palettes de rupteurs : conservation et archivage des bons de livraison ;
- Report de la date de mise en service du lot sur le bon de livraison.

1.6. Identification du produit

Chaque rupteur est identifié par une étiquette autocollante disposée au-dessus du capot supérieur en PVC et précise le sens de pose du rupteur dans la prédalle. Une deuxième étiquette est ligaturée aux armatures du rupteur. Les informations portées sur cette deuxième étiquette sont en fonction du modèle de rupteur.

1.6.1. Module VI

Le module VI se présente tel que défini sur la figure 5 ci-dessous.

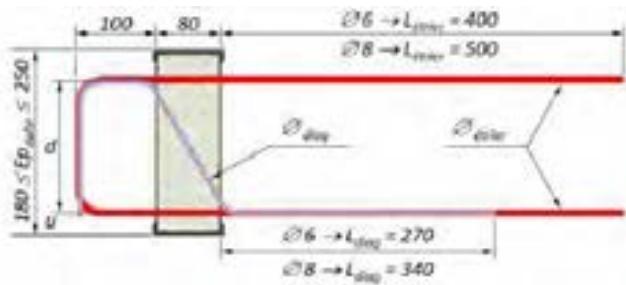


Figure 5 : Rupteur ISOTEC RT+ classique - Coupe Type Modèle VI

Le module VI se décline en plusieurs longueurs tel que précisé au § 1.4.3.1

Des exemples d'identification sont donnés pour les modules VI 100, VI 10 et VI 20.

1.6.1.1. Module VI 100 de longueur 1,00 m

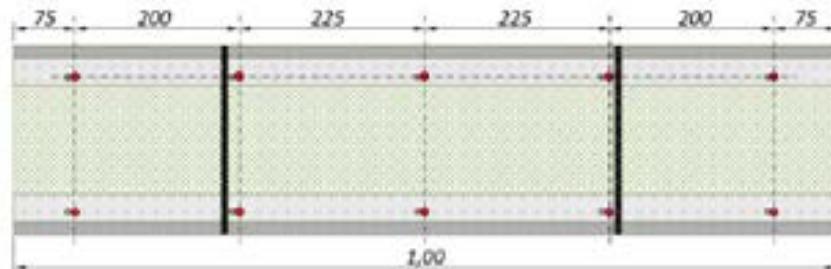


Figure 6 : Rupteur ISOTEC RT+ classique - Modèle VI 100 - Elévation - **Vue de l'intérieur**

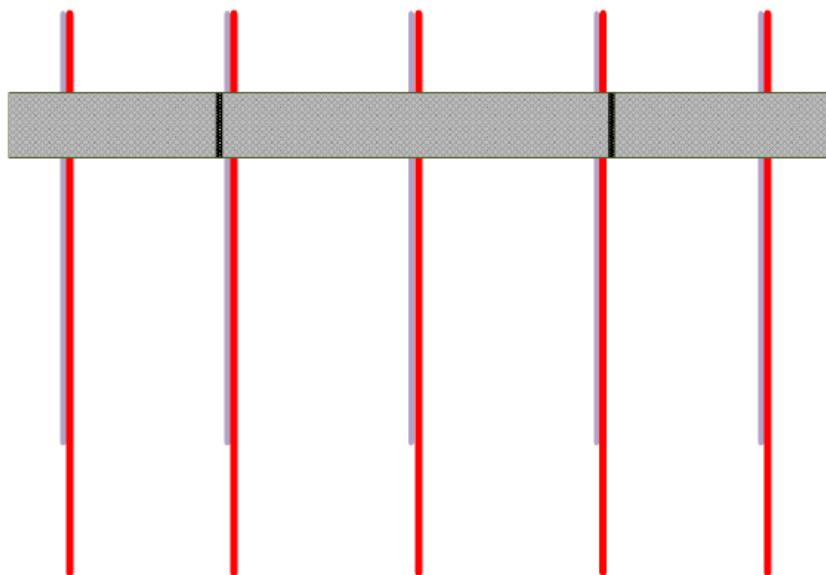


Figure 7 : Rupteur ISOTEC RT+ classique - Modèle VI 100 - Vue en plan

L'identification du rupteur VI 100 permet de renseigner les informations suivantes comme par exemple :

VI 20/5.8/5.6 d=120 u=28 avec :

V : Transmission de l'effort tranchant par les diagonales verticales ;

I : Cas d'une isolation par l'intérieur ;

20 : Epaisseur du rupteur en cm ;

5.8 : Nombre et diamètre en mm des brins inférieur et supérieur des étriers ;

5.6 : Nombre et diamètre en mm des diagonales verticales ;

d=120 : Bras de levier correspondant à la distance en mm à l'axe entre les brins inférieur et supérieur des étriers ;

u=28 : Distance entre le nu inférieur du rupteur et l'axe du brin inférieur de l'étrier ;

1.6.1.2. Module VI 20 de longueur de 200 mm

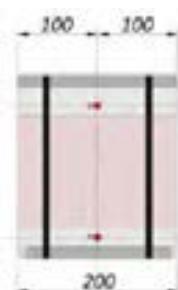


Figure 8 : Rupteur ISOTEC RT+ classique - Modèle VI 20 - Elévation - **Vue de l'intérieur**

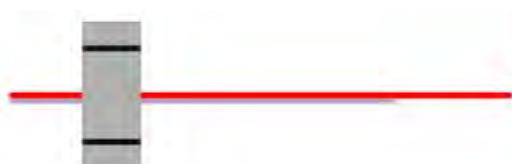


Figure 9 : Rupteur ISOTEC RT+ classique - Modèle VI 20 - Vue en plan

L'identification du rupteur VI 20 permet de renseigner les informations suivantes comme par exemple :

VI 20/1.8/1.6 d=120 u=28 L20 avec :

V : Transmission de l'effort tranchant par les diagonales verticales ;

I : Cas d'une isolation par l'intérieur ;

20 : Epaisseur du rupteur en cm ;

1.8 : Nombre et diamètre en mm des brins inférieure et supérieure des étriers ;

1.6 : Nombre et diamètre en mm des diagonales verticales ;

d=120 : Bras de levier correspondant à la distance en mm à l'axe entre les brins inférieur et supérieur des étriers ;

u=28 : Distance entre le nu inférieur du rupteur et l'axe du brin inférieur de l'étrier ;

L20 : Longueur du rupteur en cm.

1.6.1.3. Module VI 10 de longueur de 100 mm



Figure 10 : Rupteur ISOTEC RT+ classique - Modèle VI 10 - Elévation - **Vue de l'intérieur**



Figure 11 : Rupteur ISOTEC RT+ classique - Modèle VI 10 - Vue en plan

L'identification du rupteur VI 10 permet de renseigner les informations suivantes comme par exemple :

VI 20/1.8/1.6 d=120 u=28 L10 avec :

∨ : Transmission de l'effort tranchant par les diagonales verticales ;

I : Cas d'une isolation par l'intérieur ;

20 : Epaisseur du rupteur en cm ;

1.8 : Nombre et diamètre en mm des brins inférieure et supérieure des étriers ;

1.6 : Nombre et diamètre en mm des diagonales verticales ;

d=120 : Bras de levier correspondant à la distance en mm à l'axe entre les brins inférieur et supérieur des étriers ;

u=28 : Distance entre le nu inférieur du rupteur et l'axe du brin inférieur de l'étrier ;

L10 : Longueur du rupteur en cm.

1.6.2. Module HI

Le module HI se présente tel que défini sur les figures 12 à 14 ci-dessous.

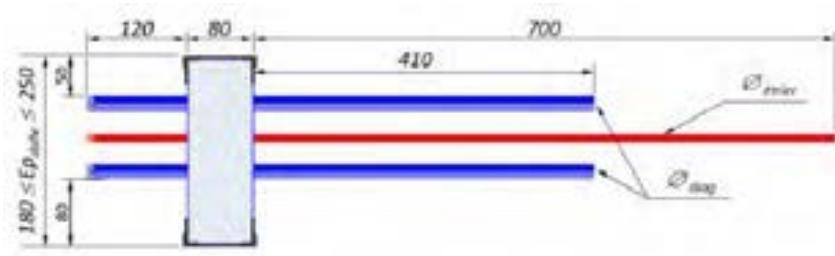


Figure 12 : Rupteur ISOTEC RT+ sismique - Coupe Type Modèle HI



Figure 13 : Rupteur ISOTEC RT+ sismique - Vue en plan

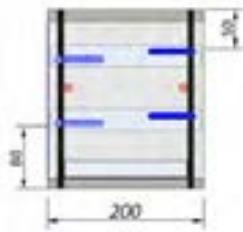


Figure 14 : Rupteur ISOTEC RT+ sismique - Elévation - **Vue de l'intérieur**

L'identification du rupteur HI 20 permet de renseigner les informations suivantes comme par exemple :

HI 20/1.8/2x2.10 avec :

H : Transmission de l'effort tranchant par les diagonales horizontales ;

I : Cas d'une isolation par l'intérieur ;

20 : Epaisseur du rupteur en cm ;

1.8 : Nombre et diamètre en mm des 2 brins de l'étrier ;

2x2.10 : Nombre et diamètre en mm des diagonales horizontales.

1.7. Disposition de mise en œuvre

Les prédalles munies de rupteurs représentent tout ou partie de l'ensemble des prédalles du plancher. La mise en œuvre des prédalles munies de rupteurs est identique à celle de prédalles industrialisées courantes. Elle est réalisée conformément à la norme NF P 19-206 ainsi que les trois parties (P1-1, P1-2 et P2) de la NF DTU 23.4.

Les plans de préconisation de pose sont établis par le Bureau d'Etudes de l'industriel. Ils comportent les éléments nécessaires à la mise en œuvre des prédalles, ainsi que la définition des armatures complémentaires nécessaires pour la réalisation du plancher.

Sur demande, les équipes commerciales et techniques de l'industriel peuvent assister les bureaux d'études d'exécution et les entreprises, de la prescription jusqu'à la mise en œuvre sur chantier.

1.7.1. Livraison et réception des prédalles

La livraison des prédalles est préalablement planifiée avec l'entreprise.

La réception des prédalles sur chantier, doit s'effectuer conformément aux § 3.13 et au § 5 de la NF DTU 23.4 P1-1.

1.7.2. Manutention et stockage des prédalles

Les indications portées sur le plan de préconisation de pose, vis-à-vis de la manutention et du stockage éventuel sur chantier des prédalles, conformément au § 5.3 de la NF DTU 23.4 P1-1, doivent être respectées.

Le matériel de manutention, à savoir élingues, crochets de levage et palonnier, vérifié par l'entreprise, doit être conforme aux normes en vigueur et aux indications de pose portées sur les plans de l'industriel.

En cas de stockage sur chantier, les dispositions doivent être prises pour éviter la détérioration des armatures et du corps de l'isolant. Le système de calage doit en outre respecter les prescriptions § 5.3 de la NF DTU 23.4 P1-1.

1.7.3. Pose des prédalles

La réception de l'arase supérieure des supports doit être effectuée par l'entreprise avant la pose des prédalles conformément au § 5.4 de la NF DTU 23.4 P1-1. Pour les prédalles munies de rupteurs, elle doit vérifier l'absence de tout obstacle pouvant gêner la mise en place des armatures dépassantes avec ou sans rupteur.

En l'absence de dispositions particulières adoptées par l'entreprise de pose, les prédalles comportant des rupteurs sur la rive non porteuse doivent être posées en premier lieu, avant la pré dalle adjacente, ceci afin de garantir le bon positionnement des rupteurs. Les prédalles munies de rupteurs sont posées côté à côté, jointivement et toujours sur les files d'étais placées en général parallèlement aux lignes d'appui.

Le positionnement des prédalles comportant des rupteurs sur la rive porteuse est effectué de manière à respecter la condition de positionnement des rupteurs. La face extérieure du rupteur doit être en alignement avec la face intérieure du support.

La présence du rupteur nécessite la mise en place d'une lissoir de rive sous le béton de la pré dalle disposée au plus près du rupteur. Si les conditions de repos sur l'appui opposé ne sont pas vérifiées, il peut s'avérer nécessaire de disposer une lissoir d'appui.

Par un contrôle visuel, l'entreprise doit s'assurer du bon alignement des rupteurs d'une pré dalle à l'autre le long de la ligne d'appui et vérifier que le rupteur n'empêche pas sur le support de plus de :

- 5 mm dans le chaînage périphérique horizontal, dans le cas de mur réalisé en maçonnerie ;
- 1/15^e de l'épaisseur du support dans le chaînage horizontal pour les murs réalisés en béton armé.

Lorsqu'il est constaté sur le chantier, pour certaines prédalles, que les prescriptions d'appui minimal définies sur les plans de préconisation de pose ne sont pas respectées, l'entreprise doit procéder sans délai à la mise en place d'une lissoir d'appui et prendre contact avec le bureau d'études de l'industriel.

Les dispositions prévues au § 6.5 de la NF DTU 23.4 P1-1 doivent être retenues.

1.7.4. Armatures complémentaires en zone courante

Les armatures complémentaires en zone courante des prédalles sont précisées sur les plans de préconisation de pose établis par l'industriel et concernent :

- les armatures sur joints ;
- les renforts sur prédalles, lorsque cela est nécessaire, qui concernent notamment :
 - les armatures longitudinales ;
 - les armatures de répartition ;
 - les renforts de trémies avec ou sans chevêtre ...
- les armatures supérieures sur appuis.

La mise en place de ces armatures ne diffère pas par rapport aux armatures mises en place sur des prédalles industrialisées courantes.

1.7.5. Armatures disposées en about de prédalles et en rive non porteuse munis de rupteurs

Aucune armature complémentaire n'est à ajouter sur l'appui en about de la pré dalle.

1.7.6. Passage de gaines et canalisations

En zone courante de plancher, l'incorporation de gaines et de canalisations est possible. Elle doit respecter les dispositions retenues au § 5.5.2.3 de la NF DTU 23.4 P1-1.

Dans les zones de liaison avec rupteurs, les réservations aménagées dans le corps de l'isolant pour le passage des gaines sont possibles uniquement dans le modèle VI de longueur 1,00 m.

Disposée entre les aciers traversants, la dimension de la réservation ne doit pas être supérieure à un diamètre de 40 mm et doit être positionnée à mi-distance entre les peignes inférieur et supérieur en acier inoxydable.

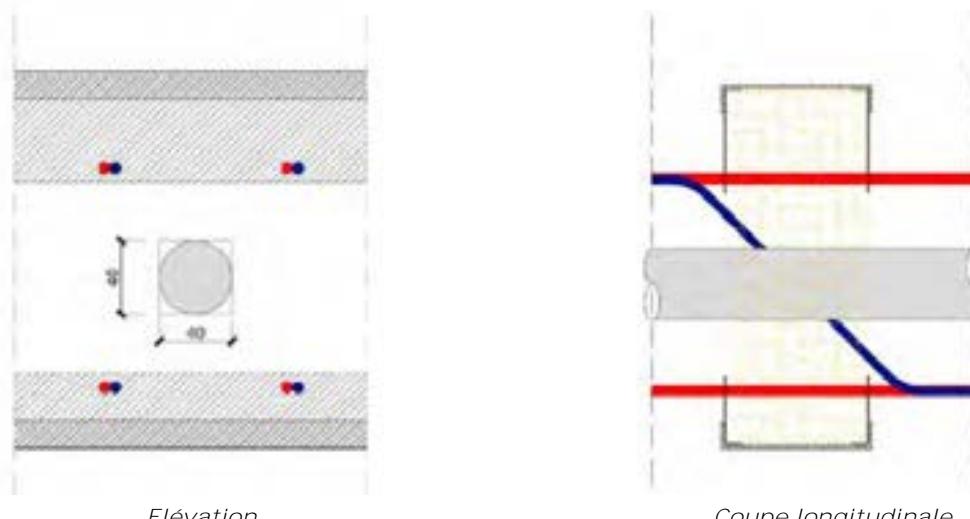


Figure 15 : Passage de gaine dans le rupteur ISOTEC RT+ sismique - Modèle VI

1.7.7. Mise en place du chaînage horizontal périphérique

À la jonction plancher – murs périphériques, un chaînage horizontal est disposé conformément à la réglementation en vigueur ou aux règles de l'art.

1.7.8. Mise en place du chaînage intérieur

À la jonction plancher – murs périphériques, un chaînage horizontal est disposé côté plancher correspondant au minimum à la section d'armatures du chaînage horizontal périphérique conformément à la réglementation en vigueur ou aux règles de l'art.

1.7.9. **Mise en place des pains d'isolant**

Les rupteurs isolants sont intégrés à la pré dalle lors de sa fabrication selon les descriptifs précédemment mentionnés.

1.7.10. Bétonnage de la dalle collaborante rapportée

Le bétonnage de la dalle collaborante rapportée dans le cas de pré dalles munies de rupteurs est similaire à celui d'un plancher à pré dalles industrialisées courantes. L'entreprise doit se référer au § 5.5.2 de la NF DTU 23.4 P1-1.

Un soin particulier doit être apporté :

- au bétonnage, à la distribution équilibrée du béton de chaque côté des pains ;
- au dressage et au surfaçage dans les zones de présence des rupteurs isolants.

1.7.11. Enlèvement des étaiς du plancher après coulage

L'entreprise doit se référer au § 5.4.6 de la NF DTU 23.4 P1-1 vis-à-vis des phases de désétalement et de l'exploitation du plancher en phase de chantier.

1.8. Finitions

1.8.1. Fixation des menuiseries

Dans le cas d'about ou de rive de plancher muni de rupteur, la fixation des menuiseries posées en applique intérieure sera effectuée par le biais de fixations déportées en partie arrière du dormant conformément aux préconisations du § 2 du DTU 36.5 P1-1. Dans cette configuration, la fixation se trouve en zone courante du plancher et peut donc être réalisée de manière traditionnelle.

1.8.2. Sols

Tous les types de revêtements de sol peuvent être appliqués.

1.8.3. Plafonds

En zone courante, la nature de la sous-face est identique à la sous-face d'un plancher béton à dalle pleine coulée sur prédalles.

Au niveau des abouts et des rives, les rupteurs sont visibles en sous face, mais ceux-ci se trouveront dans la continuité verticale de l'isolation intérieure des murs.

La réalisation des plafonds est décrite au §2.8.2 de la SECTION C du Cahier 2892_V3 - Mai 2020.

Une isolation peut être rapportée en sous-face de prédale en usine ou sur chantier après réalisation des planchers, par collage ou par un système de fixation mécanique par chevilles.

Dans le cas de plafonds suspendus, ces derniers peuvent être fixés aux prédalles par des chevilles autoforeuses ou par pistoscellement (procédé sous Avis Technique) selon les dispositions définies au §2.8.1 de la SECTION C du Cahier 2892_V3 - Mai 2020.

1.8.4. Doublages

Il n'y a pas lieu de prendre des dispositions particulières pour la mise en œuvre des ouvrages de plâtrerie. Les panneaux d'isolation au-dessus et en dessous des rupteurs peuvent être :

- collés sur la face intérieure des murs selon le DTU 25.42 ;
- mis en œuvre sur une ossature métallique selon le DTU 25.41.

Doublages collés

La mise en œuvre des doublages est réalisée conformément à la NF DTU 25.42 P1-1.

A titre d'exemple, des schémas de mise en œuvre de doublages collés sont fournis en Annexe VI au § VI.2.1.

Doublages sur ossature

Le système de doublage sur ossature est mis en œuvre conformément à la NF DTU 25.41 P-1-1.

L'Annexe V au § V.2.2 propose des détails :

- de raccordement en partie haute dans le cas d'une isolation continue et le cas d'une isolation interrompue par un faux-plafond ainsi qu'en partie basse dans le cas d'une pose collée ;
- de fixation des lisses basse et haute dans le cas d'une mise œuvre sur une ossature métallique.

1.8.5. Etanchéité de toiture-terrasse

1.8.5.1. Domaine d'emploi

La mise en œuvre et le domaine d'emploi du procédé de rupteur de ponts thermiques ThermoPrédalle BA 0,2 RECTOR sont conformes au CPT 3794 (février 2018) « Règles de conception des toitures terrasses, balcons et coursives étanchés sur éléments porteurs en maçonnerie munis de procédés de rupteurs de ponts thermiques faisant l'objet d'un Avis Technique ».

1.8.5.2. Compatibilité

Le corps des isolants des rupteurs est en laine de roche. Les rupteurs sont toujours surmontés d'un capot PVC sans aucun élément de protection au passage de la flamme ⁽¹⁾.

La compatibilité du rupteur de la ThermoPrédalle BA 0,2 RECTOR à recevoir un pare-vapeur ou un revêtement d'étanchéité est définie dans le Tableau 1 ci-dessous.

Aptitude à recevoir un	Compatibilité des rupteurs ThermoPrédalle BA 0,2 RECTOR à recevoir un pare-vapeur ou un revêtement d'étanchéité
pare-vapeur synthétique en pose libre	Oui
pare-vapeur ou un revêtement d'étanchéité collé à froid	Oui
pare-vapeur ou un revêtement bitumineux auto-adhésif	Oui
pare-vapeur ou un revêtement d'étanchéité bitumineuse soudée à la flamme	Oui ⁽¹⁾
pare-vapeur collé à l'EAC	Non
isolant support d'étanchéité à base de verre cellulaire collé à l'EAC	Non

Tableau 1

- (1) *L'application directe sur le rupteur n'est pas réputée satisfaisante, quel que soit le matériau composant le corps du rupteur. Dans ce cas, une bande bitumineuse auto-adhésive doit être préalablement mise en œuvre sur le rupteur en débordant de chaque côté d'au moins 50 mm sur l'élément porteur et/ou le relief (cf. Figure 1 de l'Annexe IX). La bande est définie dans les DTA des « revêtements d'étanchéité de toitures en bicouche avec première couche auto-adhésive à base de bitume modifié » comme feuille de première couche en partie courante. Cette bande n'assure pas le rôle d'équerre de continuité du pare-vapeur.*

1.8.5.3. Prescriptions de mise en œuvre

1.8.5.3.1. Généralités

La mise en œuvre et la composition du revêtement d'étanchéité, du pare-vapeur et de l'équerre de renfort est décrite dans l'Avis Technique ou le Document Technique d'Application du revêtement d'étanchéité, dans les DTU série 43 complétés par les prescriptions du CPT 3794 du CSTB « Règles de conception des toitures terrasses » (février 2018).

La mise en œuvre des panneaux isolants est décrite dans l'Avis Technique ou le Document Technique d'Application du panneau isolant.

1.8.5.3.2. Enduit d'imprégnation à froid

Lorsqu'il est nécessaire d'appliquer sur le support un Enduit d'Imprégnation à Froid, ce dernier est mis en œuvre en partie courante de la toiture sans recouvrir le rupteur thermique. Dans le cas d'Enduit d'Imprégnation à Froid contenant des solvants, les boîtiers en PVC des rupteurs doivent être protégés par du ruban adhésif.

1.8.5.3.3. Fixation mécanique en partie courante de toiture

Lorsque les revêtements d'étanchéité et/ou les panneaux isolants sont fixés mécaniquement, les fixations sont éloignées d'au moins 5 cm minimum du bord du rupteur sans excéder une distance de 20 cm par rapport à l'acrotère, tout en respectant les distances au bord préconisées pour ces fixations.

1.8.5.3.4. Fixation mécanique en périphérie de toiture

Dans le cas de relevés synthétiques, la fixation du revêtement en périphérie de la toiture est réalisée dans le relief. La bande de liaison du pare-vapeur au support (ex : bande butyle) est positionnée du côté du rupteur. L'ensemble des éléments sont définis dans un DTA de revêtement d'étanchéité.

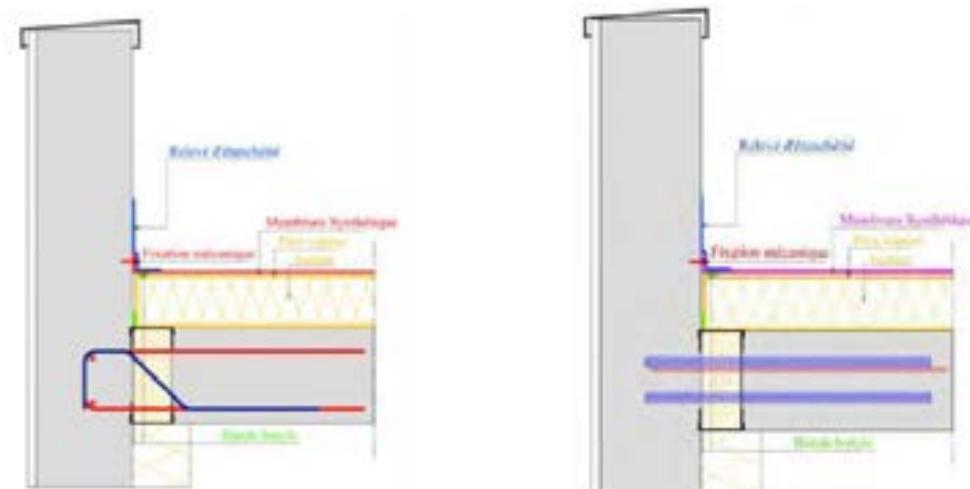


Figure 16 : Fixation mécanique en périphérie de toiture

1.8.5.3.5. Bande auto-adhésive, équerre et pare-vapeur

La bande auto-adhésive, qui est définie dans un DTA de revêtement d'étanchéité, est mise en œuvre sur le rupteur et reçoit une équerre de continuité du pare-vapeur soudée.

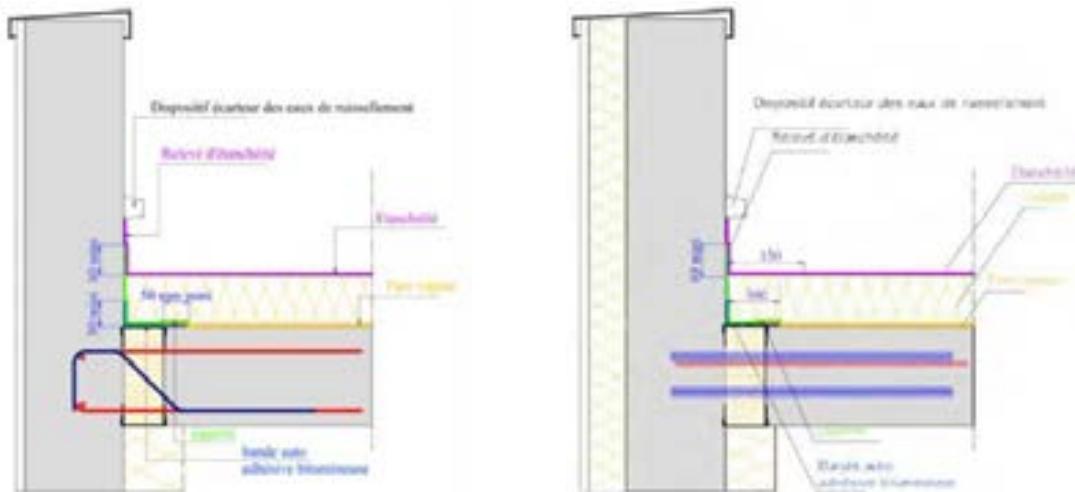


Figure 17 : Bande auto-adhésive, équerre et pare-vapeur

1.8.5.3.6. Dalles sur plots

Dans le cas de dalles sur plots, les plots de rive ne se situent pas au-dessus des rupteurs.

La largeur du rupteur étant supérieure à 50 mm, un système de porte-dalle bénéficiant d'un Avis Technique doit être réalisé afin de limiter le risque de porte-à-faux de la dalle.

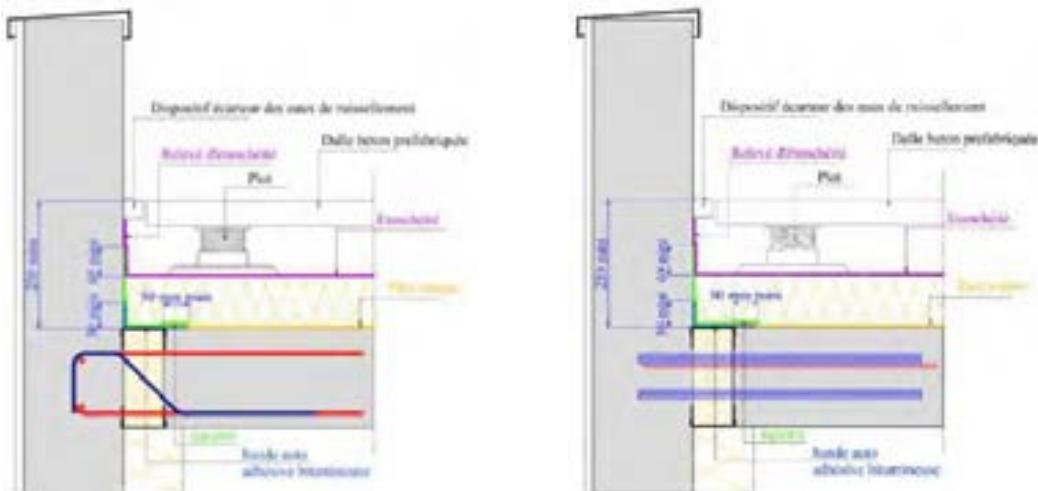


Figure 18 : Dalles sur plots

1.8.5.3.7. Réservations

Les réservations dans le béton (évacuation d'eau pluviale, trop-plein, conduit de cheminée, ventilation mécanique, etc.) sont réalisées par le lot gros œuvre en prévoyant que le rupteur ne peut recevoir de fixation mécanique pour fixer les manchons/platines métalliques. Celles-ci sont espacées du rupteur de 50 mm minimum. La figure 19 donne l'exemple du cas d'une évacuation d'eau pluviale.

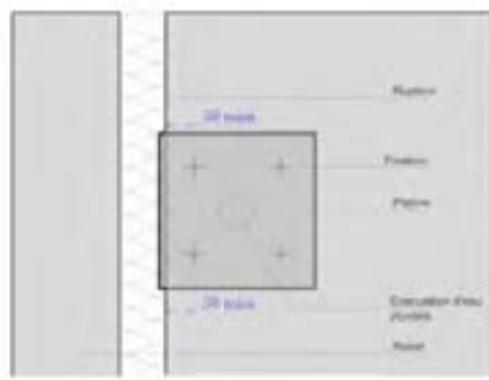


Figure 19 : réservation pour évacuation d'eau pluviale

1.9. Conception et calculs

1.9.1. Règles générales

Les règles de justification des planchers ThermoPrédalle BA 0,2 RECTOR sont menées conformément à la norme NF P 19-206 ainsi que les trois parties (P1-1, P1-2 et P2) de la NF DTU 23.4. Des compléments, pour certaines justifications spécifiques du procédé, doivent être apportés selon les éléments fournis ci-après.

Les épaisseurs des planchers ThermoPrédalle BA 0,2 RECTOR ne peuvent pas être inférieures à 180 mm.

Par défaut, la classe minimale du béton de la dalle collaborante rapportée est C25/30.

La limite élastique f_yk des aciers de béton armé est prise égale à 500 MPa.

Un organigramme de dimensionnement de rupteurs est fourni en Annexe XII.

1.9.2. Justification en zone courante de plancher

Les justifications en zone courante de plancher sont menées conformément aux § 5 et § 6 de la norme NF P 19-206 pour respectivement les vérifications à l'ELU et à l'ELS.

La justification de la limitation des flèches est menée conformément au § 6.5 de la norme NF P 19-206.

La vérification du monolithisme est réalisée conformément au § 5.3.2 et 12.2.3 de la norme NF P 19-206. On considérera les coefficients c et μ correspondant à l'état de crantage obtenu (surfaces lisse, rugueuse ou crantée).

1.9.3. Justification des zones d'about de plancher au niveau des appuis d'extrémité

Les dispositions et justifications de l'about de la prédalle ne comportant pas de rupteur thermique ISOTEC RT+ sont celles définies à la norme NF P 19-206 pour ce qui concerne les vérifications d'ancre (**§ 5.5.1**), de résistances à l'effort tranchant (**§ 5.3.3**) et à la flexion sous moment négatif éventuel (**§ 5.2**).

Tous les éléments évoqués ci-après concernent les justifications spécifiques à l'about de la prédalle comportant des rupteurs ISOTEC RT+ classique et sismique, sous l'action des charges verticale et horizontale.

1.9.3.1. Justification des rupteurs ISOTEC RT+

1.9.3.1.1. Vérification à la flexion au droit des rupteurs

Conformément à l'article 9.2.1.2 de la NF EN 1992-1-1 et de l'Annexe Nationale Française, les armatures supérieures des étriers en forme de U doivent représenter une section d'acier minimale capable de reprendre un moment fléchissant M_{Edy} , résultant d'un encastrement partiel calculé en tenant compte d'une fraction égale à 15 % du moment maximal de flexion en travée.

Les brins supérieurs des armatures en U mises en place dans les rupteurs doivent être dimensionnés pour reprendre le maximum de 0,15 du moment maximal de flexion en travée et l'effort tranchant sollicitant à l'interface du rupteur et du béton de la dalle multiplié l'épaisseur de l'isolant du rupteur.

Les valeurs de M_{Rd} en fonction du module de rupteur retenu sont fournies au Tableau 3 de l'Annexe I. Lorsque le rupteur est sollicité à un effort de traction N_{Ed} , les valeurs de M_{Rd} sont prises égales à $(N_{Rd} - N_{Ed})/2 \times d$ avec d , la distance entraxe entre le brin inférieur et le brin supérieur des étriers en forme de U. Les valeurs de N_{Rd} sont fournies au Tableau 2 de l'Annexe I du Dossier Technique.

1.9.3.1.2. Vérification vis-à-vis de l'effort tranchant vertical

Les armatures en diagonale disposées dans les rupteurs Modèle VI assurent la reprise de l'effort tranchant vertical $V_{Ed,V}$. L'effort tranchant agissant est déterminé à l'aplomb de l'interface dalle/rupteur.

L'effort tranchant vertical sollicitant est comparé à l'effort tranchant résistant $V_{Rd,V}$ selon l'identification du module retenu. Les capacités à l'effort tranchant vertical sont fournies au Tableau 1 de l'Annexe I du Dossier Technique.

Concernant les rupteurs disposés en rive de pré dalle (sens non porteur du plancher), les armatures en diagonale doivent être dimensionnées pour reprendre au moins 30% de l'effort tranchant sollicitant du sens porteur du plancher.

1.9.4. Vérification sous sollicitations horizontales

1.9.4.1. Principe et méthode de justification

Les modules ISOTEC RT+ classique modèle VI reprennent principalement l'effort tranchant vertical $V_{Ed,V}$ par l'intermédiaire des diagonales et le moment forfaitaire M_{Ed} sur appui par le brin supérieur de l'étrier en forme de U. Les deux brins de l'étrier en forme de U peuvent reprendre un effort normal de traction ou de compression N_{Ed} .

La synthèse des efforts repris par le modèle VI est fournie à la figure 20 ci-dessous.

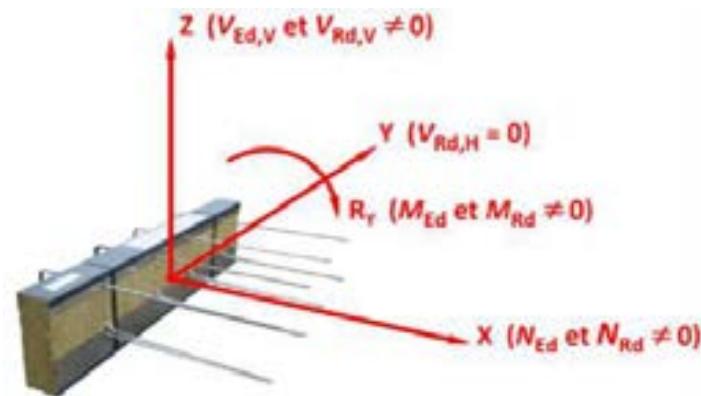


Figure 20 : Sollicitations pouvant être reprises par le modèle VI

Les valeurs de capacités résistantes à l'effort tranchant vertical sont fournies au Tableau 1 de l'Annexe I en fonction des diamètres des diagonales retenues.

Les valeurs de capacités résistantes à l'effort normal sont fournies au Tableau 2 de l'Annexe I.

Les valeurs de capacités résistantes à la flexion sont fournies au Tableau 3 de l'Annexe I.

Pour toutes sollicitations engendrant des efforts horizontaux et éventuellement des efforts normaux à la liaison plancher/voie de contreventement et lorsque cela est nécessaire, les modules ISOTEC RT+ sismique modèle HI doivent être mis en place.

Les diagonales horizontales permettent de transiter l'effort tranchant horizontal $V_{Ed,H}$ et les deux brins de l'étrier en forme de U assurent la reprise des efforts normaux de traction N_{Ed} du plancher vers le voile de contreventement.

La synthèse des efforts repris par le modèle HI est fournie à la figure 21 ci-dessous.

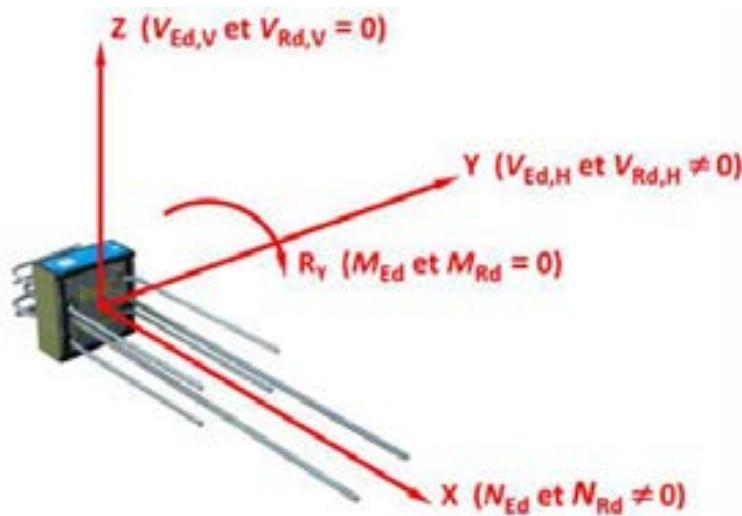


Figure 21 : Sollicitations pouvant être reprises par le modèle HI

Les valeurs de capacités résistantes à l'effort tranchant horizontal sont fournies au Tableau 1 de l'Annexe II en fonction des diamètres des diagonales retenues.

Les valeurs de capacités résistantes à l'effort normal sont fournies au Tableau 2 de l'Annexe II.

Note : Les rupteurs ISOTEC RT+ sismique modèle HI n'ayant pas pour fonction de reprendre les efforts gravitaires et pour tenir compte de leur présence, il est nécessaire pour le dimensionnement des rupteurs ISOTEC RT+ classique modèle VI de minorer les capacités résistantes à l'effort tranchant vertical ainsi que le moment forfaitaire sur appui.

1.9.4.2. Principes de modélisation vis-à-vis du sismique

Deux méthodes de modélisation d'un bâtiment muni de rupteurs thermiques ISOTEC RT+ peuvent être réalisées :

- une modélisation sans matérialisation des rupteurs qui impose une majoration des efforts dans les voiles de contreventement non munis de rupteurs (liaison voile-plancher traditionnelle) en respectant les critères définis au § 1.9.4.2.1 ci-dessous ;
- une modélisation avec matérialisation des rupteurs ISOTEC RT+ pour laquelle sont directement exploités les efforts dans les rupteurs sans majoration d'efforts dans les voiles de contreventement non munis de rupteurs. Ce type de modélisation est imposée uniquement pour les bâtiments > R+5 dont les planchers sont traités avec des rupteurs sur la totalité de la périphérie. Cette modélisation n'est pas limitée aux critères définis au § 1.9.4.2.1.

1.9.4.2.1. Modélisation sans matérialisation des rupteurs ISOTEC RT+

La modélisation sans matérialisation des rupteurs est limitée aux bâtiments pour lesquels les critères suivants doivent être vérifiés :

- Les bâtiments répondant à un système de murs couplés ou non et à un système à noyau selon le § 5.1.2 de la NF EN 1998-1 et son Annexe Nationale ;
- La régularité en élévation doit être respectée selon les critères du § 4.2.3 de la NF EN 1998-1 et son Annexe Nationale ;
- Dans les deux directions horizontales principales sismiques à étudier, la rigidité des murs de contreventement non dissociés par des rupteurs (liaison traditionnelle voile-plancher) doit représenter au moins deux fois la rigidité des murs de contreventement associés à des rupteurs ISOTEC RT+. Dans ce cas, un coefficient de majoration d'effort C_r doit être appliqué sur l'ensemble des murs de contreventement non dissociés par des rupteurs. Le coefficient de majoration C_r est déterminé en fonction du rapport de rigidité R_r selon le Tableau 2 ci-dessous avec :

R_r , le rapport de rigidité Kmurs sans rupteur / Kmurs avec rupteurs ;

C_r , le coefficient de majoration des efforts dans les voiles de contreventement non munis de rupteur ISOTEC RT+.

R_r	C_r
$0,5 < R_r \leq 1,00$	3,0
$1,0 < R_r \leq 5,00$	2,0
$R_r > 5,00$	1,2

Tableau 2 : Coefficient de majoration C_r des efforts dans les voiles de contreventement non munis de rupteur ISOTEC RT+

La modélisation sans matérialisation explicite des rupteurs, consiste à réaliser une coupure côté plancher au droit des rupteurs **parallèlement à l'axe du voile porteur**. Le dimensionnement des rupteurs ISOTEC RT+ sismique est effectué selon les efforts directement tirés de la modélisation. Cette méthode est conservatrice car les efforts sont surévalués par rapport à une modélisation avec rupteurs.

1.9.4.2.2. Modélisation avec matérialisation des rupteurs ISOTEC RT+

La modélisation avec matérialisation des rupteurs permet d'évaluer précisément les efforts dans les rupteurs ISOTEC RT+. La modélisation d'un bâtiment muni de ThermoPrédalle BA 0,2 RECTOR consiste à matérialiser les rupteurs modèle HII au niveau de la liaison voile-plancher en tenant compte de la raideur vis-à-vis des efforts tranchants horizontal et vertical, ainsi que de la raideur en traction/compression (précisées au Tableau 3 de l'Annexe II).

Pour le reste de la structure à savoir les voiles et les planchers, la modélisation doit être réalisée à l'aide d'éléments surfaciques de type coque.

Les résultats numériques obtenus sur chaque rupteur peuvent être directement pris en compte.

1.9.4.2.3. Dimensionnement des rupteurs ISOTEC RT+ sismique

Il existe deux méthodes pour dimensionner les rupteurs ISOTEC RT+ sismique :

- La méthode A consistant à prendre en compte l'interaction entre l'effort normal et l'effort tranchant horizontal ;
- La méthode B qui est une approche simplifiée sans tenir compte de l'interaction entre l'effort normal et l'effort tranchant horizontal.

Le choix de la méthode à utiliser est identifiée selon les diagrammes d'interaction en fonction des diamètres des diagonales du rupteur ISOTEC RT+ sismique présentés en Annexe V.

1.9.4.2.3.1. Vérification des rupteurs selon la méthode A (prise en compte de l'interaction)

Les deux inégalités suivantes doivent être vérifiées :

$$\frac{N_{Rd}}{N_{Ed} + V_{Ed,H} \times \tan\theta} \geq 1 ; \frac{V_{Rd,H}}{V_{Ed,H}} \geq 1$$

Avec :

θ , l'angle des diagonales horizontales du rupteur pris égal à 35° ;

N_{Rd} , l'effort normal résistant pris égal à min (N_{Rd} ; $V_{Rd,H}$) avec N_{Rd} et $V_{Rd,H}$ définis en Annexe II ;
 N_{Ed} , l'effort normal de sollicitation ;
 $V_{Ed,H}$, l'effort tranchant horizontal sollicitant ;
 $V_{Rd,H}$, l'effort tranchant horizontal résistant.

1.9.4.2.3.2. Vérification des rupteurs selon la méthode B (approche simplifiée)

Les deux inégalités suivantes doivent être vérifiées :

$$\frac{N_{Rd}}{2 \times N_{Ed}} \geq 1 ; \min\left(\frac{N_{Rd}}{2 \times \tan \theta} ; V_{Rd,H}\right) \times \frac{1}{V_{Ed,H}} \geq 1$$

Avec :

θ , l'angle des diagonales horizontales du rupteur pris égal à 35° ;
 N_{Rd} , l'effort normal résistant pris égal à min (N_{Rd} ; $V_{Rd,H}$) avec N_{Rd} et $V_{Rd,H}$ définis en Annexe II ;
 N_{Ed} , l'effort normal de sollicitation ;
 $V_{Ed,H}$, l'effort tranchant horizontal sollicitant ;
 $V_{Rd,H}$, l'effort tranchant horizontal résistant.

1.9.4.3. Prise en compte de la dilatation thermique

La dilatation relative des voiles périphériques en béton armé (préfabriqué ou non) par rapport au plancher muni de rupteur nécessite de vérifier à la fois :

- le déplacement admissible relatif entre les voiles et le plancher ;
- la maîtrise de la fissuration au niveau des voiles.

1.9.4.3.1. Vérification du déplacement admissible relatif voile-plancher

Pour cela, il y a lieu de vérifier, en fonction des différentes longueurs des segments nommés L le long des voiles périphériques au niveau du plancher, la longueur libre maximale L_{max} permettant de s'assurer que les aciers traversant le rupteur du modèle VI atteignent un niveau de plastification acceptable. Le calcul de la longueur libre maximale L_{max} est précisé en Annexe III du présent Dossier Technique.

Le principe de vérification consiste à disposer un nombre suffisant de points fixes complémentaires, par la mise en place soit de brides en béton armé, soit de rupteur(s) Modèle HI lorsque cela est nécessaire.

Il existe trois configurations de segment de voile périphérique :

- Cas 1 : segment de voile périphérique libre-fixe. C'est le cas d'un segment situé entre un angle sortant de bâtiment et un refend intermédiaire perpendiculaire pour lequel $L \leq L_{max}$;
- Cas 2 : segment de voile périphérique libre-libre. C'est le cas d'un segment situé entre deux angles sortants pour lequel $L \leq 2 \times L_{max}$;
- Cas 3 : segment de voile périphérique fixe-fixe. C'est le cas d'un segment situé entre deux refends intermédiaires pour lequel il n'y a pas d'exigence de limitation de longueur.

Les liaisons refend/façade qui sont considérées comme des points fixes, ne nécessitent pas de ferraillage spécifique.

Lorsque la longueur d'un segment L est supérieure aux valeurs limites définies ci-dessus, la mise en place soit d'une bride en béton armé d'une largeur de 1,50 m, soit de rupteur(s) Modèle HI est nécessaire.

1.9.4.3.1.1.1. Cas de la mise en place d'une bride en béton armé

Lorsqu'il est nécessaire de disposer une bride en béton armé, deux réseaux d'armature d'une section forfaitaire de 26,8 cm² doivent être mis en place :

- une section d'armature ancrée sur appui d'une longueur minimale de l_{bd} côté plancher, mise en place sur la largeur de 1,50 m ;
- une section d'armature ancrée de part et d'autre de la largeur de la bride parallèle aux rupteurs d'une longueur minimale l_{bd} .

Ces armatures sont complémentaires des armatures nécessaires vis-à-vis des efforts gravitaires.

Les armatures disposées dans la bride en béton armé doivent reprendre les efforts provenant de la dalle elle-même sur :

- 3 fois la largeur de la bride zone en courante de plancher ;
- 2 fois la largeur de la bride proche d'un angle de plancher.

L'Annexe VIII présente les dispositions d'armatures à retenir pour les deux réseaux d'armature.

1.9.4.3.1.1.2. Cas de la mise en place de rupteurs ISOTEC RT+ sismique Modèle HI

Lorsqu'il est retenu de disposer des rupteurs Modèle HI, le type et le nombre de rupteurs sont déterminés selon les critères d'admissibilité à l'aide des graphes fournis en Annexe V du dossier technique.

Chaque graphe des rupteurs Modèle HI pour différents diamètres de diagonales variant de Ø8 à Ø12 mm représente l'aire du domaine admissible en fonction :

- En abscisse, de la demi-longueur du segment de la façade ($L/2$) nécessitant la mise en place de rupteur modèle HI ;
- En ordonnée, l'aire ou section utile ϕS_0 du voile support identifiée par un plan de coupe perpendiculaire à la façade. Cette aire est déterminée comme suit :

$\phi (\leq 1)$: le rapport de la surface totale de la façade déduite de ses ouvertures présentes sur la surface totale de la façade du voile concerné. Par simplification, ϕ peut être pris égal à 1 ;

S_0 : épaisseur du voile x hauteur du voile avec

hauteur du voile : la différence des niveaux d'arases supérieures des planchers pour le niveau étudié.

Les graphes 1 à 3 sont fournis pour des entraxes de rupteurs de 1,25 m.

Les graphes 4 à 6 sont fournis pour des entraxes de rupteurs de 2,50 m.

1.9.4.3.2. Maîtrise de la fissuration des voiles en béton armé

Après avoir identifié la mise en place de point(s) fixe(s) complémentaires et lorsqu'ils sont nécessaires, il y a lieu de vérifier que la distance à l'axe entre 2 brides en béton n'excède pas 12,00 m.

Lorsque cette longueur est supérieure à 12,00 m et que la façade considérée est munie d'ouvertures d'une hauteur supérieure ou égale à 1,50 m situées à moins de 6,00 m d'une bride en béton armé, il y a lieu de disposer une section d'armatures longitudinales minimale A_{smin} contribuant à la maîtrise de la fissuration (voir figures 4 et 5 en Annexe III du Dossier Technique), avec :

$$A_{smin} = f_{ctm}/f_{yk} \times A_{ct}$$

f_{ctm} : valeur moyenne de la résistance en compression du béton de chantier mesurée sur cylindre ;

f_{yk} : limite caractéristique d'élasticité de l'acier de béton armé utilisée sur chantier ;

A_{ct} : aire de la section du béton tendu du linteau

Les armatures A_{smin} doivent être ancrées de part et d'autre des ouvertures pour assurer la diffusion de l'effort de traction sur la hauteur courante du voile.

Il n'y a pas lieu de prendre des dispositions particulières vis-à-vis de la conception du ferraillage des voiles périphériques.

Le chaînage périphérique horizontal ainsi que les chaînages verticaux régnant de part et d'autre des ouvertures sont disposés conformément à la réglementation en vigueur ou aux règles de l'art (voir figure 4 en Annexe III du Dossier Technique).

1.9.4.4. Vérification du contreventement des bâtiments

Le Bureau d'études Structures doit vérifier le contreventement du bâtiment dont les planchers sont munis de rupteurs ISOTEC RT+.

Les zones munies de rupteurs VI à l'interface voile-plancher ThermoPrédalle BA 0,2 RECTOR ne peuvent pas assurer le transfert des efforts horizontaux de cisaillement à la liaison ($V_{Ed,H}=0$) due à leur grande souplesse. Le transfert des efforts de contreventement du bâtiment depuis le plancher doit être assuré à la fois par les voiles intermédiaires ainsi que par les voiles périphériques qui ne sont pas munis de rupteurs modèle VI. Le bureau d'études doit s'assurer à chaque niveau de plancher du:

- bon cheminement des efforts de contreventement ;
- dimensionnement des zones où transitent les efforts horizontaux ;
- niveau des valeurs de déplacements horizontaux et qu'il soit admissible selon la destination de l'ouvrage.

1.9.4.5. Vérification sous sollicitations accidentielles et localisées dues au vent et de la robustesse

Les capacités résistantes des rupteurs ISOTEC RT+ sismique modèle HI prennent en compte les sollicitations accidentielles et localisées de 600 kg/m² appliquées aux voiles de façade ainsi que la robustesse comme par exemple une défaillance d'un voile de contreventement. En conséquence, il n'y a pas lieu d'apporter de justifications particulières.

1.9.4.6. Vérification sous sollicitations sismiques

Le Procédé ThermoPrédalle BA 0,2 RECTOR, en situation sismique, est destiné:

- à tout type de structure référencé à l'article 5.2.2.1 de la NF EN 1998-1 et son Annexe Nationale française ;
- à tous les bâtiments réguliers ou non au sens de l'article 5.2.2.2 de la NF EN 1998-1 et son Annexe Nationale française ;
- à tous les niveaux de plancher, éventuellement prolongé par un balcon;
- lorsque la conception des bâtiments assure à la structure une ductilité limitée (DCL) et moyenne (DCM) ;
- pour toutes les catégories de bâtiment définies dans l'Arrêté du 22 octobre 2010 quelle que soit la classe de sol ;
- pour toutes les zones de sismicité en France Métropolitaine.

Lorsque les vérifications en situation sismique s'imposent selon l'Arrêté du 22 octobre 2010 (cf. Tableau 1 de l'Annexe XI.1), elles sont réalisées suivant les méthodes exposées ci-après. Le coefficient de comportement q retenu pour la détermination des sollicitations est identique à celui adopté pour l'ouvrage sans rupteur thermique en application de la NF EN 1998-1 et son Annexe Nationale. Le Tableau 2 de l'Annexe XI.2 rappelle les conditions de la valeur à prendre en compte.

De manière conservative, on considère que ces rupteurs ne sont pas des dispositifs dissipatifs. A ce titre, leur dimensionnement doit intégrer un coefficient de sur-résistance applicable aux diaphragmes γ_d d'après le paragraphe 4.4.2.5 de l'EC8-1. En raison du caractère ductile du mode de rupture observé lors des essais, une valeur $\gamma_d = 1.10$ est adoptée.

1.9.4.6.1. Méthodes par modélisation

Les méthodes de modélisation aux éléments finis sont décrites au § 1.9.4.2.1 ou § 1.9.4.2.2 et permettent d'évaluer le niveau des efforts selon les méthodes A et B et selon les critères du § 1.9.1.4.1.

1.9.4.6.2. Disposition constructive et armatures minimales

L'enrobage des armatures du plancher devra respecter la NF EN 1992-1-1 et son Annexe Nationale.

Il est recommandé que l'enrobage nominal de l'acier le plus proche du parement ne dépasse pas 50 mm notamment en cas d'environnement agressif. Pour les aciers inox du rupteur l'enrobage nominal minimum sera de 25 mm.

Les longueurs de recouvrement des étriers en forme de U ainsi que celles des armatures en diagonale côté plancher doivent être conformes à la NF EN 1992-1-1 et son Annexe Nationale.

Un chainage périphérique horizontal est disposé conformément à la réglementation en vigueur ou aux règles de l'art ainsi qu'un chaînage horizontal disposé côté plancher en nez de dalle correspondant au minimum à la section d'armatures du chaînage horizontal périphérique.

Des armatures de type « suspente » doivent être disposées en bout et en rive de plancher correspondant au moins au diamètre des armatures en diagonale des rupteurs.

Des armatures en chapeau doivent être disposées en continuité des brins supérieurs des étriers en forme de U des rupteurs.

1.9.5. Sécurité incendie

Les rupteurs ISOTEC RT+ classique Modèle VI et les rupteurs ISOTEC RT+ sismique modèle HI ont fait l'objet de rapport d'essai de résistance au feu réalisé au CSTB et de deux Appréciations de laboratoire de résistance au feu donnant lieu à une classification REI 120 pour l'ensemble des épaisseurs de planchers au moins égales à 180 mm pour :

- des murs en béton (préfabriqués ou non) d'une épaisseur ≥ 160 mm ;
- des murs en maçonnerie de petits éléments en béton ou en terre cuite.

Le classement revendiqué est défini par le classement minimal justifié pour les éléments de structure (murs et planchers) à l'interface desquels il est incorporé.

Au moins deux filants du chaînage périphérique doivent être disposés dans la boucle du rupteur modèle VI.

Les justifications par le calcul en zone courante de plancher s'effectuent conformément au § 11 de la norme NF P 19-206.

La résistance au feu des murs de façade réalisés à partir de petits éléments de maçonnerie en béton ou en terre cuite ainsi qu'en béton coulé en place préfabriqué ou non doit être justifiée selon la réglementation en vigueur.

Le classement de réaction au feu A1 de l'isolant n'est pas modifié par la présence des capots en PVC.

1.9.6. Isolation acoustique

La liaison voile-plancher munie de rupteur ISOTEC RT+ a fait l'objet :

- d'une étude de performance acoustique en transmission latérale réalisée par le CSTB ;
- d'une F.E.S.T pour les modèles VI et HI.

1.9.7. Isolation thermique

Le procédé ThermoPrédalle BA 0,2 RECTOR muni de rupteurs ISOTEC RT+ modèle VI et modèle HI permet de traiter les ponts thermiques au niveau des jonctions plancher-mur périphérique, pour les bâtiments à isolation thermique par l'intérieur.

Les calculs des coefficients de transmission linéique ψ sont menés conformément aux Règles Th-Bat. Les valeurs ont été vérifiées et ont fait l'objet de rapports d'essais délivrés par le CSTB.

Les hypothèses ainsi que les valeurs des coefficients thermiques sont fournies en Annexe X du Dossier Technique :

- le Tableau 1 pour les modèles VI ;
- le Tableau 2 pour les modèles HI.

1.10. Fourniture et assistance technique

La conception et les calculs des planchers de la phase provisoire de chantier sont réalisés par le Bureau d'études RECTOR selon le DTA n° 3.1/21-1041_V1 « Prédalle BA TR » selon la Norme NF EN 13747.

Toutes les données ainsi que les éléments d'information nécessaires pour la conception et l'approvisionnement des planchers, définis au § 3 de la NF P19 206 et au § 4 de la partie P1-2 de la NF DTU 23.4 doivent être fournis au bureau d'études RECTOR chargé du dimensionnement du plancher ThermoPrédalle BA 0,2 RECTOR.

Le bureau d'études RECTOR établit le plan de préconisation de pose conformément aux prescriptions du §5 du DTU 23.4 P1-2. Ce plan comporte, entre autres, les conditions de manutention, de levage et de pose des prédalles, le repérage et la position des files d'étalement ainsi que le repérage et l'identification des rupteurs modèle VI et HI.

La coordination avec les autres intervenants est décrite au § 4 de la NF DTU 23.4 P2. L'entreprise communique par ailleurs les informations relatives à l'approvisionnement des prédalles selon le § 4 de la partie P1-2 de la NF DTU 23.4.

RECTOR peut apporter son assistance technique en cas de demande de l'entreprise et du bureau d'études structure chargé de l'étude générale d'exécution du bâtiment.

En fonction de la position et de la mise en place de rupteurs ISOTEC RT+ intégrés dans les prédalles du procédé de la ThermoPrédalle BA 0,2 RECTOR, le Bureau d'études structure doit réaliser les vérifications nécessaires en conformité avec les règles de conception et de calcul du § 1.9 du présent Dossier Technique :

- Lorsque cela est nécessaire, de vérifier la mise en place soit des brides en béton armé, soit des rupteur(s) ISOTEC RT+ sismique, vis-à-vis du déplacement admissible relatif voile-plancher ;
 - **De s'assurer d'une section d'armatures suffisante dans les voiles en béton armé pour la maîtrise de la fissuration ;**
 - De garantir le contreventement du bâtiment ;
 - De vérifier les efforts engendrés dans les rupteurs ISOTEC RT+ en situation sismique lorsque cela est nécessaire, en **s'assurant du type de modélisation à retenir (avec ou sans matérialisation des rupteurs⁽¹⁾)** conditionnant la majoration des efforts dans les voiles de contreventement non munis de rupteurs (liaison dite traditionnelle) en situation sismique.
- (1) *La modélisation avec matérialisation des rupteurs ISOTEC RT+ sismique est imposée aux bâtiments > R+5 dont les planchers sont traités avec des rupteurs sur la totalité de la périphérie.*

Le bureau d'études Structure détermine les éléments de réduction N_{Ed} , $V_{Ed,V}$, $V_{Ed,H}$ dans les modèles HI qui doivent être fournis au Bureau d'études RECTOR. Le choix des rupteurs est réalisé soit par LEVIAT S.A.S, soit par le Bureau d'études RECTOR, selon la méthode A ou B de vérification résistante.

En situation durable, le Bureau d'études RECTOR peut déterminer les éléments de réduction $V_{Ed,V}$ et M_{Ed} . Le choix des rupteurs Modèle VI, selon leur capacité résistante, est réalisé soit par LEVIAT S.A.S, soit par le Bureau d'études RECTOR.

1.11. Sites de production

Les usines de production des prédalles de la ThermoPrédalle BA 0,2 RECTOR sont précisées ci-dessous :

- RECTOR Weyersheim, 24, rue du Ried, 67720 Weyersheim ;
- RECTOR Longueil Sainte Marie, 670, rue du Bief, 60126 Longueil Sainte Marie ;
- RECTOR Couëron, 8, route de Saint Etienne de Montluc, La Croix Gicquiaud, 44220 Couëron ;
- RECTOR Voreppe, 220, route de Voiron, Route Départementale 75, 38343 Voreppe ;
- RECTOR Ravel, 4, Le Mas, 63190 Ravel ;
- **RECTOR Berre l'Etang, ZAE Parc Euroflory, RD21, 13130 Berre l'Etang ;**
- RECTOR Tournefeuille, 9 Boulevard Marcel Paul, 31170 Tournefeuille.

1.12. Mention des justificatifs

1.12.1. Résultats expérimentaux

Structure

Modèle VI

- 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 thermomécanique de deux bâtiments complexes (R+4 et R+9) en béton armé équipés de rupteurs thermiques – 05.2017 + rapport complémentaire – 07.2017

Modèle HI

- Rapport n° EEM 21-0735 : Essai de chargement alterné en effort normal compression/traction sur modèle de rupteur de type HI 20/1.8/2x2.10
- Rapport n° EEM 21-0735 : Essai de chargement alterné en effort de cisaillement horizontal combiné avec un cisaillement vertical constant rupteur de type HI 20/1.8/2x2.10
- Étude numérique : Modélisation du comportement thermomécanique de deux bâtiments complexes (R+4 et R+9) en béton armé équipés de rupteurs thermiques – 05.2017 + rapport complémentaire – 07.2017
- Etude N001 A794 LEVIAT : Etude de sensibilité et modélisation pour un bâtiment R+3 avec intégration des rupteurs sismiques
- Etude N003 A794_indC LEVIAT : Note d'étude du procédé de rupteur parasismique

Feu

- Rapport n° RS05-063A, 2005 : Rupteur VI - Plancher en béton armé sur mur en maçonnerie blocs béton
- Rapport n° RS05-063B, 2006 : Rupteur VI - Plancher en béton armé sur mur en béton armé
- Appréciation de laboratoire de résistance au feu n° AL19-258, 2019 : Extension à toute la gamme visée Rupteur ISOTEC RT+ classique sur mur en maçonnerie (blocs béton et terre cuite) et épaisseur de plancher avec ou sans pré dalle ≥ 180 mm
- Appréciation de laboratoire de résistance au feu n° AL20-278 : Extension à toute la gamme visée Rupteur ISOTEC RT+ sismique sur mur en maçonnerie (blocs béton et terre cuite) et épaisseur de plancher avec ou sans pré dalle ≥ 180 mm

Thermique

- RAPPORT_AFF_20.026_et_20-026-bis-PLAKA France-B-RAKOTOMALALA-F-LAHLOU : Calcul des coefficients de ponts thermiques pour les rupteurs ISOTEC RT+ sismique
- Rapport CSTB : DEIS/HTO – 2017 – 082 – BB/LB – n° SAP 70058445
- Rapport CSTB : DEB/HTO – 2020 – 150 – Fal/LB – n° SAP 70075843
- Rapport CSTB : DEB/R2EB – 2022 – 170 – BR/Fal/LB – n° SAP 70073842 et 70084100

Acoustique

- Etude CSTB n° ER712.04.141 : Etude de performances acoustiques en transmission latérale **d'une** jonction en T avec rupteur
- F.E.S.T N°QA07-C du CERQUAL
- Notice technique n°20-00012 sur le rupteur « ISOTEC RT+ Sismique »

1.12.2. Données environnementales

Les rupteurs thermiques ISOTEC RT+ classique sont qualifiés par une Fiche de Déclaration Environnementale et Sanitaire (FDES). Les matériaux, le lieu et le procédé de fabrication de la gamme ISOTEC RT+ classique étant identiques à ceux utilisés pour le rupteur « ISOTEC RT+ sismique », ce dernier peut donc revendiquer une performance environnementale équivalente. Les D.E. ont notamment pour objet de servir au calcul des impacts environnementaux des ouvrages dans lesquels les procédés visés sont susceptibles d'être intégrés.

1.13. Annexes du Dossier Technique

Annexe I : Caractéristiques du modèle VI

Les tableaux de cette Annexe fournissent les capacités résistantes de différents modèles de rupteur VI :

- A l'effort tranchant vertical ;
- A l'effort normal ;
- A la flexion

D'autres modèles peuvent être retenus.



Capacité résistante à l'effort tranchant vertical $V_{Rd,v}$:

Identification		VI						
		3.6/3.6	4.6/4.6	4.8/4.6	5.8/5.6	6.8/6.6	8.8/8.6	10.8/10.6
Longueur du module		1,00 m						
		3 HA6	4 HA6	4 HA8	5 HA8	6 HA8	8 HA8	10HA8
		3 HA6	4 HA6	4 HA6	5 HA6	6 HA6	8 HA6	10HA6
$V_{Rd,v}$ en kN/ml en fonction de d'	100	26,08	34,77	31,61	39,51	47,41	63,22	79,02
	120	26,08	34,77	34,77	43,46	52,16	69,54	86,93
	132	26,08	34,77	34,77	43,46	52,16	69,54	86,93
	142	-	-	40,28	50,35	60,42	80,56	100,70
	144	30,21	40,28	-	-	-	-	-
	152	-	-	40,28	50,35	60,42	80,56	100,70
	154	30,21	40,28	-	-	-	-	-
	164	30,21	40,28	40,28	50,35	60,42	80,56	100,70
	174	30,21	40,28	40,28	50,35	60,42	80,56	100,70
	182	-	-	40,28	50,35	60,42	80,56	100,70
	184	31,94	42,58	-	-	-	-	-
	194	31,94	42,58	42,58	53,23	63,88	85,17	106,46

Tableau 1

Capacité résistante à l'effort normal N_{Rd} :

Identification		VI						
		3.6/3.6	4.6/4.6	4.8/4.6	5.8/5.6	6.8/6.6	8.8/8.6	10.8/10.6
Longueur du module		1,00 m						
		3 HA6	4 HA6	4 HA8	5 HA8	6 HA8	8 HA8	10HA8
		3 HA6	4 HA6	4 HA6	5 HA6	6 HA6	8 HA6	10HA6
$N_{Rd}^{(1)}$ en kN/ml		57,88	77,17	146,76	183,45	220,14	293,52	366,90

Tableau 2

Capacité résistante à la flexion M_{Rd} :

Identification		VI						
		3.6/3.6	4.6/4.6	4.8/4.6	5.8/5.6	6.8/6.6	8.8/8.6	10.8/10.6
Longueur du module		1,00 m						
		3 HA6	4 HA6	4 HA8	5 HA8	6 HA8	8 HA8	10HA8
		3 HA6	4 HA6	4 HA6	5 HA6	6 HA6	8 HA6	10HA6
$M_{Rd}^{(3)}$ en kN.m/ml en fonction de d pour $N_{Ed}=0$ ⁽¹⁾ ⁽²⁾	100	2,89	3,86	7,34	9,17	11,01	14,68	18,34
	120	3,47	4,63	8,81	11,01	13,21	17,61	22,01
	132	3,82	5,09	9,69	12,11	14,53	19,37	24,22
	142	-	-	10,42	13,02	15,63	20,84	26,05
	144	4,17	5,56	-	-	-	-	-
	152	-	-	11,15	13,94	16,73	22,31	27,88
	154	4,46	5,94	-	-	-	-	-
	164	4,75	6,33	12,03	15,04	18,05	24,07	30,09
	174	5,04	6,71	12,77	15,96	19,15	25,54	31,92
	182	-	-	13,36	16,69	20,03	26,71	33,39
	184	5,32	7,10	-	-	-	-	-
	194	5,61	7,49	14,24	17,79	21,35	28,47	35,59

Tableau 3

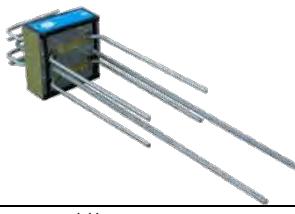
- (1) Les valeurs de N_{Rd} sont données pour $M_{Rd} = 0$
- (2) Si $N_{Ed} = N_{Rd}$ quelle que soit la valeur de d , $M_{Rd} = 0$
- (3) Si $N_{Ed} \neq 0$ alors $M_{Rd} = (N_{Rd} - N_{Ed})/2 \times d$

Annexe II : Caractéristiques du modèle HI

Les tableaux de cette Annexe fournissent les capacités résistantes de différents modèles de rupteur HI :

- A l'effort tranchant horizontal ;
- A l'effort normal ;

Aucune flexion ne peut être repris par ce rupteur.



Capacité résistante à l'effort tranchant horizontal $V_{Rd,H}$:

Identification	HI			
	1.12/2x2.6	1.12/2x2.8	1.12/2x2.10	1.12/2x2.12
Longueur du module	200 mm			
	1 HA12	1 HA12	1 HA12	1 HA12
	2x2 HA6	2x2 HA8	2x2 HA10	2x2 HA12
$V_{Rd,H}$ en kN	36,00	68,00	111,00	161,00

Tableau 1

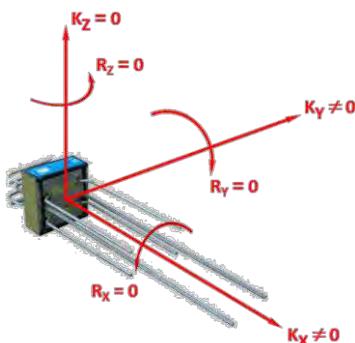
Capacité résistante à l'effort normal N_{Rd} :

Identification	HI			
	1.12/2x2.6	1.12/2x2.8	1.12/2x2.10	1.12/2x2.12
Longueur du module	200 mm			
	1 HA12	1 HA12	1 HA12	1 HA12
	2x2 HA6	2x2 HA8	2x2 HA10	2x2 HA12
N_{Rd} en kN			98,00	

Tableau 2

Valeurs des rigidités translationnelles :

- K_y est la rigidité horizontale tangentielle au plan de la façade ;
- K_x est la rigidité horizontale perpendiculaire au plan de la façade
- La rigidité translationnelle suivant l'axe vertical Z (K_z) et les rigidités rotationnelles X, Y et Z sont négligées



Identification	HI			
	1.12/2x2.6	1.12/2x2.8	1.12/2x2.10	1.12/2x2.12
Longueur du module	200 mm			
K_y en MN/module	92,00	164,00	257,00	481,00
K_x en MN/module	481,00			

Tableau 3

Annexe III : Prise en compte de la dilatation thermique

Cette Annexe III fait référence au § 1.9.4.3 du Dossier Technique.

III.1 Détermination de la longueur libre maximale L_{lmax}

Le calcul de la longueur libre maximale L_{lmax} s'effectue selon le calcul suivant :

$$L_{lmax} = \frac{(e_{isolant} + 2\emptyset)^2}{\emptyset} \times \left(k_1 - k_2 \cdot \tau \cdot \frac{1 + 0,3r}{1,35 + 1,5r} \right) \text{ avec}$$

$k_1 = 9,150 \cdot 10^{-3}$;

$k_2 = 5,683 \cdot 10^{-3}$;

\emptyset , le diamètre maximal des armatures traversant le rupteur en mm ;

τ , le taux de travail à l'ELU des armatures du rupteur en % ;

$e_{isolant}$, l'épaisseur de l'isolant égale à 80 mm ;

$r = Q_k / G_k$;

Q_k , la charge d'exploitation à l'ELU appliquée sur le plancher ;

G_k , l'ensemble des charges permanentes y compris le poids propre du plancher à l'ELU ;

l_{lmax} , la longueur libre maximale admissible en m.

Par simplification, il est possible de retenir la valeur de L_{lmax} dans le cas de longueur de segment de voile en béton armé périphérique libre-fixe correspondant au cas 1 selon les valeurs tabulées du Tableau 1 ci-dessous. Il convient de multiplier par 2 les valeurs du Tableau 1 dans le cas d'une configuration de segment libre-libre (cas 2) :

r (*)		$0 \leq r < 0,3$			$0,3 \leq r < 0,6$			$r \geq 0,6$		
τ (**)		$\tau \leq 50$	$50 < \tau \leq 75$	$75 < \tau \leq 100$	$\tau \leq 50$	$50 < \tau \leq 75$	$75 < \tau \leq 100$	$\tau \leq 50$	$50 < \tau \leq 75$	$75 < \tau \leq 100$
\emptyset	6	9,94	8,45	6,97	10,48	9,27	8,05	10,81	9,75	8,70
	8	8,11	6,90	5,69	8,56	7,57	6,58	8,82	7,97	7,11
	10	7,04	5,99	4,94	7,43	6,57	5,71	7,66	6,91	6,17
	12	6,35	5,40	4,45	6,69	5,92	5,15	6,90	6,23	5,56

(*) Si la valeur de r n'est pas connue, prendre $r = 0$

(**) Si la valeur de τ n'est pas connue, prendre $\tau = 100\%$

Tableau 1 : Valeur forfaitaire de L_{lmax} sans calcul

Quelle que soit la configuration de la longueur de segment rencontrée (cas 1 ou cas 2) et lorsque la longueur de segment L identifiée sur plan est supérieure à la longueur libre maximale L_{lmax} , il est nécessaire de positionner un point fixe, qui est soit une bride en béton armé, soit un nombre suffisant de rupteurs modèle HI faisant office de bride, afin de diminuer la longueur du segment considérée de la façade (voir figure 1 ci-dessous).

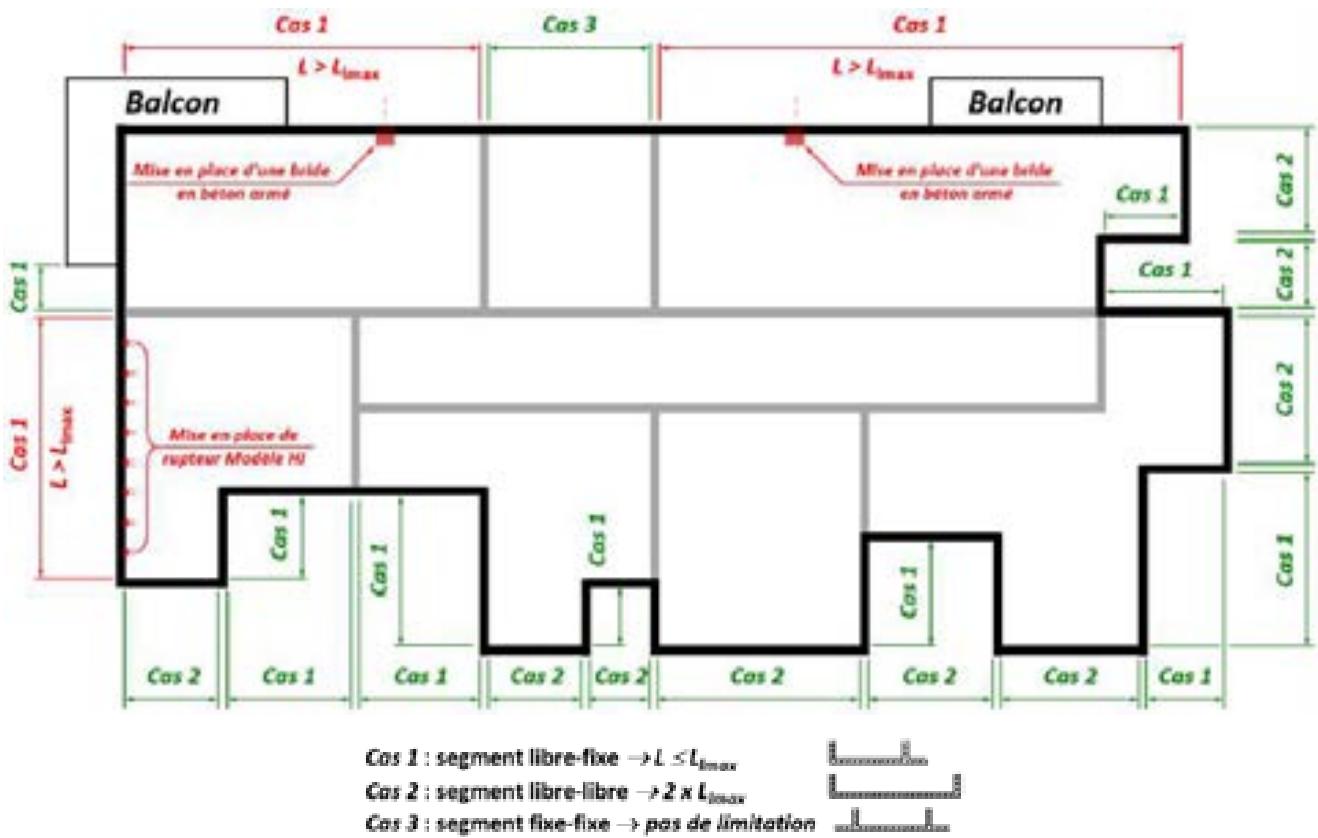


Figure 1 : Vérification des configurations de longueur de segment L et positionnement des brides

Le logigramme de la figure 2 ci-dessous résume la méthodologie de l'analyse des différentes longueurs des segments nommées L le long des voiles périphériques au niveau du plancher.

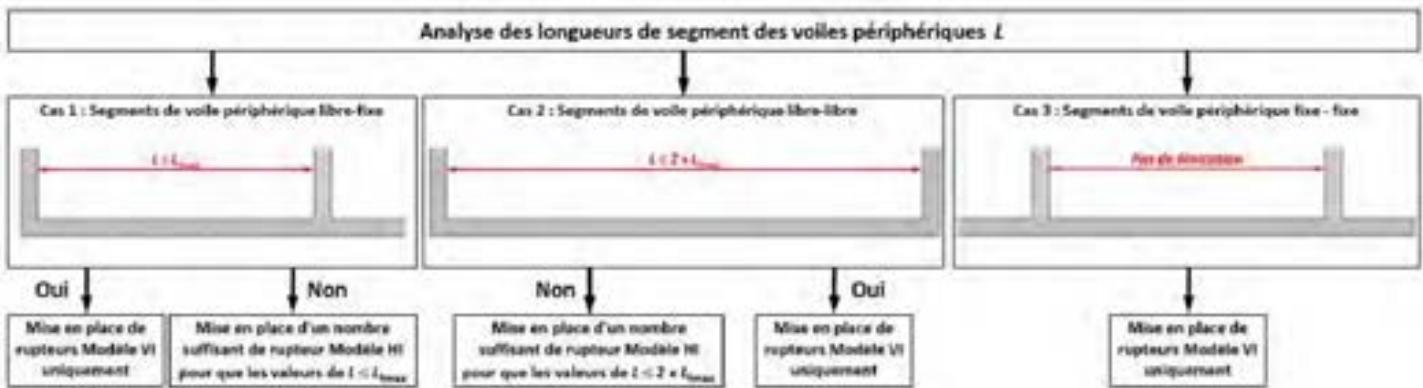


Figure 2 : Logigramme de la maîtrise du déplacement relatif voile-plancher et de la fissuration

III.2 Maîtrise de la fissuration au niveau des voiles en béton armé

Les façades dites « bridées » sont définies comme les portions de façade droite ne pouvant pas se dilater librement en présence à leurs extrémités d'un point « fixe » de type refend perpendiculaire à la façade ou de bride en béton armé. Ces points fixes sont uniquement des points extrêmes pour lesquels ne sont pas considérés les refends intermédiaires, les brides en béton armé lorsqu'elles sont nécessaires ainsi que les balcons non munis de rupteur (voir figure 3).

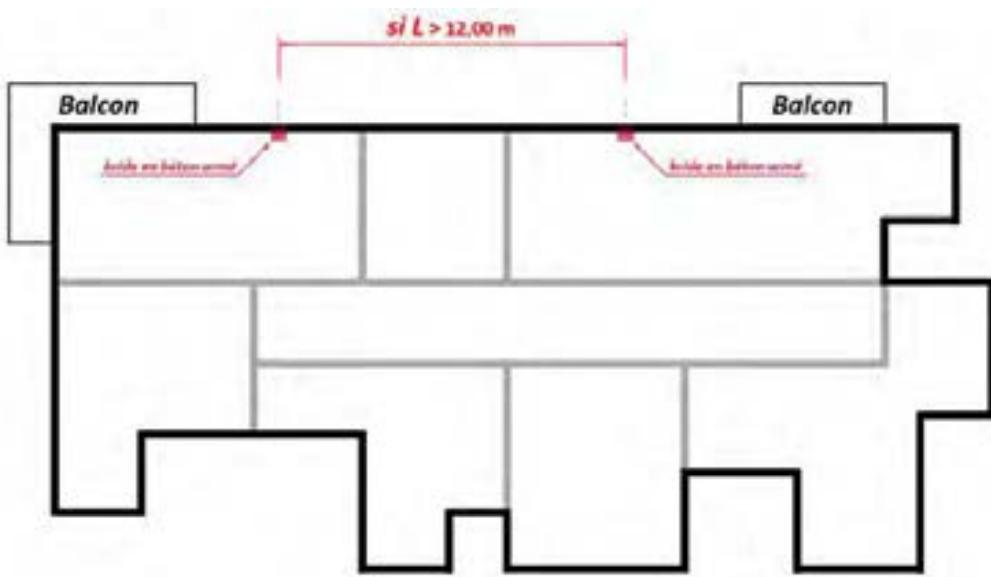
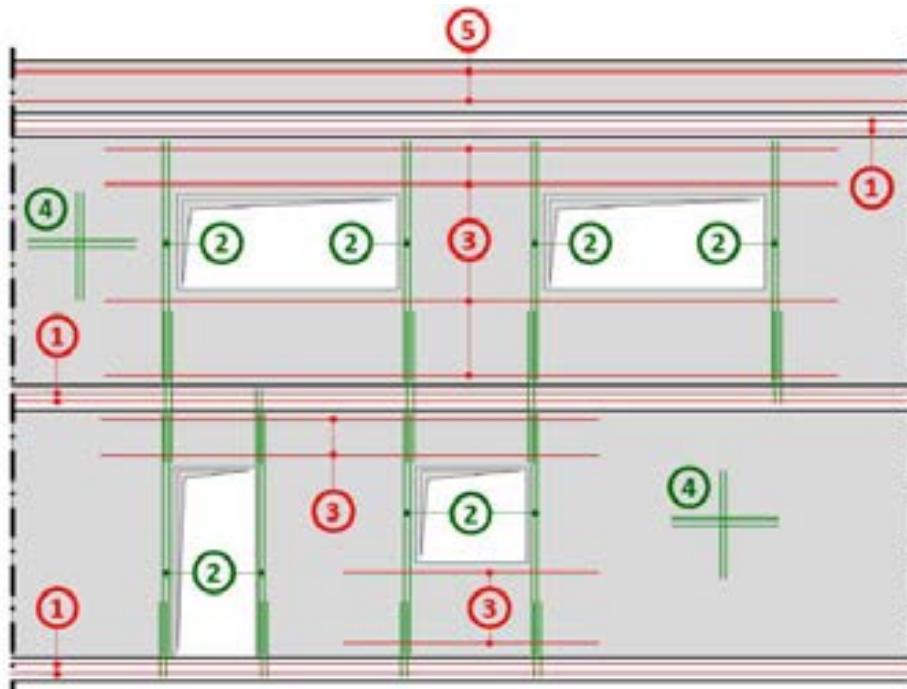


Figure 3 : Identification des voiles de façade où $L > 12,00 \text{ m}$

Lorsque les longueurs de façade constatées excèdent 12,00 m, il est nécessaire de disposer un ferraillage spécifique dans les linteaux des ouvertures de hauteur $\geq 1,50 \text{ m}$ (considérées comme grande ouverture et situées à moins de 6,00 m de tout point fixe). Les autres ouvertures ne nécessitent pas de disposition d'armatures particulière. La figure 4 ci-dessous indique les ferraillages de renfort à disposer dans le mur de façade au niveau des linteaux dans les cas de façades en béton armé. La section minimale à disposer dans les linteaux est égale à $A_{s,\min} = f_{ctm} / f_{yk} \times A_{ct}$ avec A_{ct} , l'aire de la section du linteau répartie sur la hauteur. Leur longueur d'ancre doit permettre une diffusion de l'effort de traction sur la hauteur courante du voile.



- ① Section d'armature du chainage conforme à la réglementation en vigueur
- ② Section d'armature autour des ouvertures conforme à la réglementation en vigueur
- ③ Section d'armature minimale au niveau des linteaux et allège : $A_{s,\min} = f_{ctm} / f_{yk} \cdot A_{ct}$
- ④ Section d'armature du voile conforme à la réglementation en vigueur

Figure 4 : Dispositions des armatures de renfort dans les voiles en béton armé

Annexe IV : Détermination du nombre de modèles HI pour la reprise des efforts de dilatation thermique

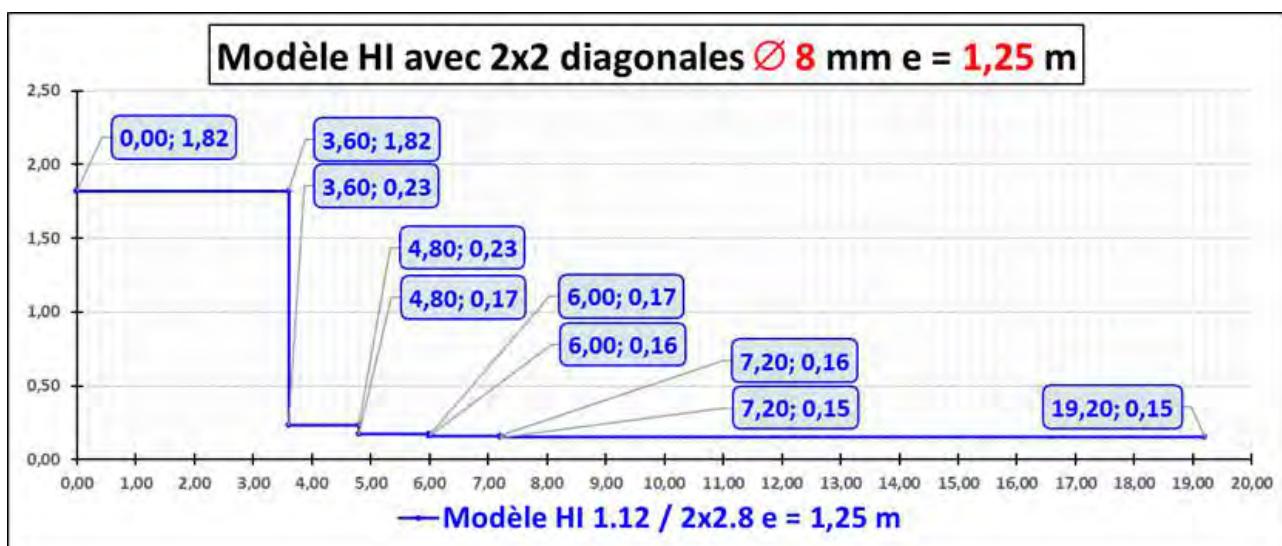
Cette Annexe fait référence au § 1.9.4.3.1 du Dossier Technique pour déterminer le nombre de rupteurs Modèle HI en fonction du diamètre des diagonales constituant le rupteur lorsque la longueur d'un segment L est supérieure à la longueur libre maximale L_{max} décrite **§III.1 de l'Annexe III.**

Chaque graphe des rupteurs Modèle HI pour différents diamètres de diagonales variant de Ø8 à Ø12 mm représente l'aire du domaine admissible en fonction :

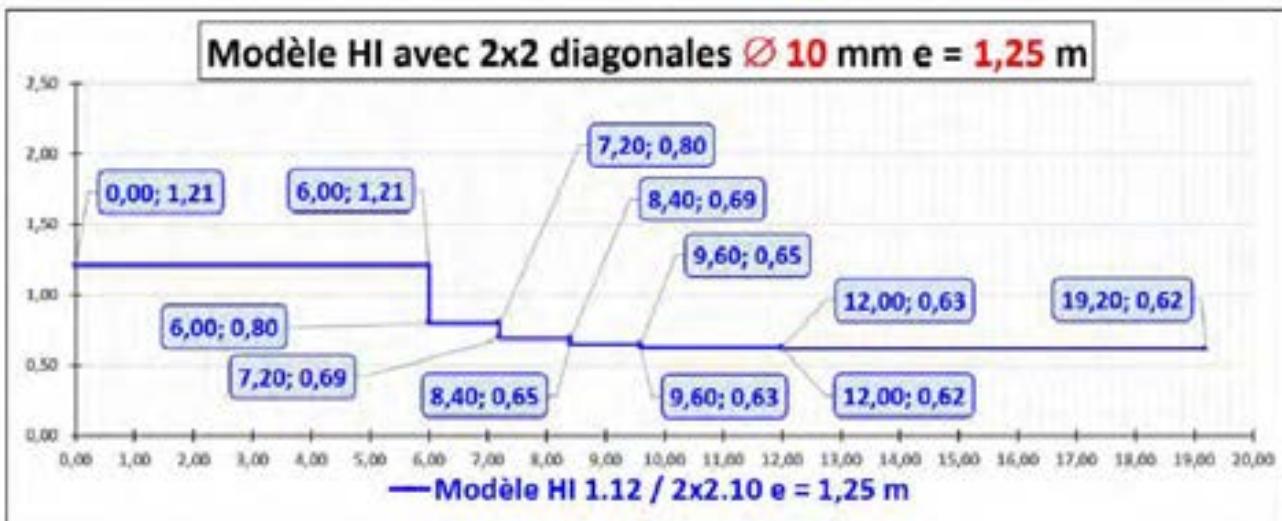
- En abscisse, de la demi-longueur du segment de la façade ($L/2$) nécessitant la mise en place de rupteur modèle HI ;
- En ordonnée, l'aire ou section utile ϕ . S_0 du voile support identifiée par un plan de coupe perpendiculaire à la façade. Cette aire est déterminée comme suit :
 - ϕ (≤ 1) : le rapport de la surface totale de la façade déduite de ses ouvertures présentes sur la surface totale de la façade du voile concerné. Par simplification, ϕ peut être pris égal à 1.

Les graphes 1 à 3 sont donnés pour des entraxes de rupteurs de 1,25 m.

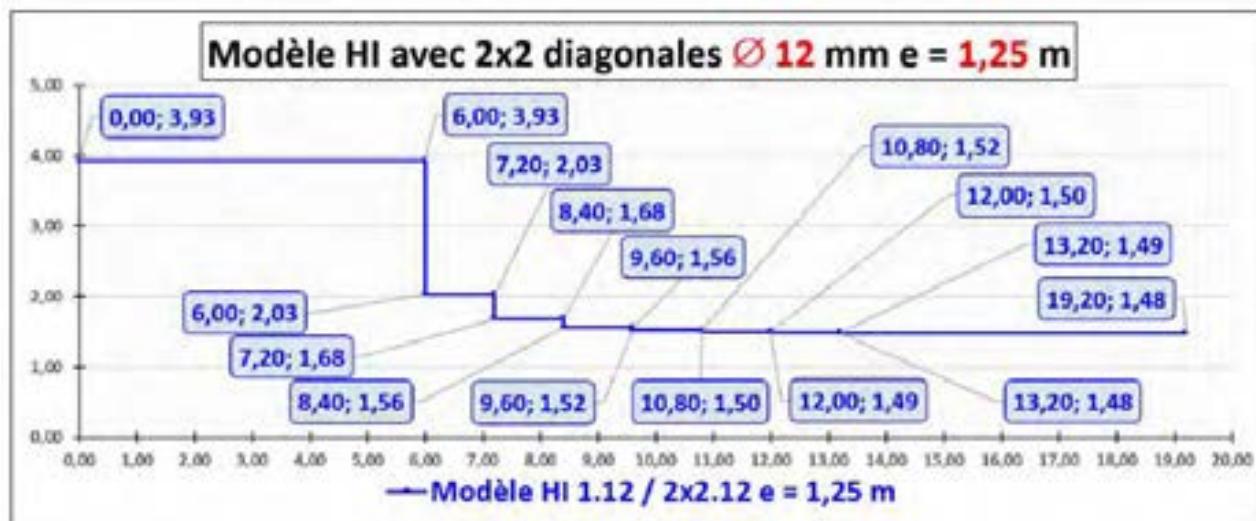
Les graphes 4 à 6 sont donnés pour des entraxes de rupteurs de 2,50 m.



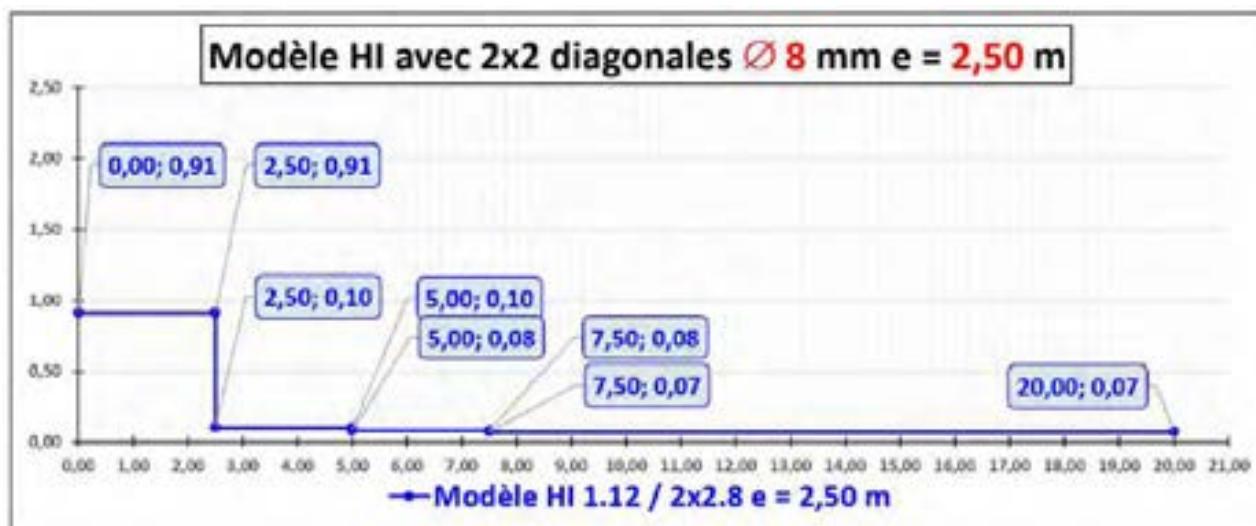
Graphe 1 : Domaine admissible Modèle HI 1.12 / 2x2.8 e = 1,25 m



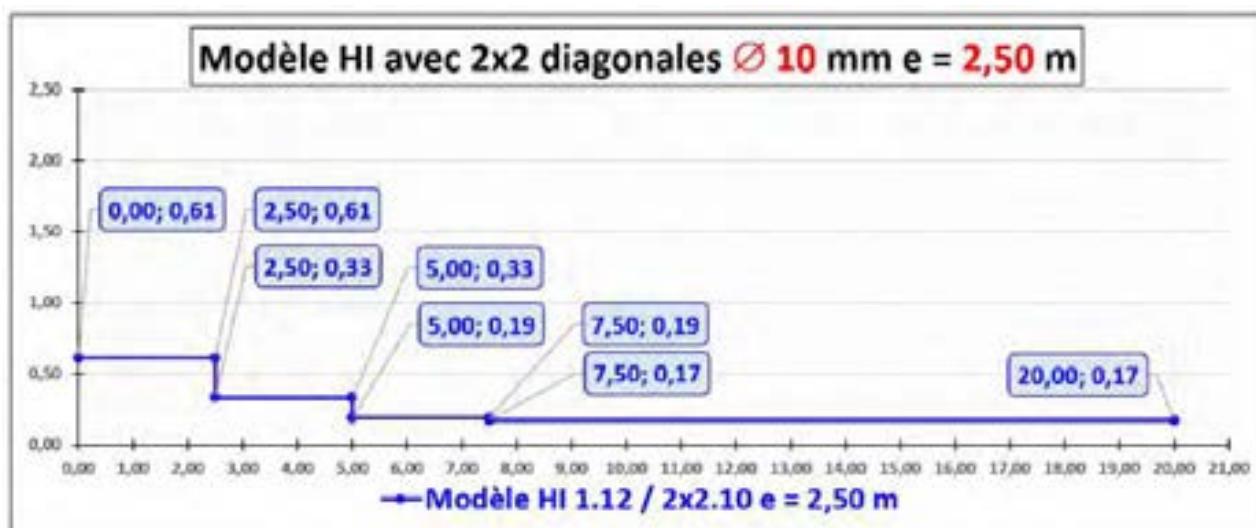
Graphe 2 : Domaine admissible Modèle HI 1.12 / 2x2.10 e = 1,25 m



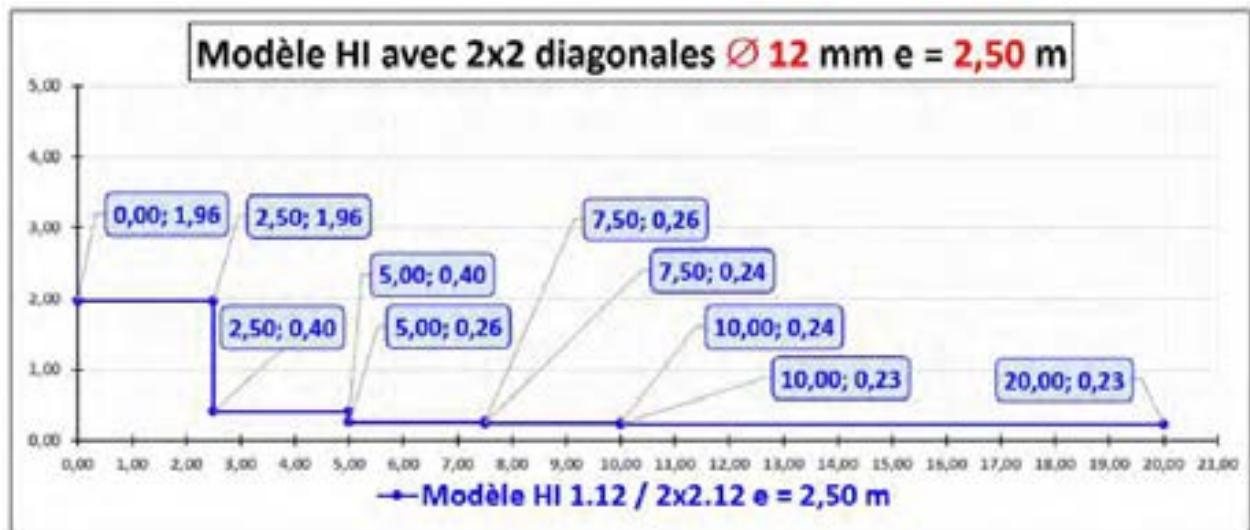
Graphe 3 : Domaine admissible Modèle HI 1.12 / 2x2.12 e = 1,25 m



Graphe 4 : Domaine admissible Modèle HI 1.12 / 2x2.8 e = 2,50 m



Graphe 5 : Domaine admissible Modèle HI 1.12 / 2x2.10 e = 2,50 m

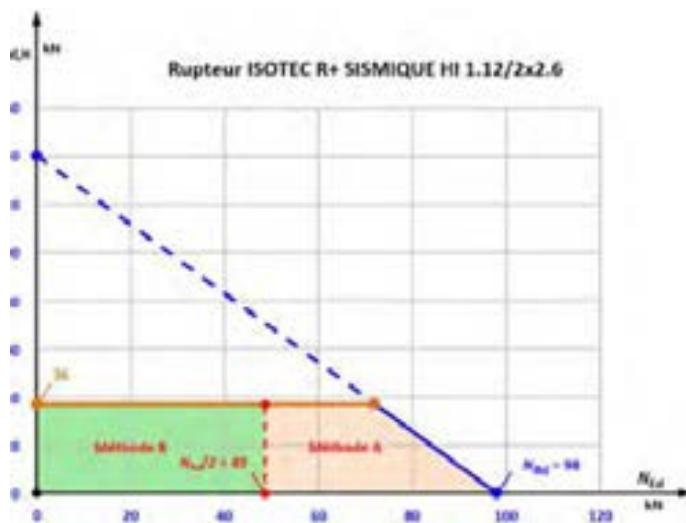


Graphe 6 : Domaine admissible Modèle HI 1.12 / 2x2.12 e = 2,50 m

Annexe V : Identification des méthodes A et B à l'aide de diagrammes d'interaction

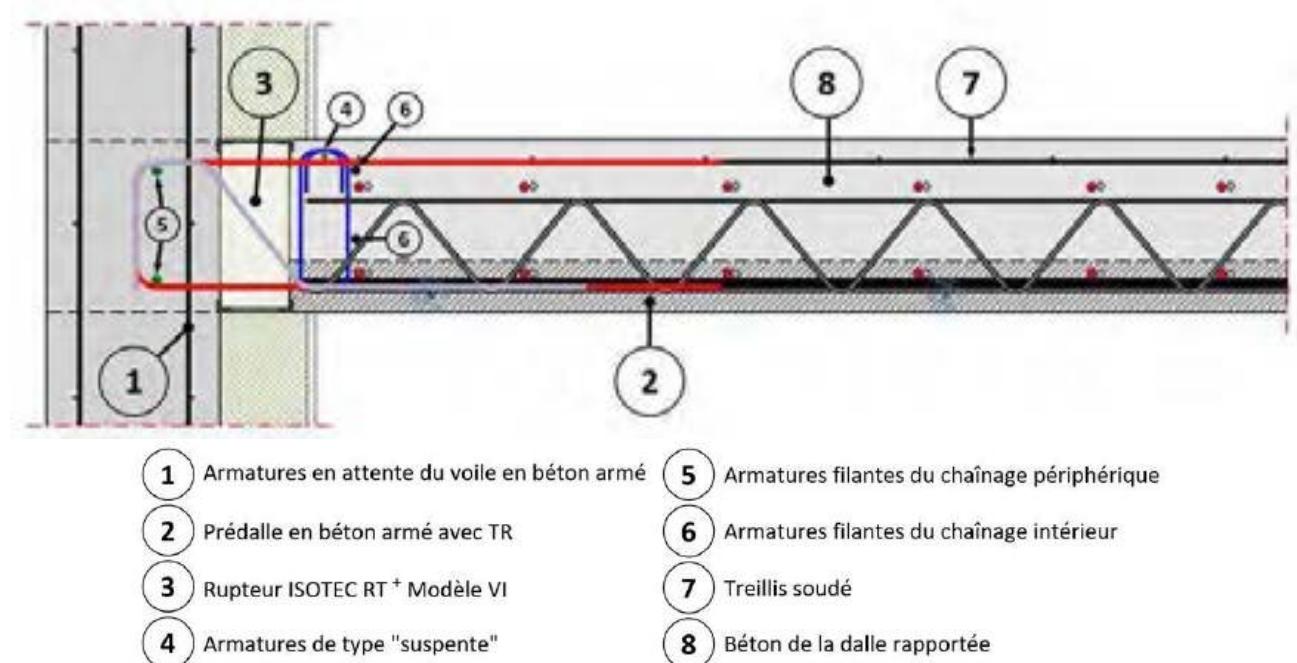
Cette Annexe fait référence au § 1.9.4.2.3 du Dossier Technique qui décrit les méthodes A et B de dimensionnement des rupteurs ISOTEC RT+ sismique.

Elle complète et illustre la limite du domaine d'emploi des rupteurs modèle HI à l'aide de diagrammes d'interaction.



Annexe VI : Détails de mise en œuvre

VI.1 Détails liaison voile-plancher ThermoPrédalle BA 0,2 RECTOR



VI.2 Détails de mise en œuvre des ouvrages de plâtrerie

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

VI.2.1 Exemple de mise en œuvre de doublages collés

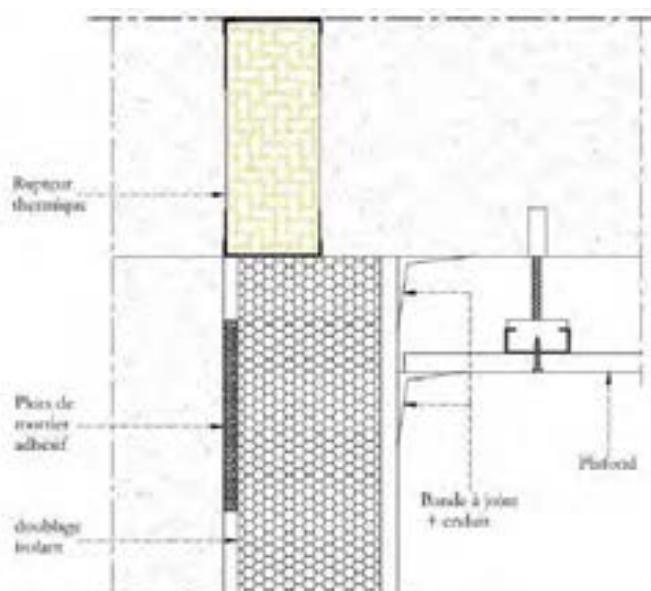


Figure 2 : Raccordement en partie haute pour isolation continue

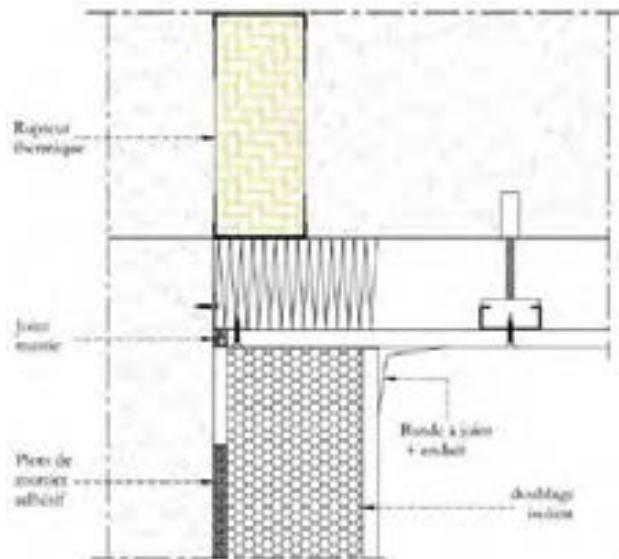


Figure 3 : Raccordement en partie haute pour isolation interrompue par le plafond

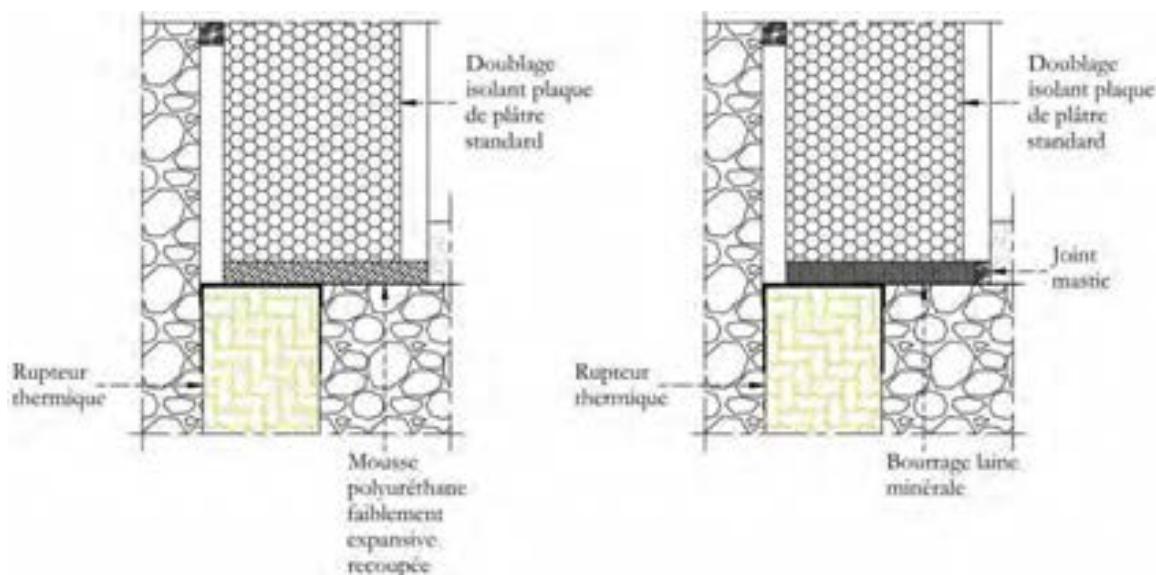


Figure 4 : Raccordement en partie basse

VI.2.2 Exemple de mise en œuvre de doublages sur ossature

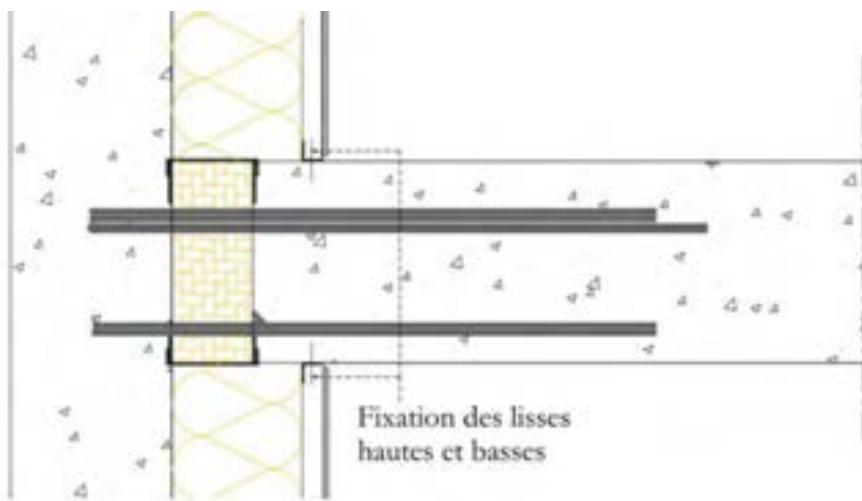


Figure 5 : Disposition avec doublage à ossature métallique

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

Annexe VII – Vue en plan de prédalles du procédé ThermoPrédalle BA 0,2

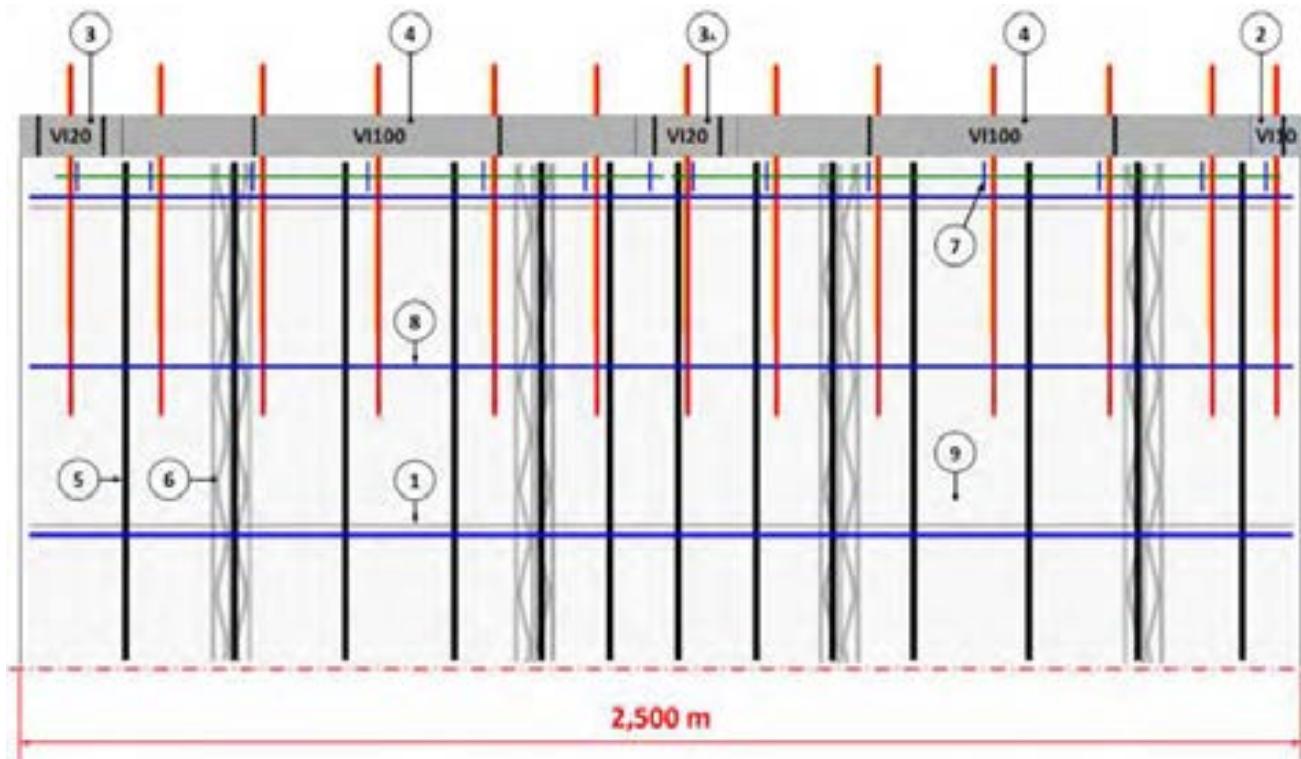


Figure 1 : Représentation partielle d'une prédale d'about avec rupteurs VI

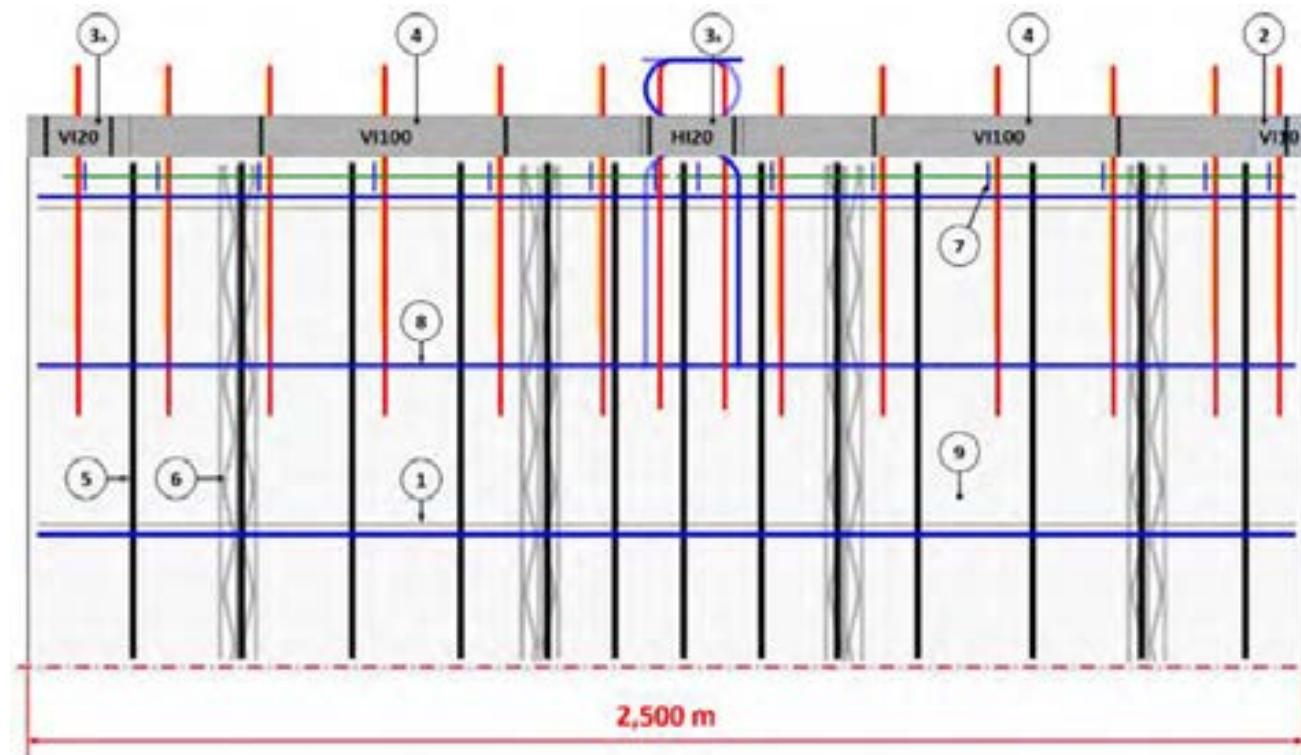


Figure 2 : Représentation partielle d'une prédale d'about avec rupteurs VI et HI

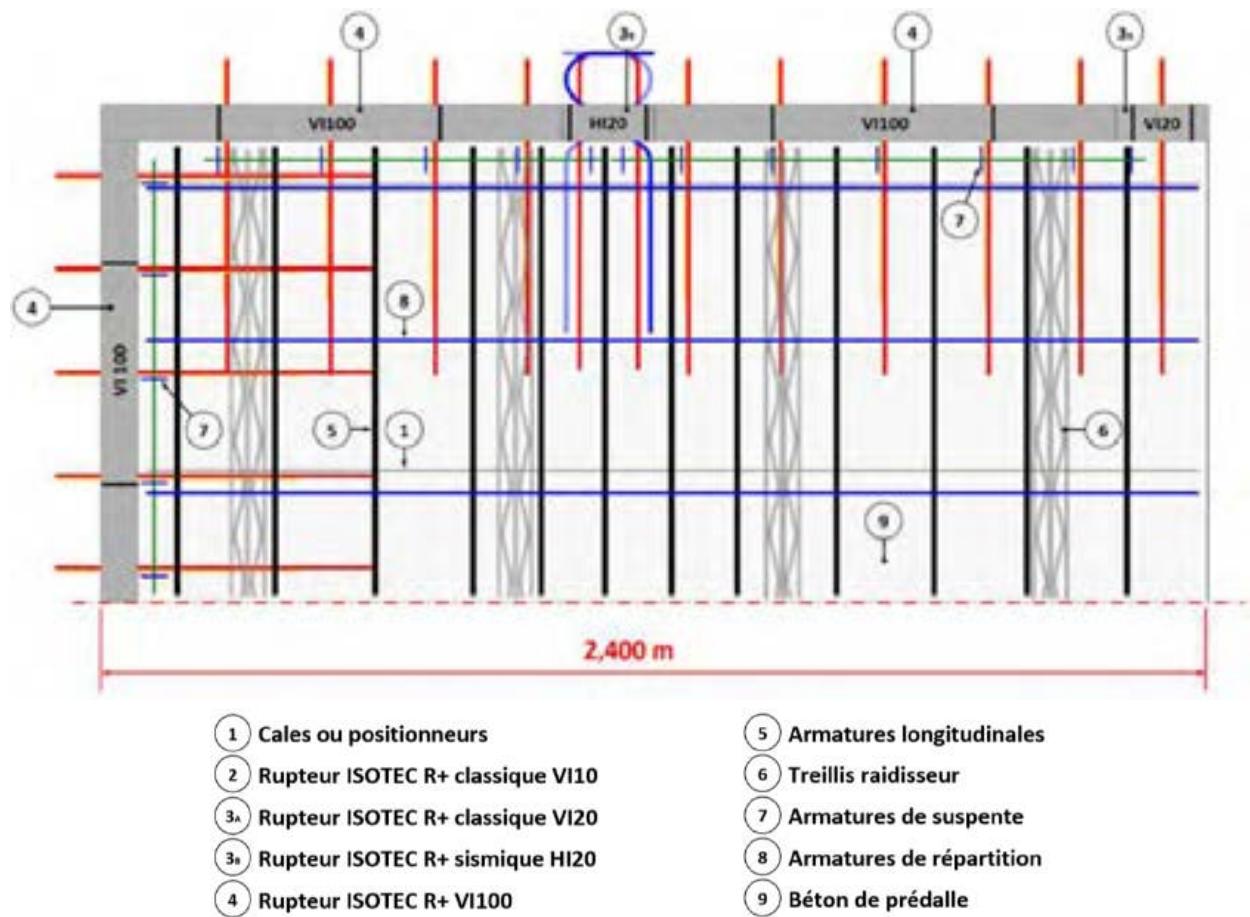


Figure 3 : **Représentation partielle d'une prédalle d'angle avec rupteurs VI et HI**

Annexe VIII - Disposition des armatures forfaitaires dans une bride en béton armé

Cette Annexe VIII fait référence au § 1.9.4.3.1 du Dossier Technique lorsqu'il est nécessaire de disposer une bride en béton armé.

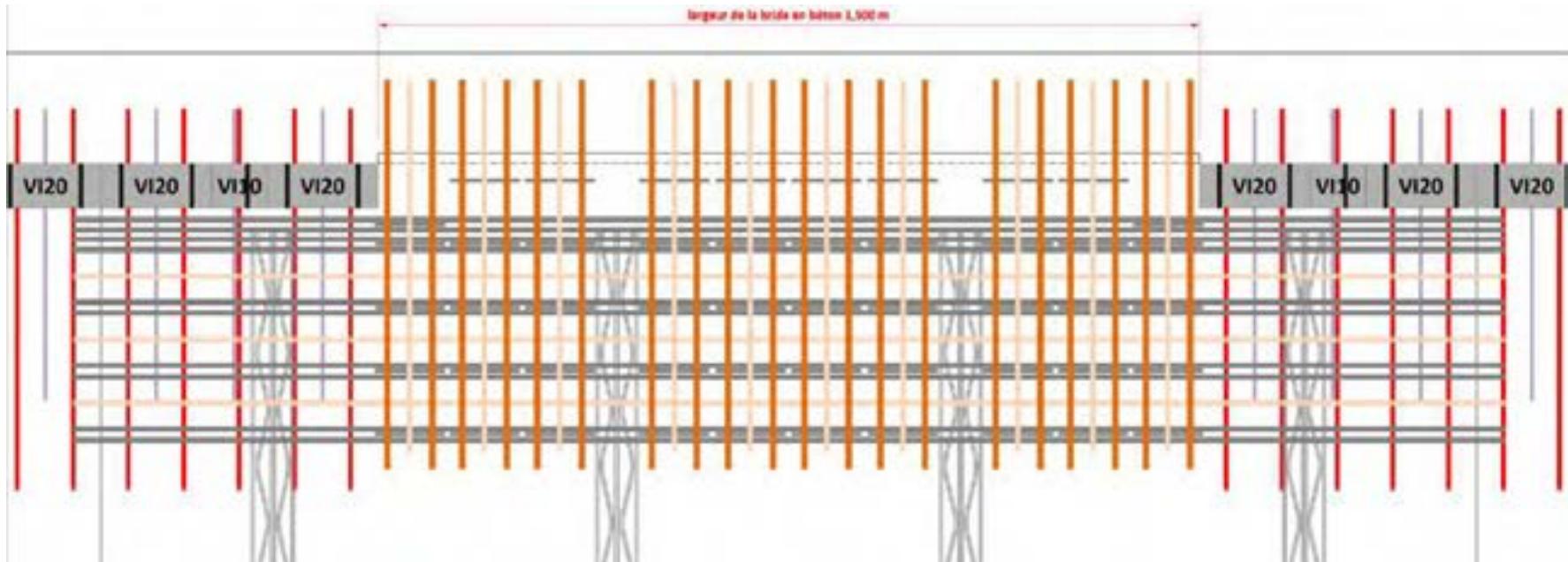


Figure 1 : Vue en plan de la bride en béton

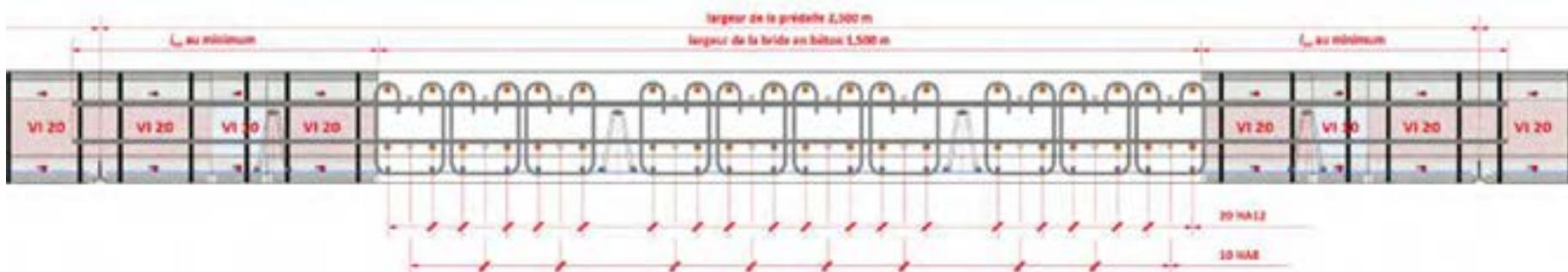


Figure 2 : Coupe transversale de la bride en béton

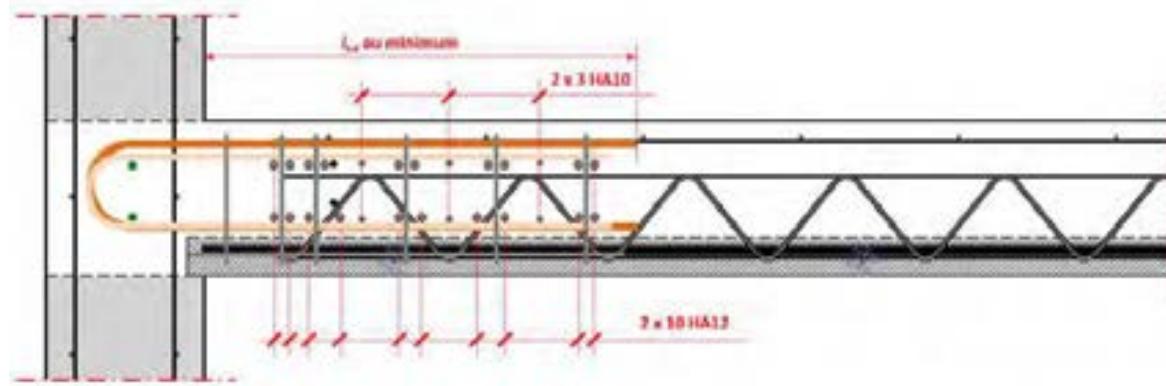


Figure 3 : Coupe longitudinale de la bride en béton

Annexe IX - Etanchéité en toiture-terrasse

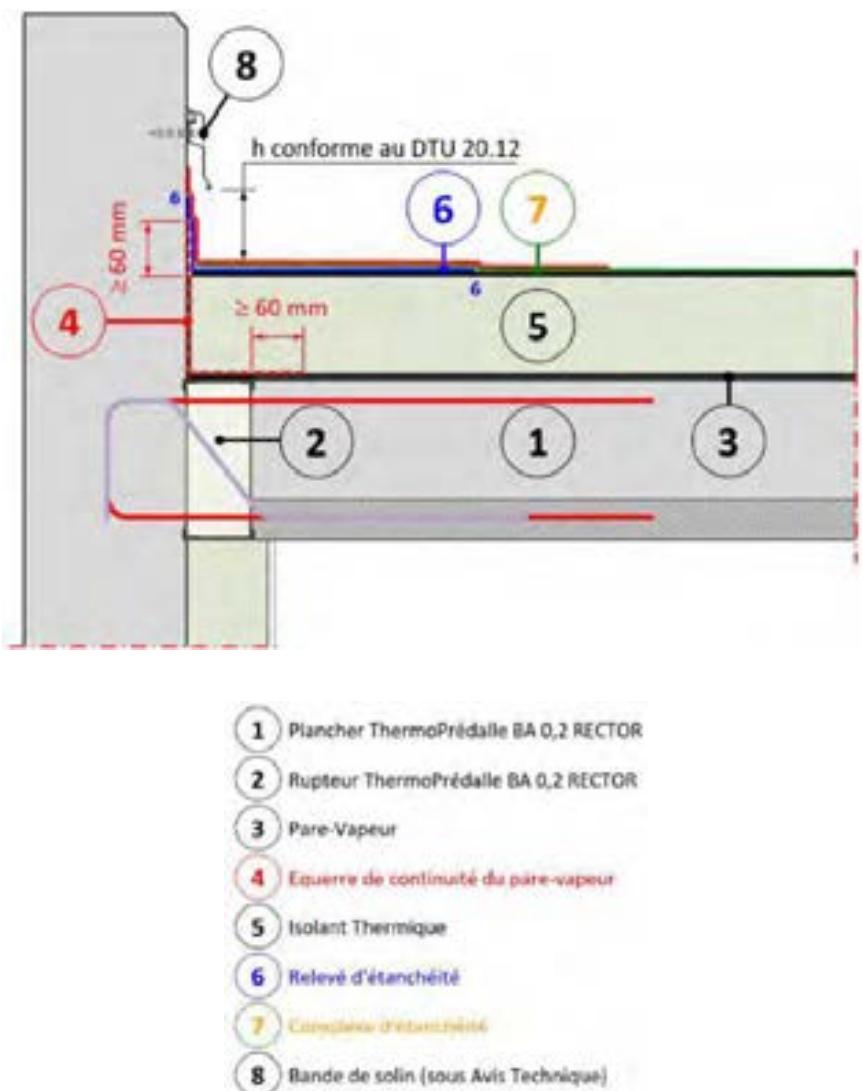


Figure 1 : **Exemple de disposition de l'étanchéité en toiture terrasse**

Annexe X - Performances et valeurs de ponts thermiques

X.1 Calcul des coefficients thermiques ψ pour les rupteurs ISOTEC RT+ modèle VI

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 PLAKAGROUP France.

Les conditions aux limites sont des Règles Th-Bât.

Les conductivités thermiques utiles prises en compte dans le calcul sont les suivantes :

- Béton : 2 W/(m.K) (Th-Bât Edition 2017);
- Béton armé : 2,3 W/(m.K) (Th-Bât Edition 2017) *
- Maçonnerie courante : 0,7 W/(m.K) (Th-Bât Edition 2017) ;
- Acier inoxydable : 15 W/(m.K) (Th-Bât Edition 2017);
- Plâtre : 0,25 W/(m.K) (Th-Bât Edition 2017) ;
- PVC : 0,17 W/(m.K) (Th-Bât Edition 2017) ;
- Laine de roche : 0,038 W/(m.K) (ACERMI n° 07/015/455) ;
- Isolant mur : 0,040 W/(m.K) (Th-Bât Edition 2017) ;
- Isolant plancher bas : 0,029 W/(m.K) ;
- Isolant plancher haut : 0,024 W/(m.K).

* Tient compte du taux de ferraillage, conformément aux règles Th-Bât Edition 2017

Les résultats du Tableau 1 sont valables à condition de respecter les valeurs thermiques utiles et les limites de validités générales données ci-après :

- Conductivité thermique de l'isolant du mur compris entre 0,03 W/(m.K) et 0,04 W/(m.K)
- Acier inox de conductivité thermique ≤ 15 W/(m.K) conformément à l'NF EN 10088-1 ;
- Epaisseur de plancher / refend ≤ 25 cm ;
- Isolation du rupteur d'épaisseur égale à 8 cm et de conductivité thermique égale à 0,038 W/(m.K) ;
- L'épaisseur du mur en béton e_{mur} doit respecter $e_{mur} \geq 16$ cm ;
- L'épaisseur du mur en maçonnerie courante e_{mur} doit respecter $e_{mur} \geq 18$ cm ;
- Les fibres de l'isolant doivent être perpendiculaires au flux de chaleur.

Rupteur ISOTEC RT+ Modèle VI	Epaisseur du plancher (cm)	Coefficient Ψ (1)(2) en W/(m.K)			
		Plancher bas sur vide sanitaire ou sur local non chauffé		Plancher haut	Plancher intermédiaire
		16 cm ∇ e_{mur} VI 18 cm	18 cm ∇ e_{mur}	16 cm ∇ e_{mur} VI 18 cm	18 cm ∇ e_{mur} VI 18 cm
VI 2.6/2.6	20	0,13	0,12	0,14	0,13
VI 3.6/3.6		0,14	0,13	0,14	0,14
VI 4.6/4.6		0,15	0,14	0,15	0,14
VI 5.6/5.6		0,16	0,15	0,16	0,15
VI 6.6/6.6		0,16	0,16	0,16	0,16
VI 4.8/4.6		0,16	0,16	0,16	0,16
VI 5.8/5.6		0,18	0,17	0,18	0,17
VI 6.8/6.6		0,19	0,19	0,19	0,20
VI 8.8/8.6		0,21	0,20	0,21	0,22
VI 10.8/10.6		0,22	0,21	0,22	0,24
VI 10.8/10.8		0,23	0,23	0,23	0,26
VI 12.8/12.6		0,25	0,24	0,25	0,27
VI 12.8/12.8		0,25	0,25	0,24	0,28

Tableau 1 : Coefficient thermique du modèle VI

- (1) Les valeurs du coefficient Ψ augmentent de 0,01 W/(m.K) pour des planchers de 22 cm d'épaisseur et de 0,02 W/(m.K) pour des planchers de 25 cm d'épaisseur.

Pour la gamme des rupteurs VI, pour des planchers de 18 cm et pour :

- Les gammes de rupteurs inférieures ou égales (avec moins ou une quantité identique d'armatures) au VI 5.8/5.6, les valeurs du coefficient Ψ diminuent de 0,02 W/m.K ;
- Les gammes de rupteurs strictement supérieures (avec plus d'armatures) au VI 5.8/5.6, les valeurs du coefficient Ψ diminuent de 0,01 W/m.K.

- (2) Valeurs par mètre traité de mur

X.2 Calcul des coefficients thermiques ψ pour les rupteurs ISOTEC RT+ modèle HI

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 LEVIAT SAS (ex. PLAKAGROUP FRANCE SAS).

Les conditions aux limites sont des Règles Th-Bât.

Les conductivités thermiques utiles prises en compte dans le calcul sont les suivantes :

- Béton : 2 W/(m.K) (Th-Bât Edition 2017) ;
- Béton armé : 2,3 W/(m.K) (Th-Bât Edition 2017) * ;
- Maçonnerie courante : 0,7 W/(m.K) (Th-Bât Edition 2017) ;
- Acier inoxydable : 15 W/(m.K) (Th-Bât Edition 2017) ;
- Plâtre : 0,25 W/(m.K) (Th-Bât Edition 2017) ;

- PVC : 0,17 W/(m.K) (Th-Bât Edition 2017) ;
- Laine de roche : 0,038 W/(m.K) (ACERMI n° 07/015/455) ;
- Isolant mur : 0,040 W/(m.K) (Th-Bât Edition 2017) ;
- Isolant plancher bas : 0,023 W/(m.K) ;
- Isolant plancher haut : 0,036 W/(m.K).

* Tient compte du taux de ferraillage, conformément aux règles Th-Bat Edition 2017

Les résultats du Tableau 2 sont valables à condition de respecter les valeurs thermiques utiles et les limites de validité générales données ci-après :

- **Conductivité thermique de l'isolant du mur compris entre 0,03 W/(m.K) et 0,04 W/(m.K) ;**
- Acier inox de conductivité thermique ≤ 15 W/(m.K) conformément à la NF EN 10088-1 ;
- Epaisseur de plancher ≤ 25 cm ;
- **Isolation du rupteur d'épaisseur égale à 8 cm et de conductivité thermique égale $\leq 0,038$ W/(m.K) ;**
- L'épaisseur du mur e_{mur} en béton doit respecter $e_{mur} \geq 16$ cm ;
- L'épaisseur du mur en maçonnerie courante e_{mur} doit respecter $e_{mur} \geq 18$ cm ;
- Les fibres de l'isolant doivent être perpendiculaires au flux de chaleur ;
- Résistance thermique en sous face du plancher bas : $R_{isolant,p1}$ bas $\leq 3,60$ m².K/W ;
- Résistance thermique de l'isolation du plancher haut : $R_{isolant,p1}$ haut $\leq 3,45$ m².K/W

		Epaisseur du plancher (cm)	Coefficient Ψ (1) en W/(m.K)					
			Plancher bas sur vide sanitaire ou sur local non chauffé	Plancher haut	Plancher intermédiaire			
Rupteur ISOTEC RT+ sismique modèle HI	Doublage 80+10+13mm	Mur en béton 16 cm $\leq e_{mur}$	Mur en maçonnerie 18 cm $\leq e_{mur}$	Mur en béton 16 cm $\leq e_{mur}$	Mur en maçonnerie 18 cm $\leq e_{mur}$	Mur en béton 16 cm $\leq e_{mur}$	Mur en maçonnerie 18 cm $\leq e_{mur}$	
		18	0,33	0,31	0,35	0,33	0,37	0,34
		20	0,34	0,32	0,36	0,34	0,38	0,35
		22	0,34	0,32	0,36	0,34	0,39	0,36
		25	0,35	0,34	0,37	0,35	0,41	0,38
Doublage 140+10+13 mm		18	0,33	0,31	0,35	0,33	0,36	0,34
		20	0,34	0,32	0,36	0,34	0,37	0,35
		22	0,34	0,32	0,36	0,34	0,38	0,36
		25	0,35	0,34	0,37	0,35	0,40	0,38

Tableau 2 : Coefficient thermique du modèle HI

(1) Valeurs par mètre linéaire

Annexe XI – Vérification sous sollicitations sismiques

XI.1 Rappel du contexte réglementaire en situation sismique

La réglementation sismique française impose de vérifier les structures sous chargement sismique pour toutes les zones indiquées en rouge dans le Tableau 1 ci-dessous. Les zones indiquées en vert ne nécessitent pas de justification particulière.

Zone de sismicité	Catégorie du bâtiment			
	I	II	III	IV
1				
2				
3				
4				
5				

Tableau 1

XI.2 Domaine des ouvrages nécessitant des justifications par calcul

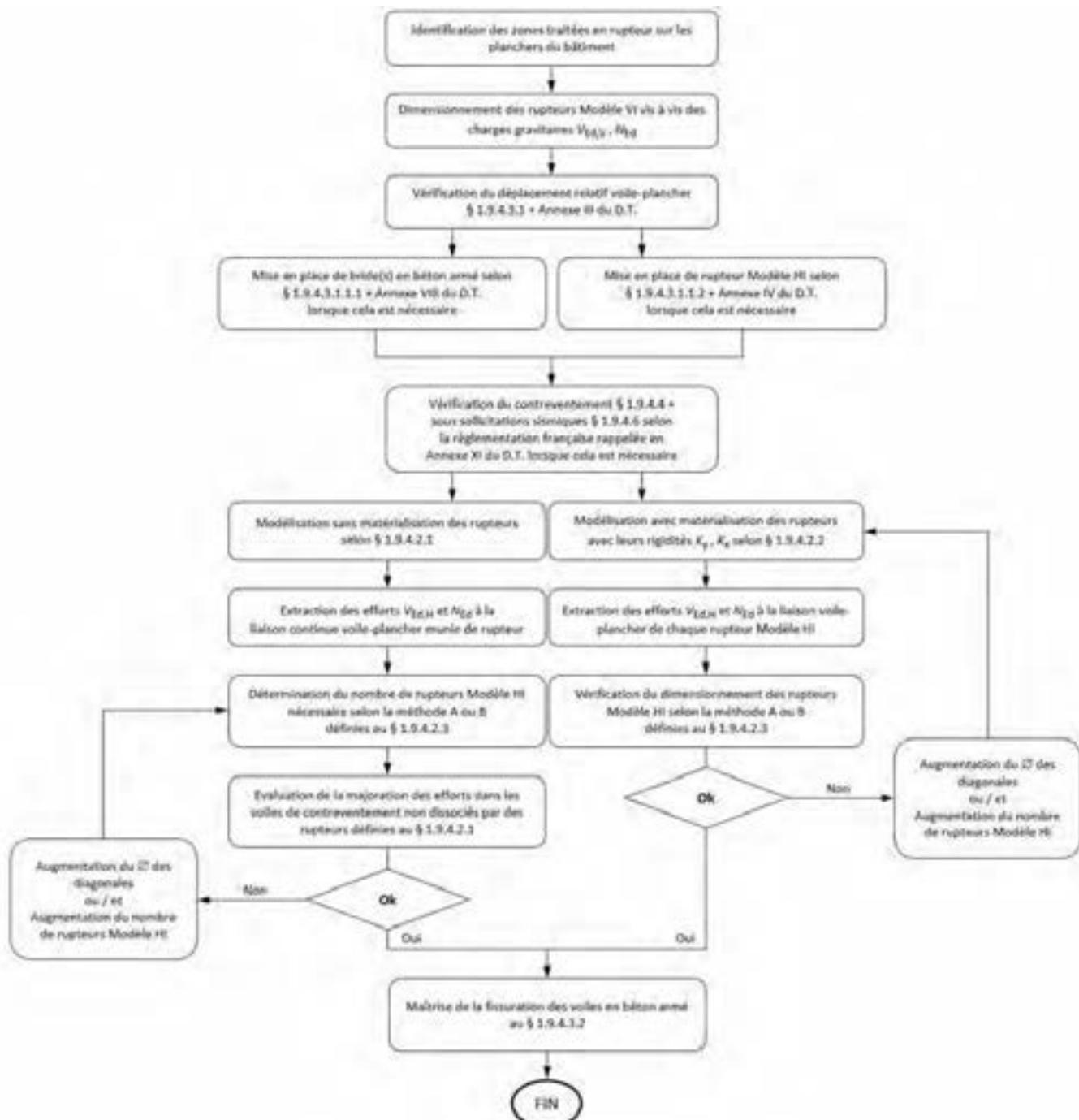
Le Tableau 2 rappelle les principes de justification des bâtiments nécessitant des vérifications par calcul sous sollicitations par calcul. La dernière colonne rappelle les valeurs du coefficient du comportement q à adopter.

Régularité du bâtiment étudié en :		Simplifications admises		Coefficient de comportement q pour l' analyse linéaire
Plan	Elévation	Modèle	Analyse élastique linéaire	
Oui	Oui	Plan	Force latérale	Valeur de référence
Oui	Non	Plan	Modale	Valeur minorée
Non	Oui	Spatial	Force latérale	Valeur de référence
Non	Non	Spatial	Modale	Valeur minorée

Tableau 2

Annexe XII – Organigramme de dimensionnement des rupteurs ISOTEC RT+ sismique

Cette Annexe XII fait référence au § 1.9.1 du Dossier Technique.



Fin des Annexes