

Sur le procédé

## Rupteurs Thermiques Schöck Rutherma en Isolation Thermique par l'Intérieur (ITI)

**Titulaire(s) :** Société **SCHÖCK Bauteile GmbH**

Internet : [www.schoeck.fr](http://www.schoeck.fr)

### Descripteur :

Les rupteurs thermiques « RUTHERMA en ITI » sont des composants structuraux destinés à traiter les ponts thermiques entre les murs de façade et les dalles de plancher ou entre murs de façade et murs de refend, ainsi qu'entre balcons ou loggias et dalles de plancher.

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

Les différents types de la gamme visée sont les suivants :

- **Type DF** (modèles DF et DFi) : pour les liaisons dalle-façade. Le modèle DF est destiné aux planchers à prédalle, tandis que le modèle DFi est destiné aux planchers en béton coulés sur place. Les rupteurs de type DF (modèles DF et DFi) existent avec la variante VM (voile mince) ;
- **Type DB, Ki, D** : pour les rives de dalle avec balcon avec moment en provenance du balcon (balcons en porte-à-faux par exemple). Les types D sont des types DB capables de reprendre des efforts de soulèvement. La dénomination commerciale n'est pas la même, mais le fonctionnement est identique.
- **Type RF** : pour les liaisons refends-façade. Ce type de rupteur ne reprend pas d'effort, ces derniers devant être repris par d'autres liaisons.

Ces rupteurs sont tenus d'assurer, en plus de la continuité de l'isolation, la liaison mécanique entre les éléments concernés dans la limite de leur capacité. Cette liaison est assurée en fonction des modèles par des armatures traversant le corps isolant et ancrées de part et d'autre dans les éléments béton, associé ou non à des butons ou des modules de compression « HTE ». Afin d'éviter leur corrosion les parties d'armatures traversant l'isolant sont en acier inoxydable et les parties noyées dans le béton sont en acier de béton armé, la jonction des deux types d'acier est réalisée par fusion bout à bout.

**Groupe Spécialisé n° 3.1 - Planchers et accessoires de plancher**

**Famille de produit/Procédé :** Rupteur de ponts thermiques structuraux en Isolation Thermique Intérieure (ITI)

## AVANT-PROPOS

Les Avis Techniques et les Documents Techniques d'Application sont destinés à mettre à disposition des acteurs de la construction des éléments d'appréciation sur la façon de concevoir et de construire des ouvrages au moyen de produits ou procédés de construction dont la constitution ou l'emploi ne relèvent pas des savoir-faire et pratiques traditionnels.

Au terme d'une évaluation collective, l'avis technique de la commission se prononce sur l'aptitude à l'emploi des produits ou procédés relativement aux exigences réglementaires et d'usage auxquelles l'ouvrage à construire doit normalement satisfaire.

## Versions du document

Version	Description	Rapporteur	Président
V2	<p>Il s'agit de la 5<sup>ème</sup> révision de l'Avis Technique. Cette version annule et remplace l'Avis Technique 3.1/16-877_V1. Cet Avis ne vise que l'isolation par l'intérieur.</p> <p>Cette version de l'Avis Technique intègre les modifications suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mise à jour de l'isolant des modèles DF et ajout d'un nouveau modèle de rupteur « DFi » ;</li> <li>• Mise à jour des valeurs de résistances de calcul des rupteurs ;</li> <li>• Nouveaux calculs des valeurs de <math>\Psi</math> des rupteurs type DF (modèles DF et DFi), Ki, DB et D ;</li> <li>• Mise à jour du paragraphe 2.8.6 « Etanchéité » du Dossier Technique.</li> </ul>	Etienne PRAT	Roseline BERNARDIN-EZRAN

## Table des matières

1. Avis du Groupe Spécialisé .....	5
1.1. Définition succincte .....	5
1.1.1. Description succincte.....	5
1.1.2. Identification.....	5
1.2. AVIS.....	5
1.2.1. Domaine d'emploi accepté .....	5
1.2.2. Appréciation sur le procédé.....	6
1.2.3. Prescriptions Techniques.....	7
1.3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé.....	9
2. Dossier Technique.....	10
2.1. Données commerciales .....	10
2.1.1. Coordonnées.....	10
2.2. Description .....	10
2.3. Domaine d'emploi .....	10
2.4. Eléments et matériaux .....	11
2.4.1. Aciers.....	11
2.4.2. Isolant – polystyrène expansé moulé .....	11
2.4.3. Plaques de protection au feu .....	11
2.4.4. Butons de compression acier .....	12
2.4.5. Modules de compression HTE .....	12
2.4.6. Profilé plastique PVC .....	12
2.4.7. Béton .....	12
2.5. Fabrication et contrôles.....	12
2.6. Identification du produit.....	12
2.7. Fourniture et assistance technique .....	12
2.8. Règles de conception .....	13
2.8.1. Analyse statique .....	13
2.8.2. Sécurité incendie .....	15
2.8.3. Résistance de calcul pour les différents modèles de la gamme.....	15
2.8.4. Isolation acoustique .....	15
2.8.5. Thermique .....	15
2.8.6. Étanchéité .....	15
2.9. Mise en œuvre .....	17
2.9.1. Prescriptions générales de mise en œuvre du rupteur RUTHERMA en ITI.....	17
2.9.2. Prescriptions particulières de mise en œuvre du rupteur RF (cf. § 2.12.2).....	19
2.9.3. Prescriptions particulières de mise en œuvre du rupteur Ki (cf. § 2.12.2).....	19
2.9.4. Prescriptions particulières de mise en œuvre des modèles Ki/BH et Ki/HV .....	19
2.10. Résultats expérimentaux et études .....	20
2.10.1. Mécanique.....	20
2.10.2. Feu .....	20
2.10.3. Acoustique .....	20
2.10.4. Thermique .....	21
2.11. Références .....	21
2.11.1. Données Environnementales .....	21
2.11.2. Autres références.....	21
2.12. Annexes du Dossier Technique .....	22

2.12.1. Annexe I : Modèles en ITI .....	22
2.12.2. Annexe II : Méthodologie de dimensionnement des dispositions constructives vis-à-vis de la dilatation thermique de la façade .....	45
2.12.3. Annexe III Calcul thermique – Valeur de $\Psi$ .....	52
2.12.4. Annexe IV : Détail de mise en œuvre des ouvrages de plâtrerie.....	55

# 1. Avis du Groupe Spécialisé

Le Groupe Spécialisé n° 3.1 - Planchers et accessoires de plancher de la Commission chargée de formuler les Avis Techniques a examiné, le 17 septembre 2020, le procédé **Schöck Rotherma en ITI**, présenté par la Société SCHÖCK Bauteile GmbH. Il a formulé, sur ce procédé, l'Avis Technique ci-après. L'avis a été formulé pour les utilisations en France métropolitaine.

---

## 1.1. Définition succincte

### 1.1.1. Description succincte

Les rupteurs thermiques « RUTHERMA en ITI » sont des composants structuraux destinés à traiter les ponts thermiques entre les murs de façade et les dalles de plancher ou entre murs de façade et murs de refend, ainsi qu'entre balcons ou loggias et dalles de plancher.

Les différents types de la gamme visée sont les suivants :

- **Type DF** (modèles DF et DFi) : pour les liaisons dalle-façade. Le modèle DF est destiné aux planchers à prédalle, tandis que le modèle DFi est destiné aux planchers en béton coulés sur place. Les rupteurs de type DF (modèles DF et DFi) existent avec la variante VM (voile mince) ;
- **Type DB, Ki, D** : pour les rives de dalle avec balcon avec moment en provenance du balcon (balcons en porte-à-faux par exemple). Les types D sont des types DB capables de reprendre des efforts de soulèvement. La dénomination commerciale n'est pas la même, mais le fonctionnement est identique.
- **Type RF** : pour les liaisons refends-façade. Ce type de rupteur ne reprend pas d'effort, ces derniers devant être repris par d'autres liaisons.

Les types de rupteur sont détaillés en Annexe I du Dossier Technique (§2.12.1).

Ces rupteurs sont tenus d'assurer, en plus de la continuité de l'isolation, la liaison mécanique entre les éléments concernés dans la limite de leur capacité. Cette liaison est assurée en fonction des modèles par des armatures traversant le corps isolant et ancrées de part et d'autre dans les éléments béton, associée ou non à des butons ou des modules de compression « HTE ». Afin d'éviter leur corrosion les parties d'armatures traversant l'isolant sont en acier inoxydable et les parties noyées dans le béton sont en acier de béton armé, la jonction des deux types d'acier est réalisée par fusion bout à bout.

### 1.1.2. Identification

Sur chaque composant « RUTHERMA en ITI », la dénomination commerciale, le numéro d'identification, la composition (nombre de barres) ainsi que de succinctes instructions de mise en œuvre sont indiqués sur sa face supérieure.

---

## 1.2. AVIS

### 1.2.1. Domaine d'emploi accepté

Le présent Avis ne vise que les rupteurs dont l'épaisseur d'isolant est égale à 8 cm utilisés en isolation thermique par l'intérieur. L'application est limitée aux bâtiments non classés IGH.

L'application n'est valable que pour les applications respectant les prescriptions du §1.2.3 du présent Avis.

Le domaine d'emploi est limité aux bâtiments (façades béton ou maçonnerie) où l'espacement de nu à nu entre deux liaisons béton non traitées avec le procédé (bandes noyées ou refends béton liaisonnés traditionnellement avec la façade) respecte les prescriptions données en Annexe II du Dossier Technique (§2.12.2).

Le présent Avis vise les planchers et balcons dont l'épaisseur est comprise entre 16 et 25 cm. En cas d'exigences vis à vis du risque d'incendie, l'épaisseur minimale des planchers et balcons sera égale à 18 cm (cf. §1.2.2.1 « Sécurité en cas d'incendie »).

Les rupteurs « RUTHERMA en ITI » peuvent être utilisés avec les types de plancher suivants :

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

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

- Murs en béton armé coulés en place ;
- Maçonnerie de petits éléments (en béton ou terre cuite) ;
- Murs à Coffrage Intégré.

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

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

Le domaine d'utilisation des composants « RUTHERMA en ITI » est limité à des éléments de construction :

- Soumis à l'action des charges d'exploitation statiques ;
- Situés en dehors de tout milieu agressif.

Le procédé vise l'utilisation en plancher de toiture-terrasse.

## 1.2.2. Appréciation sur le procédé

### 1.2.2.1. Satisfaction aux lois et règlements en vigueur et autres qualités d'aptitude à l'emploi

#### **Stabilité**

Les composants mis en œuvre assurent la stabilité des éléments liaisonnés, compte tenu d'une part du dimensionnement effectué conformément aux Règles en vigueur, d'autre part de l'autocontrôle exercé en usine sur la fusion des barres en acier spécial inoxydable aux barres en acier à haute adhérence. La résistance des composants est normalement assurée dans le domaine d'emploi accepté pour des planchers soumis à des charges principalement statiques et situés en dehors de toute atmosphère agressive (cas courant des planchers d'habitation, pour lesquels les rupteurs trouvent la quasi-totalité de leurs applications).

#### **Sécurité en cas d'incendie**

##### Réaction au feu :

La protection de l'isolant est assurée par des plaques de protection au feu classés A1 et d'épaisseur minimale 15mm.

##### Résistance au feu :

Les types DF (modèles DF et DF<sub>i</sub>), DB, Ki et D, équipés des plaques de protection décrites au §2.4.3 du Dossier Technique, font l'objet de l'appréciation de laboratoire n°AL16-037\_V2 donnant lieu à une équivalence de classement REI 120. Seuls les planchers intérieurs d'épaisseur au moins égale à 18 cm sont visés par l'appréciation de laboratoire.

Les types RF, équipés des plaques de protection décrites au §2.4.3 du Dossier Technique, font l'objet de l'appréciation de laboratoire n° AL16-037\_V2 donnant lieu à une équivalence de classement EI 120.

Les conclusions de l'appréciation de laboratoire n°AL 16-037\_V2 sont valables lorsque la mise en œuvre de deux rupteurs adjacents est réalisée sans écart entre eux.

Enfin, l'équivalence de classement revendiqué du rupteur « RUTHERMA en ITI » est définie par le classement minimal justifié pour les éléments de structure (murs, planchers) à l'interface desquels il est incorporé, sans dépasser REI 120.

#### **Prévention des accidents lors de la mise en œuvre**

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

#### **Pose en zones sismiques**

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

#### **Isolation thermique**

Les composants « RUTHERMA en ITI » permettent de traiter les ponts thermiques constitués normalement par une continuité de béton entre une interface béton/air extérieur et une interface béton/air intérieur, écartant ainsi les risques de condensation superficielle en parements intérieurs. Les calculs d'isolation sont menés conformément aux Règles Th-bat.

Les valeurs de la transmission linéique  $\Psi$  W/(m.K) sont données dans les tableaux en Annexe III du Dossier Technique (§2.12.3) pour :

- Type DF (modèles DF et DF<sub>i</sub>) : dalles d'épaisseur comprise entre 16 et 25 cm et voiles en béton armé d'épaisseur au moins égale à 16 cm ou murs en maçonnerie d'épaisseur au moins égale à 20 cm ;
- Type RF, voiles en béton armé d'épaisseur au moins égale à 18 cm ou murs en maçonnerie d'épaisseur au moins égale à 20 cm et refends d'épaisseur comprise entre 16 et 20 cm ;
- Types DB, Ki, et D dalles d'épaisseur comprise entre 16 et 25 cm et voiles en béton armé d'épaisseur au moins égale à 16 cm ou mur en maçonnerie d'épaisseur au moins à 20 cm.

Les coefficients de transmission linéique moyen  $\Psi_m$  W/(m.K), les hypothèses ainsi que les résultats détaillés des calculs réalisés conformément aux règles TH-Bât sont donnés en Annexe III du Dossier Technique. Les valeurs des coefficients de transmission linéique ne sont valables qu'à condition de respecter les limites de validités décrites dans cette Annexe.

L'isolant thermique est un produit en PSE (Cf. §2.4.2 du Dossier Technique). La conductivité thermique utile pour le calcul est donnée par le certificat ACERMI du produit et dans le Dossier Technique.

#### **Isolation acoustique**

Les différents essais de laboratoires et études acoustiques réalisés sur les rupteurs thermiques RUTHERMA en ITI ont permis de conclure que les liaisons façade/plancher ou façade/refend, conformes avec la réglementation acoustique sans rupteur avec ou sans doublage, restent également réglementaires avec l'insertion du rupteur.

Pour que la liaison traitée avec rupteur respecte la réglementation française, les conditions suivantes doivent être réunies :

- Le doublage intérieur utilisé doit permettre de respecter la réglementation française comme pour le cas d'une liaison monolithique sans rupteur ;
- Il conviendra de s'assurer du recouvrement total du rupteur par le doublage intérieur (épaisseur du doublage d'au moins 80 mm).

#### **Étanchéité**

La mise en œuvre du rupteur RUTHERMA en ITI en toiture-terrasse est visée par le présent Avis. Elle est réalisée conformément aux prescriptions du §2.8.6 du Dossier Technique.

**Données environnementales**

Il existe une Fiche de Déclaration Environnementale et Sanitaire (FDES) vérifiée par tierce partie indépendante pour les modèles de rupteur DF et DF-VM mentionnée au §2.11.1 du Dossier Technique. Il est rappelé que cette FDES n'entre pas dans le champ d'examen d'aptitude à l'emploi du procédé « RUTHERMA en ITI ».

**Aspects sanitaires**

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

**1.2.2.2. Durabilité - Entretien**

Compte tenu des conditions de fabrication des composants « RUTHERMA en ITI » dans une usine spécialisée et sous autocontrôle suivi en permanence par des contrôles extérieurs, et compte tenu des caractéristiques des matériaux utilisés, notamment l'acier inoxydable et les fusions, la durabilité des composants est équivalente à celle des produits traditionnels utilisés dans la construction.

Le procédé RUTHERMA en ITI ne nécessite pas d'entretien spécifique.

**1.2.2.3. Fabrication et contrôle**

La fabrication des composants « RUTHERMA en ITI » est effectuée en usine sous autocontrôle et suivie par un organisme extérieur. Les contrôles portent particulièrement sur :

- Les caractéristiques mécaniques des aciers, acier inoxydable notamment ;
- La résistance des fusions entre acier inoxydable et acier courant.

Les essais de traction effectués sur les points de fusion doivent obligatoirement mettre en évidence une rupture dans les barres en acier courant.

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

**1.2.2.4. Mise en œuvre**

Effectuée par les entreprises de bâtiments, elle ne présente pas de difficulté particulière. Néanmoins l'ordre de mise en place des prédalles en béton armé, des prédalles précontraintes et des armatures du plancher doit tenir compte de la présence des composants « RUTHERMA en ITI ». Dans ce but, des instructions de mise en œuvre sont indiquées sur la face supérieure de chaque élément.

**1.2.3. Prescriptions Techniques****1.2.3.1. Conditions de conception****1.2.3.1.1. Documents de référence**

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

- NF-EN-1991-1-1 pour la définition des charges d'exploitation, des charges permanentes et d'exploitation dues aux forces de pesanteur.
- NF-EN-1991-1-3 pour les charges de neige à prendre en compte ;
- NF-EN-1991-1-4 pour les charges de vent à prendre en compte ;
- NF EN 1992-1-1 pour le calcul du béton armé ;
- NF-EN-1993-1-4 pour le calcul au flambement des barres comprimées (scellées ou butonnées) ;
- Pour la conception et le calcul des planchers à prédalles en attendant la parution du NF DTU 23.4, il peut être fait référence au Cahier 2892\_V3 de mai 2020 ;
- Règles Th-bat pour le calcul des caractéristiques d'isolation thermique des parois ;
- Norme Européenne EN 12354 pour le calcul d'isolement acoustique.

**1.2.3.1.2. Stabilité en situation courante**

Les hypothèses retenues pour le fonctionnement général du rupteur sont les suivantes :

- Les moments fléchissant sont équilibrés à travers la bande isolante par les armatures supérieures et les armatures inférieures ou les modules (butons) de compression. Dans tous les modèles permettant d'équilibrer un moment fléchissant, la conception est telle que les armatures de traction sont situées sans décalage en plan par rapport aux armatures (ou module) de compression, ce qui permet ainsi l'embellage du système dans des plans verticaux.
- La longueur libre des barres comprimées est prise égale à l'épaisseur de l'isolant augmentée de deux fois le diamètre de la barre. La longueur de flambement est prise comme étant la moitié de la longueur libre, les barres étant bi-encastrées dans le béton.
- La justification en flexion consiste à s'assurer que le moment fléchissant à l'ELU, développé à la jonction des éléments liaisonnés par le rupteur, ne dépasse aucun des deux moments résistants suivants :
  - Le moment résistant à l'ELU par rapport aux armatures tendues ;
  - Le moment résistant à l'ELU par rapport aux armatures comprimées ou aux modules (butons) de compression.
- Les efforts tranchants sont équilibrés par des armatures spéciales toujours inclinées (suspenes)

- La résistance de calcul en traction de l'acier inoxydable, situé à la traversée de l'isolant, sera considérée égale à celle de l'acier HA auquel il est fusionné. En effet, les essais de résistance des fusions ont montré que les ruptures avaient toujours lieu dans l'acier HA.
- La résistance en flambement de l'acier inoxydable, situé à la traversée de l'isolant, est calculée selon l'EN 1993-1-4
- Les propriétés des aciers vis-à-vis des prescriptions liées à la dilatation thermique des façades sont explicitées au point 2.12.2.

Les valeurs d'utilisation données dans le Dossier Technique établi par le Demandeur ont été obtenues par application des hypothèses décrites ci-dessus.

Les hypothèses à retenir pour l'intégration du rupteur dans un ouvrage sont les suivantes :

- Les éléments en béton armé dans les ouvrages munis de rupteurs thermiques « RUTHERMA en ITI » sont dimensionnés conformément à la norme NF EN 1992-1-1 et son Annexe Nationale ; les dispositions minimales de l'EC2-1-1 s'appliquent dans les hypothèses à retenir pour l'intégration du rupteur dans un ouvrage. Le béton utilisé est de classe de résistance minimum C25/30.
- L'enrobage minimum des armatures des rupteurs de pont thermique par rapport à la face supérieure d'une prédalle doit être de 10 mm toutes tolérances épuisées.
- Les vérifications sur les rupteurs de la gamme RUTHERMA en ITI en effort tranchant ( $V_z$ ), en effet tirant-buton ( $N_x$ ) et en moment ( $M_y$ ) peuvent être effectuées indépendamment et suivant la méthodologie décrite à l'article 7 du Dossier Technique.
- Les planchers à prédalles doivent être dimensionnés conformément aux prescriptions du Cahier 2892-V3 (mai 2020) ou au NF DTU 23.4 à compter de sa parution en remplacement du Cahier 2892\_V3. Des suspentes sont à prévoir au droit des rupteurs thermiques.
- Le procédé est utilisable sur des structures participant au contreventement des ouvrages pour la reprise des efforts de vent au sens des règles NF EN 1991-1-4. Les zones de jonction plancher/façade et refend/façade munies de rupteurs ne participent pas au contreventement de l'ouvrage : seuls sont considérés les refends sans rupteur, les bandes noyées et les zones de jonction continue plancher/façade.
- Pour les bâtiments de hauteur supérieure à la plus petite dimension en plan, il convient de réaliser une étude pour chaque projet, sous la responsabilité du demandeur, en modélisant les zones de jonction plancher-façade non munies de rupteurs, et en prenant une raideur nulle pour les liaisons réalisées avec des rupteurs thermiques.
- Les rupteurs doivent être dimensionnés pour reprendre en traction et compression un effort accidentel localisé de 600 daN/m<sup>2</sup> appliqué sur la façade.
- Le ferrailage de la façade et les zones de jonction plancher-façade non munies de rupteurs doivent respecter les dispositions constructives détaillées en Annexe II du Dossier Technique (§2.12.2).
- L'ancrage des armatures des bandes noyées doit être calculé à partir de la face côté dalle de l'isolant du rupteur conformément aux prescriptions de l'Annexe II du Dossier Technique (§2.12.2).
- En l'absence d'une justification sur la stabilité d'ensemble des rupteurs, pour tenir compte de la défaillance d'un élément ponctuel, les vérifications vis-à-vis des combinaisons de charges accidentelles sont menées en divisant les valeurs des capacités portantes des rupteurs (indiquées en Annexe I du Dossier Technique §2.12.1) par un coefficient de sécurité de 1,5. Cette justification a été réalisée dans le cas du rupteur « RUTHERMA en ITI ».
- Les rupteurs DF6/2 et DFi6/2 ne peuvent être utilisés que dans le sens non porteur du plancher. Les rupteurs utilisés dans le sens non porteur du plancher doivent être dimensionnés pour équilibrer 30% de l'effort tranchant sollicitant dans le sens porteur.
- L'utilisation de rupteurs thermiques « RUTHERMA en ITI » n'a pas d'impact mesurable sur les flèches des dalles intérieures et des balcons sur appuis ainsi que des balcons en porte-à-faux lorsqu'il n'y pas d'ouvertures. Les calculs à l'ELS peuvent donc être effectués sans tenir compte de la présence des rupteurs. En cas d'utilisation de balcons en porte-à-faux avec ouverture en façade, il convient de se reporter au §2.8.1.4.3 précisant la méthode permettant de tenir compte de la présence des rupteurs.

#### 1.2.3.1.3. Utilisation en zone sismique

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

#### 1.2.3.2. Rôle des intervenants

- Le dimensionnement des rupteurs est réalisé par le titulaire à partir des efforts communiqués par le BET structure en charge de l'opération.
- Le ferrailage forfaitaire des zones spécifiées en Annexe II du Dossier Technique §2.12.2 (bandes noyées, linteaux, balcons d'angle) est réalisé par le BET structure en charge de l'opération avec l'assistance technique du titulaire. Ce ferrailage est issu des dispositions constructives forfaitaires décrites dans cette Annexe.
- Les plans de calepinage des rupteurs sont réalisés par le titulaire en concertation avec le BET structure en charge de l'opération et le BET Thermique.
- Dans le cas de planchers à prédalles, le plan de calepinage ainsi que les efforts de dimensionnement des rupteurs doivent être transmis par le titulaire au fabricant des prédalles.
- Les plans d'exécution sont réalisés par le BET structure en charge de l'opération avec intégration du calepinage des rupteurs et du ferrailage complémentaire et forfaitaire.

#### Appréciation globale

L'utilisation du procédé dans le domaine d'emploi accepté (cf. paragraphe 1.2.1) est appréciée favorablement.

---

### **1.3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé**

---

- Il appartient à la société SCHÖCK d'informer les utilisateurs des conditions d'utilisation du procédé « RUTHERMA en ITI », en conformité avec les recommandations du présent Avis Technique.
- Pour limiter les risques de condensation en toiture terrasse, l'utilisation du système de rupteurs « RUTHERMA en ITI » est limitée aux planchers non isolés en sous-face. Cette prescription tient compte de l'augmentation des épaisseurs d'isolant généralement mis en œuvre en toiture terrasse, et n'est pas liée à ce seul procédé.
- Le GS5.2, consulté sur l'aptitude à l'usage du rupteur « RUTHERMA en ITI » en toiture terrasse, souhaite informer le maître d'œuvre de l'éventuel risque de détérioration du rupteur lors du passage de la flamme du chalumeau. En conséquence, au niveau du rupteur, le chalumeau sera réglé pour obtenir une flamme molle.
- Tel que préconisé au §2.8.6.3 du Dossier Technique, le Groupe attire l'attention sur la nécessité d'éviter tout contact lors de la mise en œuvre, entre l'isolant du rupteur et les produits contenant des solvants incompatibles avec les matières plastiques.
- L'opération de fusion est soumise à l'autocontrôle du fabricant et supervisée par un organisme extérieur. Tous les essais ont mis en évidence une résistance de fusion supérieure à la résistance des armatures courantes.
- Le Groupe attire l'attention sur le fait que le choix de la solution de plancher à prédalle nécessite de tenir compte des dispositions du §2.9.1.3.
- Il est rappelé qu'un plan de calepinage doit être établi en concertation entre le titulaire et le bureau d'étude structure de l'opération et le BET Thermique.

## 2. Dossier Technique

Issu du dossier établi par le titulaire

---

### 2.1. Données commerciales

---

#### 2.1.1. Coordonnées

Titulaire(s) :

Société Schöck Bauteile GmbH

Industriegebiet Steinbach

Vimbucher Str. 2

D -76534 Baden Baden

Allemagne

Tél. : 03 88 20 92 28

Fax : 03 88 20 51 76

Email : etudes@schoeck.fr

Internet : www.schoeck.fr

---

### 2.2. Description

---

Les composants SCHÖCK RUTHERMA en ITI sont des rupteurs de ponts thermiques. Ils assurent la continuité horizontale ou verticale de l'isolation thermique intérieure en évitant les ponts thermiques à l'interface plancher/façade, plancher/balcon ou à l'interface refend/façade.

Ces rupteurs sont tenus d'assurer, en plus de la continuité de l'isolation, la liaison mécanique entre les éléments concernés. Cette liaison est permise grâce à des armatures constitutives ancrées de part et d'autre dans les éléments béton et traversant le corps isolant et/ou des éléments de compression « HTE » composés de béton haute performance et enveloppés dans un coffrage plastique. Afin d'éviter leur corrosion, les parties d'armatures traversant l'isolant sont en acier inoxydable.

Les différents types de la gamme visée sont les suivants :

- **Types DF** (modèles DF et DFi) : pour les liaisons dalle-façade. Le modèle DF est destiné aux planchers à prédalle, tandis que le modèle DFi est destiné aux planchers en béton coulés sur place. Les rupteurs de type DF (modèles DF et DFi) existent avec la variante VM (voile mince).
- **Types DB, Ki, D** : pour les rives de dalle avec balcon avec moment en provenance du balcon (balcons en porte-à-faux par exemple). Les types D sont des types DB capables de reprendre des efforts de soulèvement. La dénomination commerciale n'est pas la même, mais le fonctionnement est identique.
- **Types RF** : pour les liaisons refends-façade. Ce type de rupteur ne reprend pas d'effort, ces derniers devant être repris par d'autres liaisons.

Plus de détails sont donnés pour chaque type en Annexe I (2.12.1).

---

### 2.3. Domaine d'emploi

---

Le présent Avis ne vise que les rupteurs dont l'épaisseur d'isolant est égale à 8 cm utilisés en isolation thermique par l'intérieur. L'application est limitée aux bâtiments non classés IGH.

Le procédé est utilisable sur des structures participant au contreventement des ouvrages pour la reprise des efforts de vent au sens des règles NF EN 1991, sans tenir compte des zones traitées avec le rupteur « RUTHERMA en ITI ». Les bâtiments dont la hauteur est supérieure à la plus petite dimension en plan doivent faire l'objet d'un calcul spécifique.

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

Le domaine d'utilisation des composants « RUTHERMA en ITI » est limité à des éléments de construction :

- Soumis à l'action des charges d'exploitation statiques ;
- Situés en dehors de tout milieu agressif.

Le procédé vise l'utilisation en toiture-terrasse.

Les rupteurs SCHÖCK RUTHERMA en ITI peuvent être utilisés avec les types de plancher suivant :

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

Les rupteurs SCHÖCK RUTHERMA en ITI peuvent être employés en association avec les types de murs porteurs suivants :

- Murs en béton armé coulés en place
- Maçonnerie de petits éléments (en béton ou terre cuite)
- Murs à Coffrage Intégré

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

## 2.4. Eléments et matériaux

Les rupteurs SCHÖCK RUTHERMA®, adaptés suivant le type d'application, sont composés d'une association de différents matériaux :

- Isolant en polystyrène expansé
- Plaques de protection au feu si nécessaire (utilisées dans les conditions demandées par l'Appréciation de Laboratoire n° n°AL16-037\_V2)
- Réseau d'armatures de traction, d'armatures inclinées, butons et/ou modules de compression « HTE » (pour High Thermal Efficiency)
- Pour certains modèles, la protection haute et basse est assurée par un profilé PVC

### 2.4.1. Aciers

Les armatures sont réalisées avec une partie traversant l'isolant en acier inoxydable et une partie ancrée dans le béton. Le raccord entre les différentes armatures d'acier inoxydable et les armatures pour béton armé se fait par fusion bout à bout sans métal d'apport, à l'usine de production SCHÖCK sous contrôle externe et interne permanents. Tous les essais ont mis en évidence une résistance de fusion supérieure à la résistance des armatures courantes.

#### 2.4.1.1. Acier inoxydable

N° 1.4362-1.4482 équivalent à l'acier X2CrNiN23-4

L'acier inoxydable utilisé est conforme à la norme NF EN 10088 partie 3, avec  $R_{p0,2} \geq 700$  MPa.

#### 2.4.1.2. Acier de béton armé

Il s'agit de l'acier constitutif des éléments structuraux du rupteur. Cet acier est équivalent à l'acier B500, selon la NF A35 080-1.

#### 2.4.1.3. Acier de montage

Il s'agit de l'acier constitutif des éléments de maintien ou de calage, n'ayant pas de fonction structurelle à remplir dans l'organe de liaison. Cet acier est équivalent à l'acier B500.

### 2.4.2. Isolant – polystyrène expansé moulé

L'isolant utilisé est en polystyrène expansé conforme à la norme NF EN 13163 décliné en deux produits :

- PSE fabriqué avec pour matière première du Neopor® pour les types de rupteurs Type DB, DF, Ki, D et RF.

Il a pour dimensions utiles :

- Épaisseur : 8 cm. Des encoches sont présentes sur le corps isolant des rupteurs DF/DFi, D et DB, afin de permettre que le cintrage des armatures d'effort tranchant se situe dans le béton.
- Hauteur : variant entre 13 (lorsque superposition d'une plaque de protection au feu) et 25 cm et correspond à l'épaisseur du béton
- Longueur égale à la longueur de l'élément :
- Linéaire : 100 cm

Il provient d'une fabrication externe et ont les caractéristiques suivantes :

- Masse volumique : 25 (-0/+ 5) kg/m<sup>3</sup>
- Contrainte en compression à 10 % de déformation  $\geq 120$  kPa
- Conductivité thermique : selon le certificat ACERMI en cours de validité :
- Pour le produit Rutherma - Isokorb Th31 en Neopor :  $\lambda$  déclaré = 0,031 W/(m.K), certificat ACERMI N°18/237/1362
- Pour le produit Rutherma - Isokorb Th35 en PSE :  $\lambda$  déclaré = 0,035 W/(m.K). Certificat ACERMI N°18/237/1364
- Euroclasse de réaction au feu : F

Des autocontrôles sont réalisés sur les panneaux isolant et sont conforme à la norme NF EN 13163.

### 2.4.3. Plaques de protection au feu

Les plaques de protection au feu sont des plaques classées A1 selon la NF EN 13501-1 et sont en silico-calcaire (désignation commerciale : AESTUVER). Elles sont utilisées dans les conditions de l'Appréciation de Laboratoire n° AL16-037\_V2).

Ces plaques proviennent d'un fabricant extérieur faisant l'objet d'un autocontrôle. Elles sont collées à la fabrication du rupteur dans l'usine de production à l'aide de colle polyuréthane sur l'isolant. Elles sont débordantes de 10 mm de part et d'autre du corps isolant lorsqu'elles sont situées dans la zone tendue. Du côté de la zone comprimée, les bords des plaques sont alignés avec le corps isolant.

La conductivité thermique utile des plaques est prise par défaut selon les règles Th-bat Fascicule 2/5 :  $\lambda_{\text{utile}} = 0,17$  W/(m.K).

Dans le cas des types Ki, les plaques sont maintenues par un profilé plastique PVC (voir §2.4.6). La plaque n'est alors pas en débord du corps isolant et la fonction protection au feu est assurée par les plaques de protection au feu associées à des bandes expansées du type ROKU Strip.

Uniquement pour les modèles Ki, l'Appréciation du Laboratoire feu n° AL16-037\_V2 permet également l'utilisation de la laine de roche avec une masse volumique de 150 kg/m<sup>3</sup> comme parement isolant au feu à l'intérieur des profilés plastique à la place

des plaques silico-calcaire (AESTUVER) décrit ci-dessus. Les valeurs PSI des modèles Ki (cf 2.12.3.2 du modèle Ki) ont été calculées du côté sécuritaire avec des plaques silico-calcaire, thermiquement moins performantes.

#### 2.4.4. Butons de compression acier

Les butons sont constitués de barres de diamètre 12 mm en acier inoxydable aux extrémités desquelles des plaques de répartition 40 x 40 x 12 mm y sont soudées. Les efforts de compression dans les éléments sont diffusés dans la masse de béton par les plaques de répartition.

Les butons en acier sont destinés au type DB.

#### 2.4.5. Modules de compression HTE

Le module de compression HTE est constitué de béton fibré de haute résistance enveloppé dans un coffrage plastifié HD-PE. La composition de ce béton est connue au CSTB. Dans le cadre des contrôles internes, les propriétés de ces modules de compression HTE sont contrôlées systématiquement.

Limite de résistance à la compression  $f_c = 50$  MPa

Module d'Young instantané  $E_{bi} = 45\ 000$  MPa

#### 2.4.6. Profilé plastique PVC

Sur les types Ki, la protection haute et basse est assurée par un profilé plastique PVC. Le profilé haut maintient grâce à sa forme spéciale les aciers de traction en place et garantit l'enrobage.

Pour les modèles Ki-CV50, l'isolant qui se trouve au-dessus du profilé PVC et ses plaques coupe-feu est le même isolant décrit en §2.4.2 (cf. Figure 1-b).

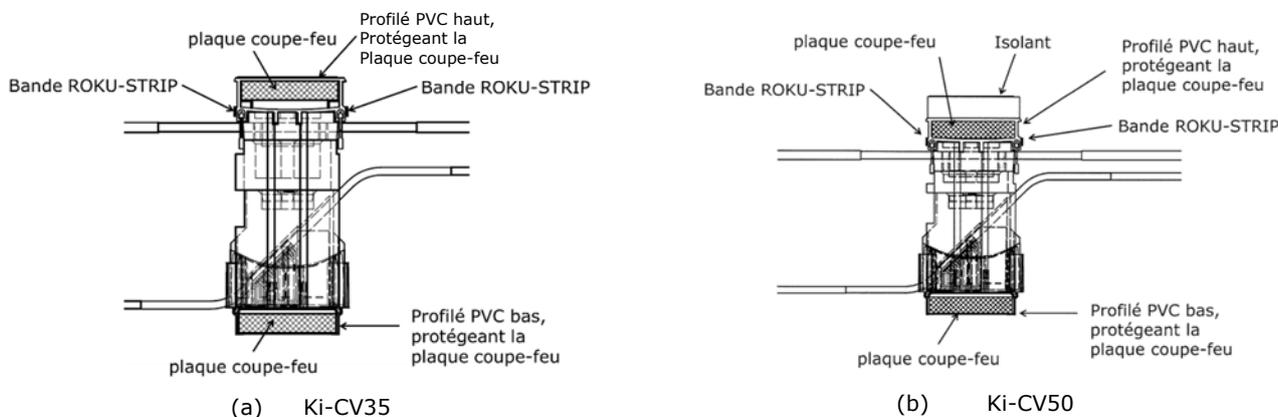


Figure 1 : Profilé PVC

#### 2.4.7. Béton

Les rupteurs doivent être noyés dans des éléments en béton armé de la classe de résistance minimale à la compression C25/30 suivant la norme béton NF EN 206/CN.

## 2.5. Fabrication et contrôles

La fabrication des rupteurs SCHÖCK RUTHERMA® est exclusivement faite par la Société SCHÖCK BAUTEILE GmbH en Allemagne. Dans le cadre de sa démarche qualité, la Société Schöck exerce entre autres un contrôle strict des composants et de sa production, conforme à son plan de qualité interne.

Au-delà, des procédures d'autocontrôle, des organismes extérieurs interviennent régulièrement tel que le MFPA de Leipzig. Ceux-ci totalisent une vingtaine de séries de contrôle chaque année.

La Société SCHÖCK est certifiée ISO 14001 (certifications environnementales) et ISO9001 (certifications qualité).

Les rupteurs sont réalisés en respectant les composants des rupteurs décrits dans le Dossier Technique (barres/butons/module de compression : diamètre, longueur, nombre ; épaisseur de l'isolant, ...). Le seul paramètre modifiable est la longueur de l'élément.

## 2.6. Identification du produit

Sur chaque composant « RUTHERMA en ITI », la dénomination commerciale, le numéro d'identification, la composition (nombre de barres) ainsi que de succinctes instructions de mise en œuvre sont indiqués sur sa face supérieure.

## 2.7. Fourniture et assistance technique

La dénomination commerciale française des rupteurs thermiques visés par le présent document est « RUTHERMA en ITI ».

La commercialisation s'effectue en direct ou par le biais de spécialistes sélectionnés par le titulaire du présent Avis.

Pour l'assistance technique, la Société SCHÖCK met à disposition son bureau d'ingénierie interne dédié, à chaque phase, du projet initial à la mise en œuvre finale. Le dimensionnement des éléments est réalisé par le titulaire du présent Avis.

La société SCHÖCK est certifiée ISO 9001.

Au besoin la supervision de la pose des éléments peut être assurée par un représentant de la société SCHÖCK.

Les éléments sont livrés sur palettes, généralement directement sur le chantier concerné. Ils ne nécessitent aucune protection contre les intempéries.

Chaque bon de livraison et chaque facture contiennent une codification permettant de définir la date de fabrication, l'équipe de montage intervenue ainsi que la chaîne de fabrication concernée, permettant ainsi une traçabilité complète de chaque élément.

Un document intitulé « Guide des bonnes pratiques à la mise en place des rupteurs SCHÖCK RUTHERMA », distribué aux utilisateurs du procédé, précise les recommandations de pose dans les différentes configurations visées.

## 2.8. Règles de conception

### 2.8.1. Analyse statique

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

Convention de signe retenue :

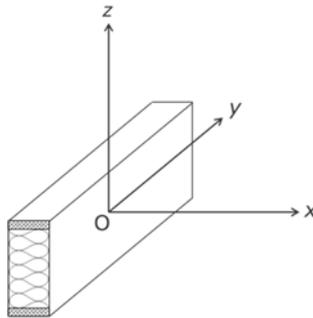


Figure 2 : Convention retenue pour l'analyse statique

#### 2.8.1.1. Forces agissantes

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

- Les charges gravitaires (poids propre, charges d'exploitations, etc...) : Ces charges doivent être ramenées à la liaison en termes de moment ( $M_y$ ) et d'effort tranchant ( $V_z$ ) selon les lois de la RdM. Le moment est pris comme égal au moment en travée de la dalle multiplié par un facteur de 0,15 pour une dalle sans balcon, et comme égal au moment provenant du balcon le cas échéant.
- Les charges de vent : Le vent s'applique sur la façade (traction/compression  $N_x$ ) et est transmis des rupteurs au plancher. Les rupteurs, étant donné leur souplesse latérale ne reprennent pas d'effort latéraux ( $V_y$  dû au vent = 0), et les efforts de contreventement de la structure doivent passer par d'autres liaisons (liaisons non-traitées).
- Le retrait (façades béton) et le différentiel thermique (façades béton ou maçonnerie). Des zones non-traitées sont placées judicieusement (voir paragraphe 2.8.1.4) afin de neutraliser les mouvements relatifs dus à ces effets ( $V_y$  dû au retrait et au différentiel thermique = 0).

#### 2.8.1.2. Combinaison de charges

Les combinaisons de charges à considérer sont les suivantes :

- ELU fondamental
- ELU accidentel.

Un cas de charge accidentel propre aux rupteurs est à considérer (vérification locale en  $N_x$  uniquement, il ne s'agit pas d'un calcul de stabilité du bâtiment), avec un effort accidentel de vent correspondant à une charge de 6 kN/m<sup>2</sup> sur la surface de façade reprise par les rupteurs.

Les vérifications ELS ne concernent que les vérifications de flèches de balcons décrites au §2.8.1.4.3.

#### 2.8.1.3. Choix des modèles

Les performances mécaniques des différents modèles de rupteur sont données en Annexe I du Dossier Technique (2.12.1). Ces performances ont été calculées en considérant que :

- La résistance à la traction des barres en acier inoxydable est celle de l'acier B500 ( $F_{yk} = 500$  MPa)
- La résistance au flambement des barres/butons en acier inoxydable est déterminée suivant la norme NF EN 1993-1-4 avec  $F_{yk} = 500$  MPa et  $E = 170\,000$  MPa

Il y a lieu de choisir le modèle de rupteur en fonction de l'effort à reprendre (moment, effort tranchant).

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

$$F_{Ed} \leq F_{Rd} \quad (1)$$

#### 2.8.1.4. Impact sur la structure

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

##### 2.8.1.4.1. Contreventement du bâtiment

Les zones équipées de rupteurs, étant donné la souplesse des rupteurs dans la direction  $0_y$  par rapport à une liaison non-traitée par les rupteurs, ne peuvent reprendre d'efforts dans cette direction (la liaison étant significativement plus souple). La transmission des efforts de contreventement depuis le plancher vers les façades se fait alors via ces zones non-traitées par les rupteurs. Les points suivants sont alors à vérifier par le bureau d'étude structure du projet :

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

Lors d'une étude au vent, il convient de modéliser les zones non-traitées et de prendre une raideur nulle pour les zones traitées par des rupteurs.

##### 2.8.1.4.2. Dilatation thermique : dispositions constructives

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

Pour limiter la dilatation excessive de la façade, il peut être nécessaire d'introduire des bandes noyées dans certaines zones précises. Pour plus de détail quant à la méthodologie relative au positionnement de ces bandes noyées et à leur dimensionnement, se référer aux sections 2.12.2.1, 2.12.2.2 et 2.12.2.3 de l'Annexe II du Dossier Technique.

*Note : les propriétés en traction de l'acier inoxydable des rupteurs ( $F_{yk} = 700 \text{ MPa}$  et  $E_{secante} = 114500 \text{ MPa}$ ) ont été utilisées pour l'établissement des dispositions constructives présentées dans l'Annexe II du Dossier Technique, vis-à-vis de la dilatation thermique de la façade.*

La présence de points fixes ponctuels entre façade et plancher nécessite de maîtriser la fissuration au niveau des linteaux de certaines ouvertures, précisées dans la section 2.12.2.3.3 de l'Annexe II du Dossier Technique. La maîtrise cette fissuration est réalisée via un ferrailage forfaitaire défini à la section 2.12.2.3.4 de l'Annexe II du Dossier Technique.

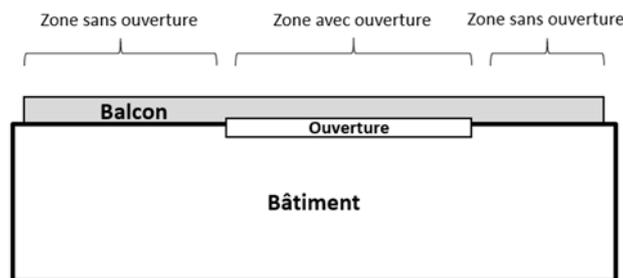
La liaison par rupteur RF ne constitue pas un point fixe.

Les balcons d'angles sortants bridés par des points fixes requièrent de même un ferrailage forfaitaire, détaillé à la section 2.12.2.3.5 de l'Annexe II du Dossier Technique.

##### 2.8.1.4.3. Vérifications ELS – Flèches de balcons

L'utilisation de rupteurs thermiques SCHÖCK RUTHERMA en ITI n'a pas d'impact mesurable sur les flèches des dalles intérieures et des dalles balcons sur appuis. Dans ces cas, les calculs à l'ELS peuvent également être effectués sans tenir compte de la présence des rupteurs.

Dans le cas des balcons en porte-à-faux avec des rupteurs du type DB ou Ki SANS ouvertures en façade, les calculs à l'ELS peuvent également être effectués sans tenir compte de la présence des rupteurs. Le schéma ci-après illustre les zones qu'il convient de considérer avec ou sans ouvertures.



##### Balcon en porte-à-faux avec ouvertures :

Dans le cas des balcons en porte-à-faux avec des rupteurs du type DB ou Ki ET ouvertures en façade (appui en linteau, poutre), l'influence des longueurs  $L_{ouv}$  et  $X$  (Longueur de la liaison façade/balcon munie de rupteurs avec ouverture et longueur de la liaison façade/balcon munie de rupteurs sans ouverture, respectivement) sur l'augmentation des flèches des balcons a été étudiée. L'équation (1) donne la valeur de la flèche totale du balcon due à la présence du rupteur comme la somme de la flèche déterminée en considérant une liaison monolithique et la flèche résultant de la rotation de l'encastrement.

$$f_{ELS} = f_{Mono} + f_{Rup} = f_{Mono} + \alpha \frac{M_{ELS}}{K_{\theta}} L_{Balcon} \quad (1)$$

$$\text{Avec :} \quad \alpha = \max(0,3; 0,6 - \frac{X}{L_{ouv}}) \quad (2)$$

$f_{Mono}$  : flèche monolithique suivant EC2 ;

$M_{ELS}$  : Moment de calcul ELS ;

$X$  : longueur de la liaison façade/balcon munie de rupteurs sans ouverture (m) ;

$L_{ouv}$  : Longueur de la liaison façade/balcon munie de rupteurs avec ouverture (m) ;

$L_{Balcon}$  : Longueur porte-à-faux du balcon (m)

Les rigidités flexionnelles pour les rupteurs « Type DB » et « Type Ki » se trouvent au §2.12.1.

*Note* : L'équation (1) est uniquement valable si la longueur  $X$  est supérieure ou égale à la valeur  $X_{min}$  donnée par l'équation (3).

Les rupteurs sont d'abord dimensionnés en fonction des actions sollicitantes  $M_{y,Ed}$  et  $V_{y,Ed}$  (§2.8.1.3). A cette étape de dimensionnement une vérification des flèches est nécessaire. Cette vérification peut se faire en comparant la valeur de la flèche obtenue par l'application de l'équation (1) avec la limitation de la flèche totale à  $L_{Balcon}/250$  et/ou de la flèche nuisible à  $L_{Balcon}/500$  lorsqu'elle est applicable.

$$X_{min} = \begin{cases} 0 & \text{si } L_{ouv} \leq 3,8m \\ 0,625(L_{ouv} - 3,8) & \text{si } L_{ouv} > 3,8m \end{cases} \quad (3)$$

## 2.8.2. Sécurité incendie

La résistance au feu des rupteurs est assurée par les plaques de protection au feu, présentes en partie haute et basse. Ces plaques équipent donc les rupteurs lorsqu'il y a une exigence de résistance au feu et tel que mentionné dans rapport d'essais de résistance au feu ou l'appréciation du laboratoire n° AL16-037\_V2 (§2.10.2) qui donne un classement du rupteur avec la plaque de protection au feu citée dans ce rapport.

Les plaques silico-calcaires décrites au §2.4.3 sont incombustibles (classement A1).

Les plaques de protection au feu ne doivent à aucun moment être traversées pour le cheminement des gaines techniques.

Les éléments RUTHERMA en ITI font l'objet de l'appréciation de laboratoire n° AL16-037-V2, dont la conclusion est indiquée dans le Tableau 2.

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

*Exemple* : pour un rupteur DF, connecté à une dalle revendiquant un classement REI120 et un mur revendiquant un classement REI90. Alors le rupteur DF revendique un classement REI90.

## 2.8.3. Résistance de calcul pour les différents modèles de la gamme

Les pages en Annexe I (§2.12.1) donnent des détails sur les modèles les plus courants en utilisation par l'intérieur. Toutes les valeurs données sont les valeurs de calcul ( $R_d$ ) au sens de la NF EN 1990 et son annexe nationale.

## 2.8.4. Isolation acoustique

Les rupteurs thermiques ne modifient pas l'isolement de façade, les transmissions par les ouvertures (fenêtres...) étant dominantes. Des essais et calculs ont montré que si les rupteurs sont normalement mis en œuvre dans des bâtiments à façade en béton plein ou maçonnerie (collée ou traditionnelle) et doublée et si le bâtiment considéré est réglementaire vis à vis de la Nouvelle Réglementation Acoustique (NRA) sans rupteur, alors les nouvelles performances acoustiques avec rupteurs d'épaisseur 8 cm permettent également de satisfaire à la NRA. De plus, il a été démontré que l'introduction de l'isolement  $D_{n,e,w}$  du rupteur avec prise en compte de l'effet de masque d'un seul doublage ne modifie pas l'isolement et la solution permet de satisfaire à la NRA.

L'ensemble des gammes de rupteurs modélisés possèdent un  $D_{n,e,w}$  supérieur à 58 dB (références et détails donnés dans la FEST).

Vis-à-vis des bruits d'impact, l'isolement avec rupteur (DF, RF, DB, Ki, D) reste équivalent à celui de la même structure sans rupteur.

## 2.8.5. Thermique

Pour le calcul des ponts thermiques, les valeurs  $\Psi$  des configurations définies au §1.2.2.1 ont été calculées et validées par le CSTB, et sont proposées dans les tableaux en Annexe III (2.12.3). Le concepteur peut se baser sur ces valeurs en tenant compte des limites de validité de l'étude.

## 2.8.6. Étanchéité

La responsabilité du traitement du système d'étanchéité revient à l'entreprise qui a été désignée pour effectuer ce lot.

Les modèles de rupteurs visés en toiture terrasse sont systématiquement associés à une plaque de protection au feu (définie au §2.4.3) d'épaisseur minimale 15 mm.

### 2.8.6.1. Domaine d'emploi

Conformément au CPT 3794 (Février 2018) « Règles de conception des toitures-terrasses, balcons et coursives étanches sur éléments porteurs en maçonnerie munis de procédés de rupteurs de ponts thermiques faisant l'objet d'un Avis Technique », le procédé est utilisable en ouvrage neuf (relevant de la Réglementation Thermique) et son domaine d'emploi est défini ci-dessous :

- Toiture-terrasse inaccessible
- Toiture-terrasse technique ou à zone technique
- Toiture-terrasse accessible aux piétons

- Toiture-terrasse végétalisée
- Toiture-terrasse jardin.

Les locaux à très forte hygrométrie sont exclus.

Les terrasses visées sont toujours isolées :

Au-dessus du pare-vapeur mis en œuvre sur élément porteur en pose normale ;

Au-dessus du revêtement d'étanchéité en pose inversée.

Les isolants bénéficiant d'un Document Technique d'Application formulé par le GS 5.2 sont mis en œuvre en toitures-terrasses :

- En supports d'étanchéité collés ou posés libre sur le pare-vapeur ;
- En isolation inversée, posés en indépendance sur le revêtement d'étanchéité.

Les revêtements d'étanchéité et pare-vapeurs bitumineux ou synthétiques, sont mis en œuvre en toitures terrasses selon leur Documents Techniques d'Application formulés par le GS 5.2.

Les systèmes d'étanchéité compatibles avec le procédé « Rutherma en ITI » sont listés dans le Tableau 1.

Les Systèmes d'Etanchéité Liquide (SEL) et les revêtements ou pare-vapeurs fixés mécaniquement ne sont pas visés.

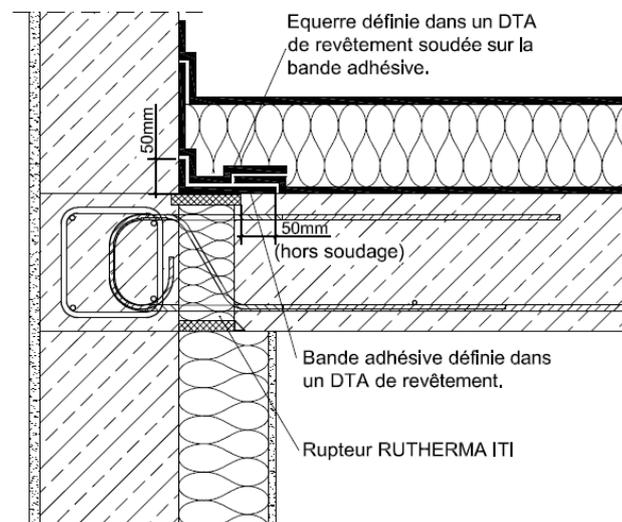
### 2.8.6.2. Compatibilité

Les revêtements d'étanchéité ou pare-vapeur compatibles avec les rupteurs sont les suivants :

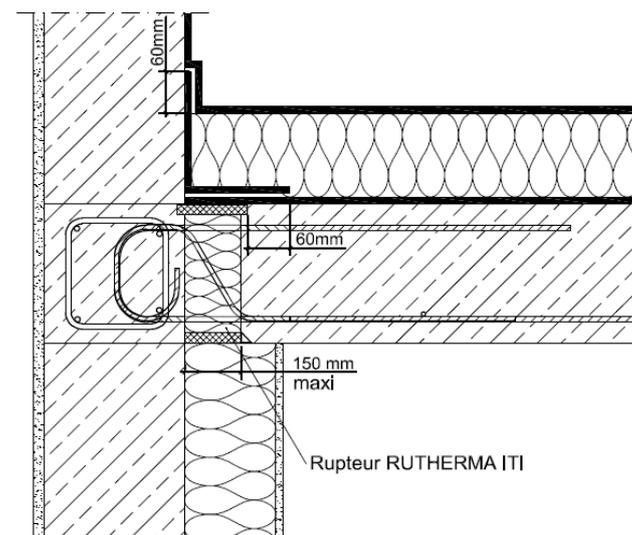
**Tableau 1 : Compatibilité entre le rupteur Rutherma en ITI et les revêtements d'étanchéité**

	Sans capot PVC sur la protection au feu silico-calcaire (Type DF, D, DB)	Avec Capot PVC sur la protection au feu silico-calcaire (Type Ki)
Aptes à recevoir un pare-vapeur synthétique en pose libre	Oui	Oui
Apte à recevoir un pare-vapeur ou un revêtement d'étanchéité collé à froid	Oui	Oui
Apte à recevoir un pare-vapeur ou un revêtement bitumineux auto-adhésif	Oui	Oui
Apte à recevoir un pare vapeur ou un revêtement d'étanchéité bitumineux soudé à la flamme	Oui	Oui <sup>(1)</sup>
Apte à recevoir un pare vapeur collé à l'EAC	Oui	Non
Apte à recevoir un isolant support d'étanchéité à base de verre cellulaire collé à l'EAC.	Oui	Non

<sup>(1)</sup> L'application directe sur le rupteur n'est pas visée. 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 3). 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 partie courante. Cette bande n'assure pas le rôle d'équerre de continuité du pare vapeur.



**Figure 3 : Principe de mise en œuvre de solution d'étanchéité avec bande auto-adhésive**



**Figure 4 : Principe de mise en œuvre de solution d'étanchéité sans bande auto-adhésive**

### 2.8.6.3. Prescriptions de mise en œuvre

La mise en œuvre et la composition du revêtement d'étanchéité, du pare-vapeur, de l'équerre de renfort et de la bande est décrite dans l'Avis Technique ou Document Technique d'Application du revêtement d'étanchéité, dans les DTU série 43, complété par les prescriptions du CPT 3794 (Février 2018).

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

L'équerre préalable sur le pare-vapeur est mise en œuvre de telle sorte que son retour horizontal présente un débord d'au moins 6 cm au-delà du rupteur.

Les prescriptions de mise en œuvre, technique par technique, sont décrites dans le CPT 3794 (Février 2018) :

- Enduit d'imprégnation à froid,
- Fixation mécanique en partie courante de toiture,
- Fixation mécanique en périphérie de toiture,
- Bande auto-adhésive, équerre et pare-vapeur,
- Réservations.

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

Lorsque la largeur du rupteur est supérieure à 50 mm, un système de porte-dalle bénéficiant d'un Avis Technique est prévu de façon que les dalles ne soient pas en porte-à-faux.

Une attention particulière est à accorder pour les Enduits d'Imprégnation à Froid contenant des solvants :

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 rupteurs doivent être protégés par du ruban adhésif.

## 2.9. Mise en œuvre

### 2.9.1. Prescriptions générales de mise en œuvre du rupteur RUTHERMA en ITI

Sur chaque rupteur, la dénomination commerciale, le type du composant, le sens de pose ainsi que des instructions de mise en œuvre sont indiqués via une plaque signalétique sur la face supérieure du rupteur et via une étiquette sur les faces supérieures et inférieures du rupteur.

Le positionnement des rupteurs doit suivre les prescriptions des plans de calepinage fourni par SCHÖCK pour chaque chantier (cf. §1.2.3.2 de l'Avis).

Il est interdit de modifier les rupteurs (notamment de plier/replier les aciers, d'en incorporer ou en retirer, etc...), seule une découpe d'ajustement de la longueur du corps isolant peut être opérée.

Les rupteurs sont équipés d'un système tenon/mortaise qui permet un emboîtement précis et rapide de façon à ce que les plaques coupe-feu soient alignées bord à bord. Grâce à ce système, l'alignement obtenu garantit le degré coupe-feu du plancher muni de rupteurs et la conformité à l'Avis de Laboratoire, ainsi que la performance thermique à l'interface entre rupteurs adjacents en évitant l'apparition de laitance de béton ou d'eau en cas d'intempéries.

Pour respecter les conclusions de l'appréciation de laboratoire n°AL16-037\_V2, il n'est pas admis d'écart (tolérance nulle) entre deux rupteurs adjacents.

### 2.9.1.1. Pose et découpe

Les modèles linéiques s'emboîtent simplement selon un système tenon/mortaise (rainure/langnette). Les rupteurs livrés en longueur standard peuvent être simplement découpés par une scie sur place aux dimensions nécessaires suivant le plan de pose fourni.

Les tolérances de pose courante des rupteurs sont à respecter suivant la norme NF EN 13670 ( $\pm 20\text{mm}$ ) comme pour tous les inserts. Cette tolérance concerne également les découpes, qui doivent être conformes aux plans de calepinage. Il n'est pas admis d'écart entre deux rupteurs adjacents.

### 2.9.1.2. Interface

Les plaques de protection au feu ne doivent à aucun moment être traversées pour le cheminement des gaines techniques. Cela n'interdit pas la traversée horizontale ponctuelle du corps isolant, du moment que les aciers, butons et modules HTE ne sont pas modifiés. La découpe doit être minimale, propre et le trou doit être calfeutré avec un produit isolant après pose de la gaine afin de conserver les performances thermiques.

### 2.9.1.3. Utilisation avec prédalles

Les planchers à prédalles doivent être dimensionnés conformément aux prescriptions du Cahier 2892-V3 (mai 2020) ou au NF DTU 23.4 à compter de sa parution en remplacement du Cahier 2892\_V3. Des suspentes sont à prévoir au droit des rupteurs thermiques.

Lors de la pose de rupteurs types DF ou DB en cas de plancher à prédalles (le modèle Ki ne sont pas associés à de planchers avec prédalles), en plus des prescriptions données aux §2.9.1.4, et §2.9.1.5 qui dépendent du type de mur ; il convient de s'assurer que la contre-flèche des prédalles ne gêne en rien le positionnement horizontal des rupteurs.

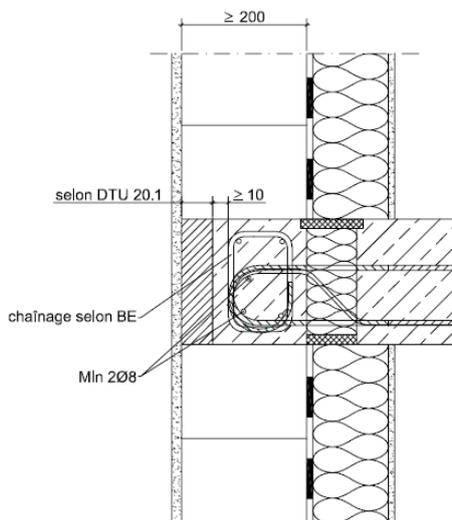
La cinématique de pose est la suivante :

- Etalement des prédalles (Il est à noter que, les prédalles ne reposant pas sur la rive (prédalle à 8 cm du mur de façade pour le modèle DF et 17 cm pour le modèle DB ; cf. détails d'utilisation des types DF et DB au §2.12.1), l'étalement doit être prévu en conséquence, en respectant les instructions du fabricant de prédalles). L'épaisseur maximale des prédalles, toutes tolérances épuisées, associées aux type DF (modèle DF) est égale à la  $H_{dalle} - 135\text{ mm}$ . L'épaisseur maximale des prédalles, toutes tolérances épuisées, associées aux type DB est égale à la  $H_{dalle} - CV - 109\text{ mm}$ .
- Pose des prédalles selon les instructions du fabricant, y compris dépliage des suspentes suivant la solution retenue ;
- Pose des rupteurs le long des prédalles ;
- Pose du ferrailage complémentaire ;
- Coulage du béton.

### 2.9.1.4. Utilisation sur maçonnerie de petits éléments

L'utilisation sur maçonnerie de petits éléments en béton ou en terre cuite est possible sous réserve d'un dimensionnement conforme aux règlements en vigueur (règles professionnelles, DTU, NF EN 1996...) et à l'Avis Technique du procédé de maçonnerie le cas échéant, et sous réserve du respect des exigences en termes de sécurité incendie du bâtiment considéré.

Le choix de l'épaisseur, du bloc linteau ou de la planelle doit prendre en compte l'encombrement et l'enrobage du chaînage et des boucles.



**Figure 5: Exemple de dimensionnement des planelles pour maçonnerie de petits éléments**

### 2.9.1.5. Utilisation sur Mur à Coffrage Intégré (MCI)

La conception et la mise en œuvre du procédé MCI doivent être menées conformément à l'Avis Technique du procédé MCI considéré. La jointure des panneaux devra donc se trouver –sauf justification explicite– au droit des planchers.

Son utilisation en combinaison avec des rupteurs de ponts thermiques RUTHERMA en ITI ne demande pas de prescriptions techniques particulières autres que celles données par le fabricant de MCI et spécifiques à son procédé.

La partie « chaînage » dans laquelle le rupteur vient s'ancrer doit impérativement être suffisante par rapport à l'encombrement de sa boucle. Ainsi, en cas de rives de dalles sans balcon, les rupteurs du type DF-VM (largeur de boucle 10 cm) sont préconisés, pour que les boucles du rupteur restent dans l'emprise de l'épaisseur peau intérieure + épaisseur du chaînage coulé sur place.

Pour un mur total de 16 cm avec une peau extérieure de 4,5 cm, il reste 11,5 cm de béton frais derrière le rupteur. La peau extérieure du MCI peut être utilisée comme coffrage de rive de la dalle.

La liaison de ce chaînage avec les armatures du voile devra être capable de diffuser l'intégralité des efforts.

Principe de mise en œuvre :

- Pose et stabilisation des panneaux suivant les recommandations du fabricant des MCI. La peau intérieure s'arrête en sous-face du plancher.
- Pose des prédalles ou du coffrage traditionnel sur étaie adapté.
- Mise en place des rupteurs thermiques suivant les recommandations de mise en œuvre SCHÖCK.
- Mise en place des aciers complémentaires, de continuité et de chaînages éventuels suivant BET.
- Coulage de la dalle - peut être effectué en même temps que la dernière levée du mur.

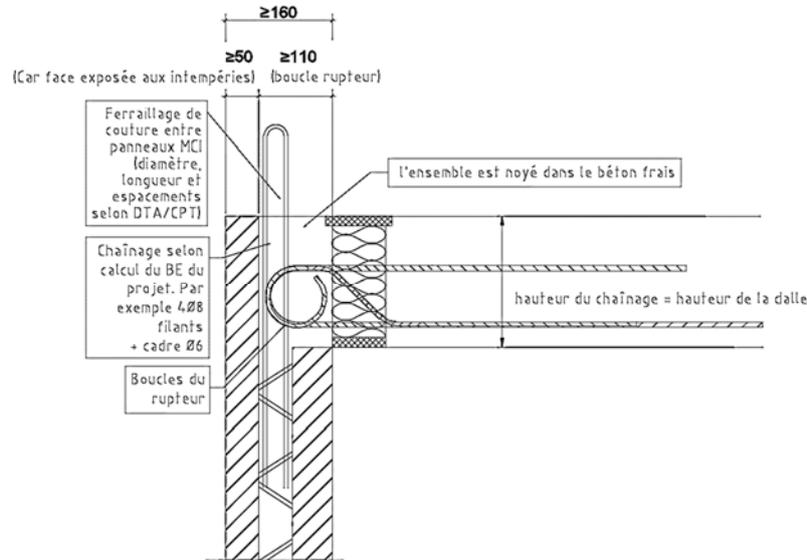


Figure 6 : Utilisation sur mur à coffrage intégré (MCI)

## 2.9.2. Prescriptions particulières de mise en œuvre du rupteur RF (cf. § 2.12.2)

### 2.9.2.1. Cas d'une façade en maçonnerie :

- Construire la façade en maçonnerie. Disposer, en même temps, les éléments RUTHERMA en ITI modèle RF à leur place, en les alignant et en fixant les armatures d'ancrage du côté façade sur la hauteur du refend.
- Coffrer le refend dans lequel se trouvent les éléments RUTERMA en ITI modèle RF.
- Couler le béton en veillant à la stabilité des parpaings, en les tenant aux banches par un bastaing placé du côté extérieur.

### 2.9.2.2. Cas d'une façade en béton :

- Coffrer les refends et monter les éléments RUTHERMA en ITI modèle RF en about du refend.
- Veiller à tenir les rupteurs en place en les liaisonnant aux armatures verticales et horizontales du refend.
- Couler le béton du refend en veillant à la position du rupteur.
- Fermer les banches de la façade après avoir ferraillé la façade.
- Couler le béton de la façade.

## 2.9.3. Prescriptions particulières de mise en œuvre du rupteur Ki (cf. § 2.12.2)

- Respecter les instructions de préparation, étaie, pose et ferraillage de la société Schöck ainsi que du BET Structure.
- Poser les armatures inférieures de la dalle intérieure. Prévoir des étriers de suspente de la dalle intérieure entre les armatures d'effort tranchant.
- Poser les modèles Ki en respectant la dénomination et le sens de pose matérialisé par les flèches (l'effort tranchant sort en partie basse côté dalle intérieure).
- Poser les armatures supérieures de recouvrement de la dalle intérieure.
- Ferraillage de la dalle balcon suivant les recommandations du BET Structure.
- Poser un acier filant en face des butons de compression.
- Ligaturer les aciers du lit supérieur avec ceux du rupteur en respectant l'enrobage demandé.
- Couler le béton en veillant à vibrer soigneusement des deux côtés de l'isolant.

## 2.9.4. Prescriptions particulières de mise en œuvre des modèles Ki/BH et Ki/HV

- Respecter les instructions de préparation, étaie, pose et ferraillage de la société Schöck ainsi que du BET Structure.
- Poser les armatures inférieures de la dalle intérieure. Prévoir des étriers de suspente de la dalle intérieure entre les armatures d'effort tranchant.
- Poser le chaînage préconisé par le bureau d'étude structure.

- Monter les éléments RUTHERA en ITI modèle Ki-BH / Ki-HV en respectant la dénomination et les flèches de pose (les aciers d'effort tranchant sortent en partie basse du côté intérieur)
- Poser les armatures supérieures de recouvrement de la dalle intérieure
- Ferrailage de la dalle balcon suivant les recommandations du BET Structure
- Poser un acier filant en face des butons de compression.
- Ligaturer les aciers du lit supérieur avec ceux du rupteur en respectant l'enrobage demandé.
- Couler le béton en veillant à vibrer soigneusement des deux côtés de l'isolant.

## 2.10. Résultats expérimentaux et études

### 2.10.1. Mécanique

- Essais de résistance à la compression des butons à calottes sphériques effectués par "l'Institut pour Massivbau et Bautechnologie" de l'Université de Karlsruhe (Décembre 1985).
- Essais de résistance des soudures entre les barres d'acier de qualités différentes : acier inoxydable V 4 A et acier béton BST 42 P/500 effectués par "Versuchsanstalt pour Stahl, Holz et Steine" de l'Université de Karlsruhe (Mars 1984).
- Procès-verbal d'étude Homologation pour appuis Isokorb® (appellation allemande du RUTHERMA®) béton à très haute résistance ; MPA Bau TU München; 14.05.2002.
- Procès-verbal d'expertise appuis Isokorb® en béton à haute résistance de la Sté Schöck; Prof. Heinz, TU München, 14.05.2002.
- Procès-verbal d'essai de déplacement avec appui en béton Schöck; MPA Stuttgart; 24.05.2002.
- Rapport d'expertise Modification et extension du brevet général délivré par le Service de Contrôle des Constructions Z-15.7-86.2 Elément Schöck- Isokorb® avec parlier de butée en béton (module HTE). Prof. Eibl + Partner GBR, Karlsruhe, 03.03.2003.
- Expertise concernant la demande d'extension du brevet de l'élément Schöck Isokorb® avec palier de poussée en béton Z-15.7-86.2 pour une application en corrélation avec la norme DIN 1045 ; Prof. Graubner, TU Darmstadt, 21.12.2004.
- Étude NECS – Justification de la résistance mécanique des rupteurs SCHÖCK RUTHERMA® sous diverses actions concomitantes – 11.2013.
- Étude NECS – Vérifications locales des rupteurs thermiques RUTHERMA : Justification par modélisation aux EF – Recommandations et prescriptions –2016.
- Étude NECS – Modélisation du comportement thermo-mécanique de deux bâtiments complexes (R+4 et R+9) en béton armé équipés de rupteurs thermiques – 05.2017 + rapport complémentaire – 07.2017
- Etude UPPA - Evaluation de l'impact des rupteurs sur le dimensionnement à l'ELS des bâtiments– 11.2020

### 2.10.2. Feu

Les rapports d'essai et appréciation de laboratoire disponibles sont listés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 2

Type	Rapport d'essai ou PV justificatif	Type d'isolation	Classement ou Equivalence
Ki/DB/D	RS06-167	Intérieure	REI 120*
RF	RS98-064	Intérieure	EI 120*
DF (Modèles DF et DF <sub>i</sub> )	RS07-075[7] + RS07-132[8] + AL16-037-V2	Intérieure	REI 120*

\*L'équivalent de classement revendiqué du rupteur est ainsi défini par le minimum des classements des éléments de structure (murs, planchers) à l'interface desquels il est incorporé, avec comme limite maximale REI120.

Les classements présentés ci-dessous sont valable pour :

- Planchers d'épaisseur 18 cm minimum
- Béton coulé en place, prédalles, prédalles BA ; prédalles précontraintes
- Façade béton ou maçonnerie

Exemple : pour un rupteur DF, connecté à une dalle revendiquant un classement REI120 et un mur revendiquant un classement REI90. Alors le rupteur DF revendique un classement REI90.

### 2.10.3. Acoustique

- Mesure d'isolement acoustique entre logements effectuée avec des essais acoustiques aux bruits aériens sur site du 9 août 2000 (Rapport Veritas REN 1B 000270T).
- Etude des performances acoustiques en transmission latérale de deux jonctions en T avec rupteur thermique effectué avec des essais acoustiques aux bruits impacts du 28 août 2000 (Etude CSTB N° ER 712.00 116).
- Mesure sur site de l'indice d'isolement acoustique  $D_{n,e}$  d'un rupteur thermique SCHÖCK RUTHERMA® type DF effectué avec des essais acoustiques aux bruits aériens du 31 mai 2001 (Etude CSTB N° ER 712.01 110).
- Note de calcul acoustique relative à l'insertion de rupteurs thermiques SCHÖCK dans un bâtiment avec façade en blocs de béton creux de 20 cm du 22 janvier 2002 (Note de calcul CSTB N° GA/2002-026/MV/BEA).

- Mesure simplifiée en laboratoire de l'isolement  $D_{n,e}$  d'un rupteur thermique SCHÖCK effectuée en mars 2002 (Etude CSTB N° ER 712.2002 106).
- Caractérisation acoustique des rupteurs SCHÖCK RUTHERMA® - Bureau d'étude acoustique GAMBA 22.08.2014.

#### **2.10.4. Thermique**

- Calcul des ponts thermiques de liaison : RAPPORT DIR/HTO 2013-294-RB/LS.
- Calcul des ponts thermiques de liaison : RAPPORT DEIS/HTO 2019-050-KZ/LB.
- Calcul des ponts thermiques de liaison : RAPPORT DEIS/HTO 2020-063-KZ/LB.
- Calcul des ponts thermiques de liaison : RAPPORT DEIS/HTO 2020-064-KZ/LB.
- Calcul des ponts thermiques de liaison : RAPPORT DEB/HTO 2020-067KZ/LB.

---

### **2.11. Références**

---

#### **2.11.1. Données Environnementales<sup>1</sup>**

Le Type de rupteur DF (modèles DF et DFi, ainsi que les variantes -VM) du procédé RUTHERMA en ITI font l'objet d'une Fiche de Déclaration Environnementale et Sanitaire (FDES) individuelle. Cette FDES a été établie le 10 Janvier 2019 et a fait l'objet et a fait l'objet d'une vérification par tierce partie indépendante selon l'arrêté du 31 août 2015 et est déposée sur le site : [www.inies.fr](http://www.inies.fr)

Les données issues des FDES ont notamment pour objet de servir au calcul des impacts environnementaux des ouvrages dans lesquels les procédés visés sont susceptibles d'être intégrés.

#### **2.11.2. Autres références**

Les composants RUTHERMA® sont commercialisés depuis 1983 en Allemagne et dans les autres pays sous l'appellation ISOKORB®. Ils sont sous Avis Technique dans de nombreux pays, leur utilisation est courante notamment en Allemagne, en Suisse, aux Pays-Bas, en Grande Bretagne, en Finlande, aux États-Unis, au Canada, en Russie, au Japon, aux Émirats Arabes, etc...

Le premier Avis Technique de SCHÖCK RUTHERMA® en France date de 1988 et depuis, les éléments RUTHERMA® sont largement diffusés. Ce ne sont pas moins de 800.000 éléments vendus en France.

---

<sup>1</sup> Non examiné par le Groupe Spécialisé dans le cadre de cet Avis

---

## **2.12. Annexes du Dossier Technique**

---

### **2.12.1. Annexe I : Modèles en ITI**

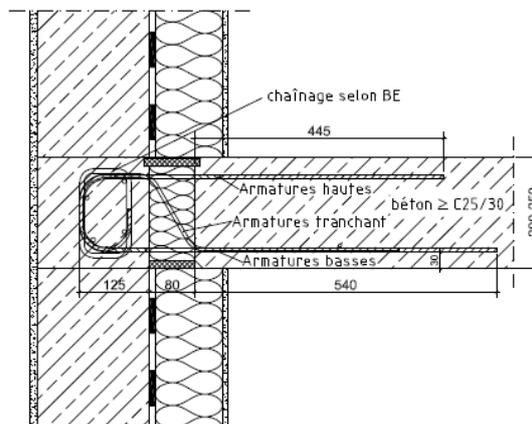
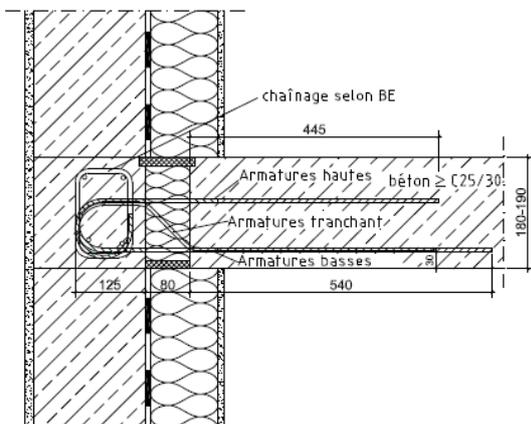
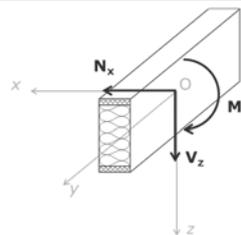
Les pages en Annexe I donnent des détails sur les modèles de rupteurs en isolation par l'intérieur. Toutes les valeurs données sont les valeurs de calcul ( $R_d$ ) au sens de la NF EN 1990.

## Type DF (modèles DF et DFi)

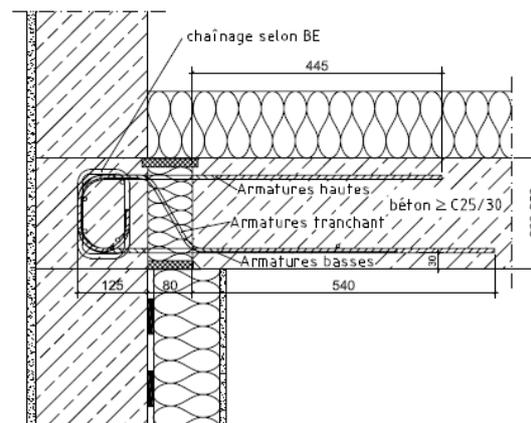
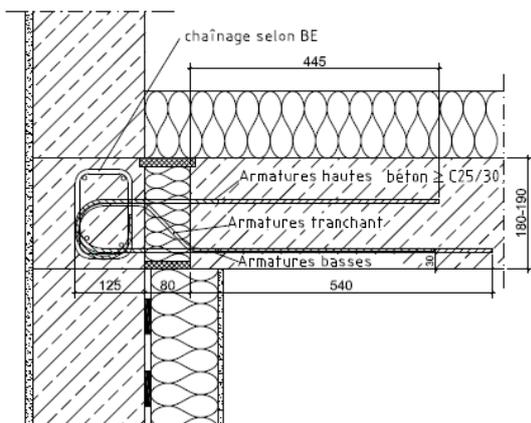
### Liaisons dalle-façade

Le type DF se compose de deux modèles suivant le type de dalle : le modèle DF pour les prédalles, et le modèle DFi pour les dalles coulées sur place.

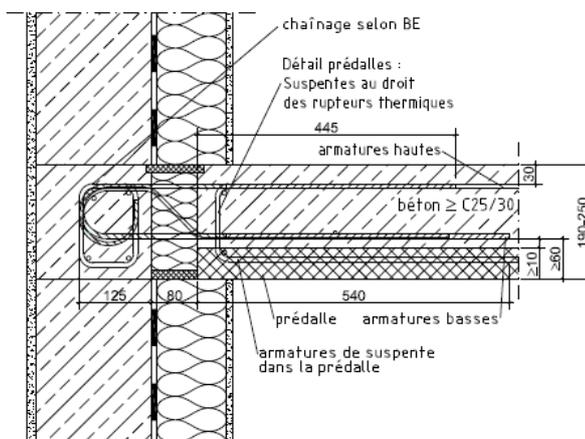
Le type DF est destiné à assurer la continuité linéique de l'isolation dans le plan vertical à la jonction de la dalle de plancher et du mur de façade/acrotère. Il permet de transmettre un moment fléchissant et des efforts tranchant depuis la dalle vers l'appui à l'aide d'armatures ancrées dans le mur par courbure et dans la dalle par scellement droit. Il est équipé de plaques silico-calcaires sans profilés PVC.



**Modèle DFi - Liaison en plancher intermédiaire<sup>1</sup>**



**Modèle DFi - Liaison en toiture-terrasse**

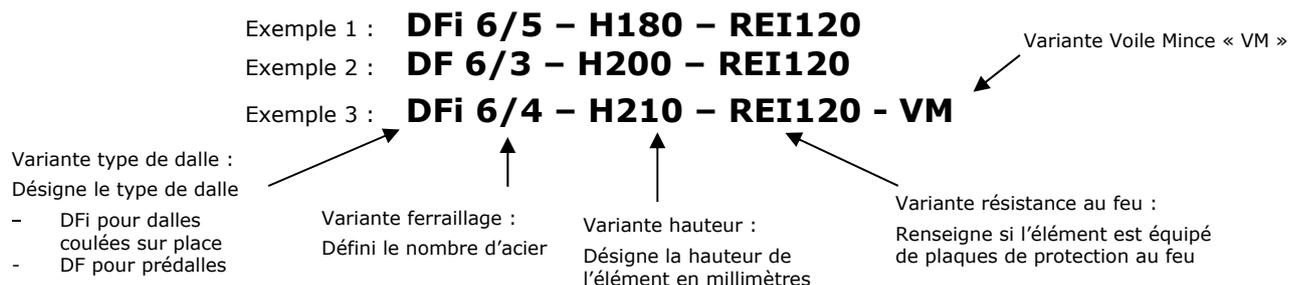


**Modèle DF (prédalle)**

L'épaisseur prédalle doit respecter  $\leq H_{dalle} - 130$  mm afin d'obtenir un espacement entre surface de prédalle et brin inférieur du rupteur, égal à 10 mm

**Nota :** Pour l'isolation de mur, voir les détails de mise en œuvre des ouvrages de plâtrerie donnés en Annexe IV (§2.12.4).

L'attention est attirée sur les suspentes à prévoir dans la prédalle, ainsi que sur les dimensions (de la prédalle) à réduire. Le modèle est nommé comme suit :



Valeurs résistantes pour un béton C25/30 :

		DF6/2 <sup>(1)</sup>	DF6/3	DF6/4	DF6/5	DF6/7	DF6/10
Longueur de l'élément		1 m	1 m	1 m	1 m	1 m	1 m
Armatures ancrées tendues		1Ø8	3Ø8	5Ø8	6Ø8	8Ø8	10Ø8
Armatures ancrées tranchant		2Ø6	3Ø6	4Ø6	5Ø6	7Ø6	10Ø6
Armatures ancrées comprimées		1Ø8	3Ø8	5Ø8	6Ø8	8Ø8	10Ø8
Résistance de calcul	$m_{y,Rd}$ pour $n_{x,Ed}=0$ [kN.m/ml]	± 1,9	± 5,6	± 9,4	± 11,2	± 15,0	± 18,7
	$m_{y,Rd}$ pour $n_{x,Ed} = n_{x,Rd}$ [kN.m/ml]	± 0,0	± 0,0	± 0,0	± 0,0	± 0,0	± 0,0
	$V_{z,Rd}$ [kN/ml]	+ 17,4	+ 26,1	+ 34,8	+ 43,5	+ 60,8	+ 86,9
	$n_{x,Rd}$ [kN/ml]	± 43,0	± 129,1	± 215,1	± 258,1	± 344,2	± 430,2

(Pour des valeurs intermédiaires de  $n_{x,Ed}$ ,  $m_{y,Rd}$  peut être calculé par interpolation linéaire)

<sup>(1)</sup> le modèle DF6/2 est placé au niveau des appuis dans le sens non-porteur des abouts de dalle. Les rupteurs DFi6/2 utilisés dans le sens non porteur du plancher doivent être dimensionnés pour équilibrer 30 % de l'effort tranchant sollicitant dans le sens porteur.

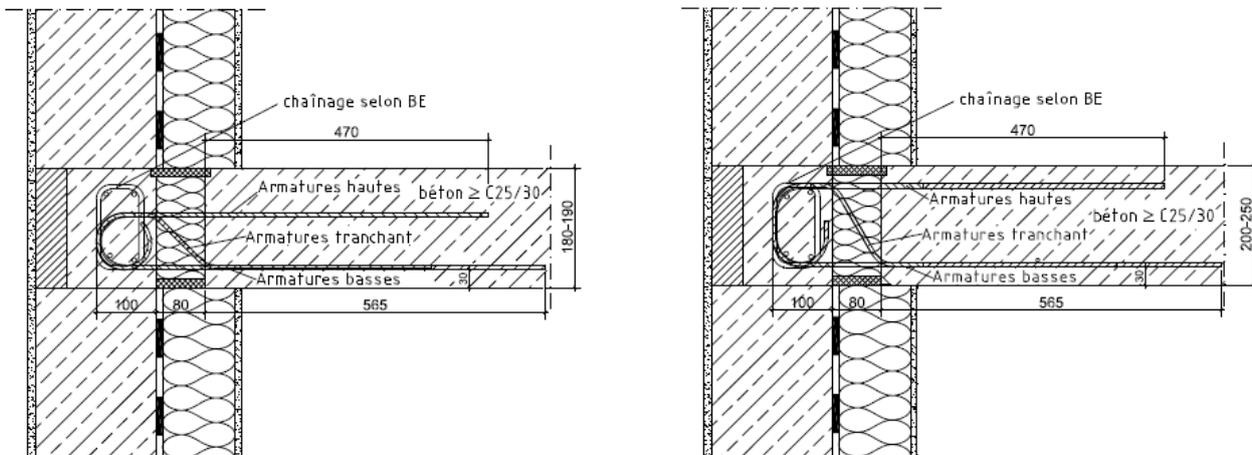
		DFi6/2(1)		DFi6/3		DFi6/4		DFi6/5		DFi6/7		DFi6/10	
Longueur de l'élément		1 m		1 m		1 m		1 m		1 m		1 m	
Armatures ancrées tendues		1Ø8		3Ø8		3Ø8		5Ø8		7Ø8		9Ø8	
Armatures ancrées tranchant		2Ø6		3Ø6		4Ø6		5Ø6		7Ø6		10Ø6	
Armatures ancrées comprimées		1Ø8		3Ø8		3Ø8		5Ø8		7Ø8		9Ø8	
Hauteur de l'élément H [mm]		<200	≥200	<200	≥200	<200	≥200	<200	≥200	<200	≥200	<200	≥200
Résistance de calcul	$m_{y,Rd}$ pour $n_{x,Ed}=0$ [kN.m/ml]	± 1,9	± 2,8	± 5,6	± 8,5	± 5,6	± 8,5	± 9,4	± 14,2	± 13,1	± 19,9	± 16,8	± 25,6
	$m_{y,Rd}$ pour $n_{x,Ed} = n_{x,Rd}$ [kN.m/ml]	± 0,0	± 0,0	± 0,0	± 0,0	± 0,0	± 0,0	± 0,0	± 0,0	± 0,0	± 0,0	± 0,0	± 0,0
	$V_{z,Rd}$ [kN/ml]	+ 17,4	+ 21,3	+ 26,1	+ 31,9	+ 34,8	+ 42,6	+ 43,5	+ 53,2	+ 60,8	+ 74,5	+ 86,9	+ 106,5
	$n_{x,Rd}$ [kN/ml]	± 43,0	± 43,0	± 129,1	± 129,1	± 129,1	± 129,1	± 215,1	± 215,1	± 301,1	± 301,1	± 387,2	± 387,2

(Pour des valeurs intermédiaires de  $n_{x,Ed}$ ,  $m_{y,Rd}$  peut être calculé par interpolation linéaire)

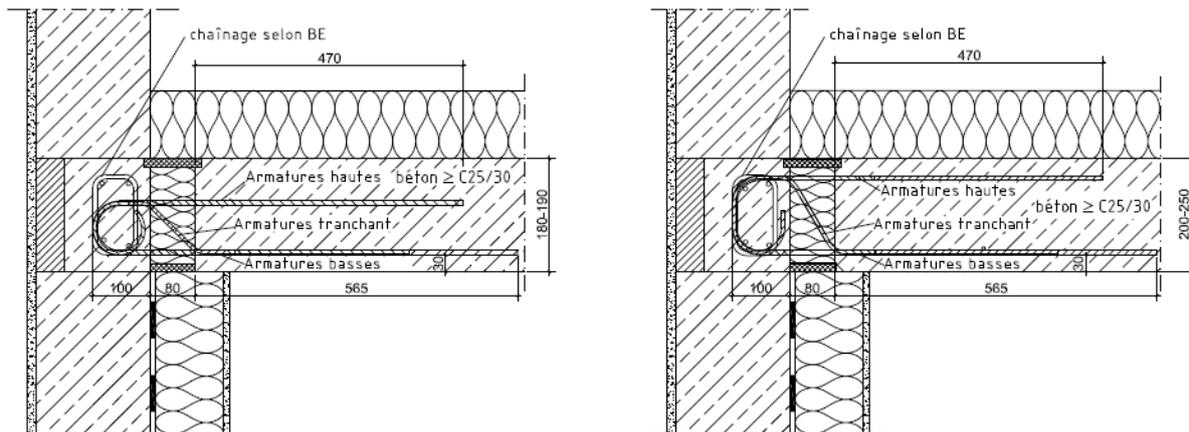
<sup>(1)</sup> le modèle DFi6/2 est placé au niveau des appuis dans le sens non-porteur des abouts de dalle. Les rupteurs DFi6/2 utilisés dans le sens non porteur du plancher doivent être dimensionnés pour équilibrer 30 % de l'effort tranchant sollicitant dans le sens porteur.

Variantes possibles du type DF :

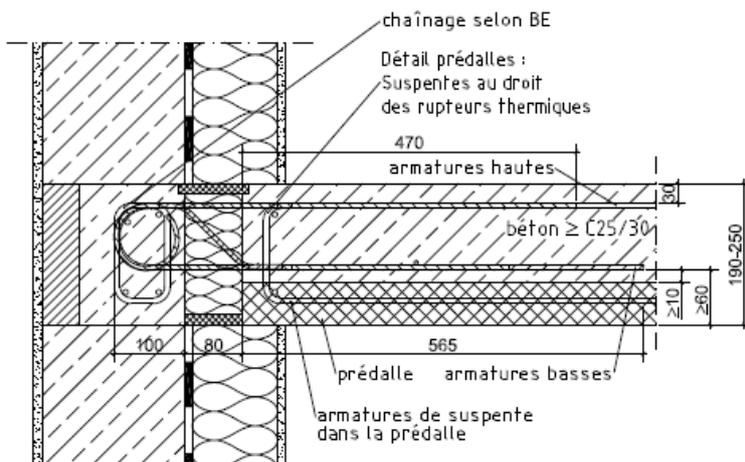
**Variante VM** pour situations où l'encombrement de la boucle doit être réduit (présence de planelle) :



**Modèle DFi-VM - Liaison en plancher intermédiaire**



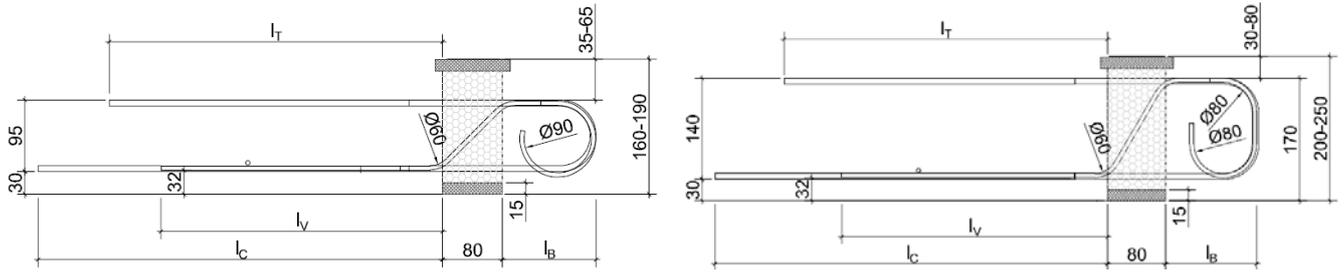
**Modèle DFi-VM - Liaison en toiture-terrasse**



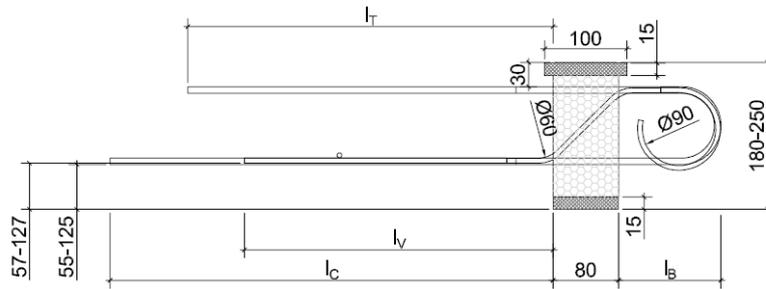
**Modèle DF-VM (prédalle)**

L'épaisseur prédalle doit respecter  $\leq H_{dalle} - 130$  mm afin d'obtenir un espacement entre surface de prédalle et brin inférieur du rupteur, égal à 10 mm

Vues de détail :

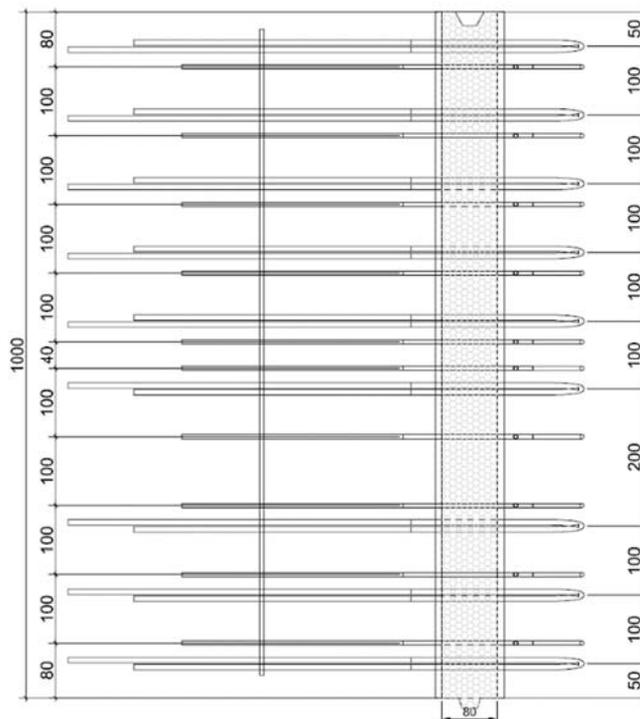


*DFi H160-190 et DFi H200-250 - planchers en béton coulé sur place*



*DF- prédalles*

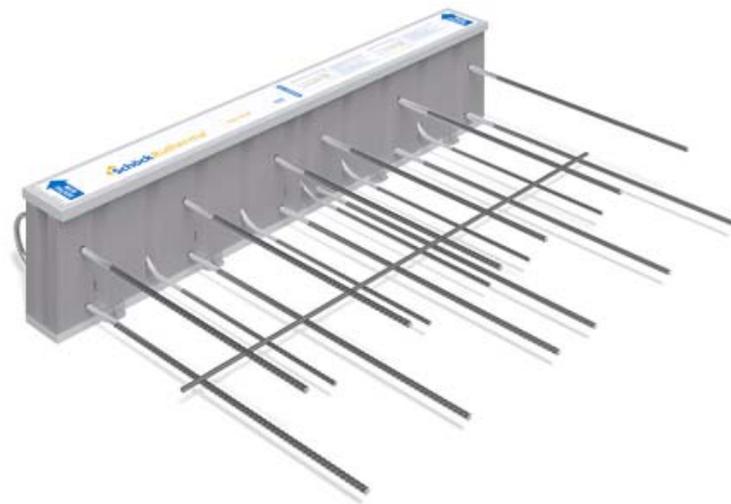
Longueurs minimales	DF/DFi	Variante VM
$l_T$ (mm)	445	470
$l_C$ (mm)	540	565
$l_V$ (mm)	365	390
$l_B$ (mm)	125	100



*Entraxes des barres (Exemple DFi 6/10)*



*Encoche dans l'isolant des rupteurs D, DF, DFi, DB*

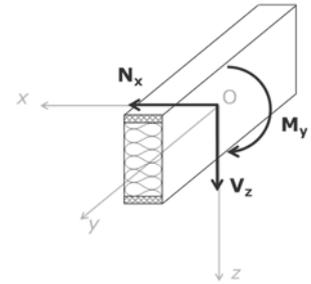


*Vue complète du Type DF (Exemple : DF 6/5)*

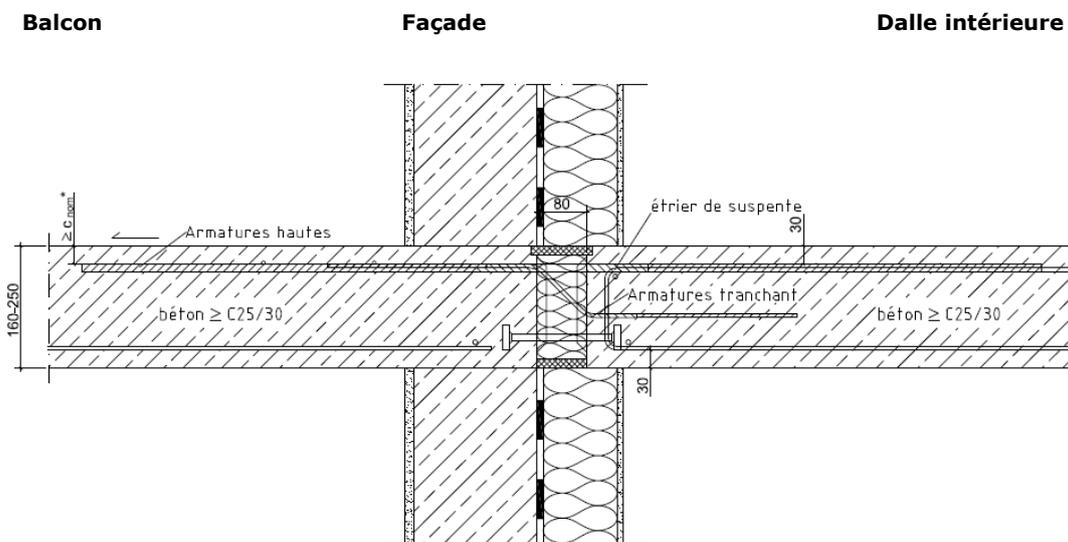
## Type DB

### Liaisons dalle-façade avec balcon

Le type DB est destiné à assurer la continuité linéique de l'isolation dans le plan vertical à la jonction de la dalle de plancher et du mur de façade/acrotère lorsqu'un élément en porte-à-faux (balcon ou casquette) vient s'ancrer. Il permet de transmettre un moment fléchissant négatif et des efforts tranchant depuis la dalle vers l'appui ainsi que des efforts de traction/compression. Les armatures de compression sont constituées de butons acier. Il est équipé de plaques silico-calcaires sans profilés PVC.

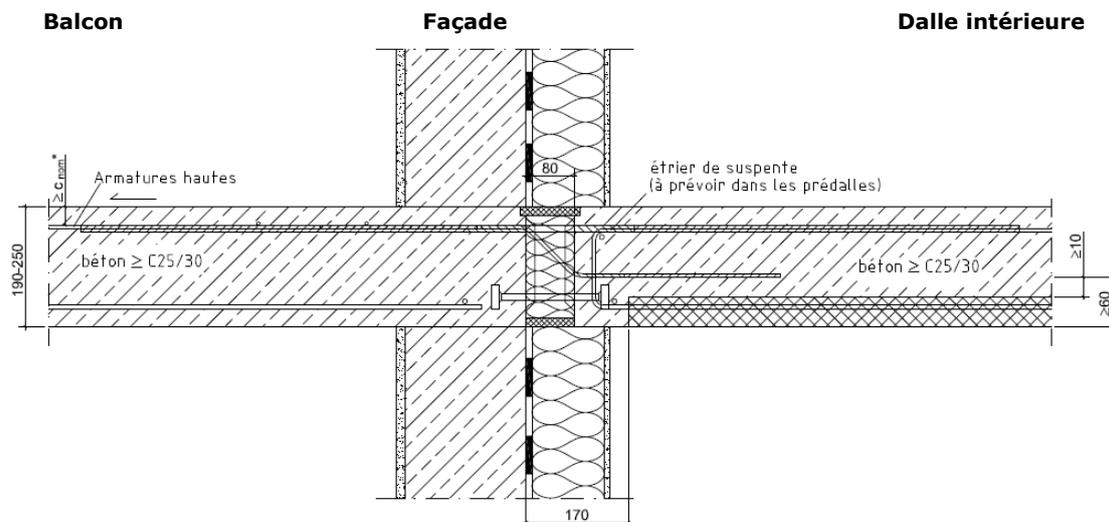


#### Utilisation en dalle coulée sur place :



\*  $c_{nom}$  selon la NF EN 1992-1-1 NF EN 206/CN et leurs annexes nationales. Exemple, pour un bâtiment de classe structurale C4, une classe d'exposition XC4, et un béton C25/30 sans traitement d'étanchéité,  $c_{nom} = 40$  mm. En cas de présence d'une solution d'étanchéité, pour déterminer l'épaisseur minimale de l'enrobage, une classe d'exposition XC1 peut être considérée.

#### Utilisation en dalle sur prédalle :



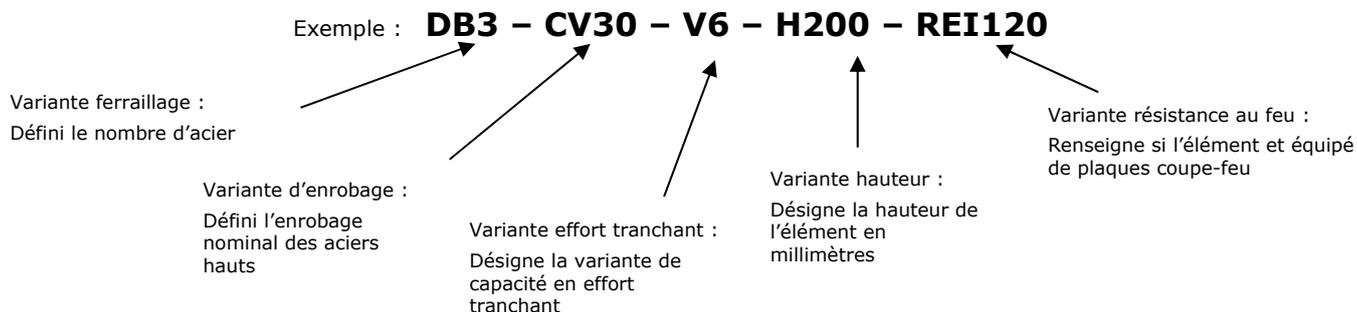
\*  $c_{nom}$  selon la NF EN 1992-1-1 et son annexe nationale. Exemple, pour un bâtiment de classe structurale C4, une classe d'exposition XC4, et un béton C25/30 sans traitement d'étanchéité,  $c_{nom} = 40$  mm. En cas de présence d'une solution d'étanchéité, pour déterminer l'épaisseur minimale de l'enrobage, une classe d'exposition XC1 peut être considérée.

L'épaisseur prédalle doit respecter  $\leq H_{dalle} - CV - 109$  mm afin d'obtenir un espacement entre surface de prédalle et brin inférieur du rupteur, égal à 10 mm

L'attention est attirée sur les suspentes à prévoir dans la prédalle, ainsi que sur les dimensions (de la prédalle) à réduire. Pour ce modèle, des suspentes sont également à prévoir en cas de dalle coulée sur place.

Pour ce modèle, il y a également lieu de veiller à ce que les butons de compression soient pris dans le béton frais.

Le modèle est nommé comme suit :



**Valeurs résistantes pour un béton C25/30 :**

Les valeurs résistantes dépendent des aciers, de l'enrobage et de la hauteur de l'élément

		SCHÖCK RUTHERMA			
		DB1	DB2	DB3	DB4
Longueur de l'élément		1m	1m	1m	1m
Armatures ancrées tendues		5Ø12	8Ø12	10Ø12	12Ø12
Butons comprimés		5Ø12	8Ø12	10Ø12	12Ø12
Moment résistant de calcul enrobage 30 mm (CV30)  [m <sub>y,Rd</sub> en kN.m/ml pour n <sub>x,Ed</sub> = 0 et pour n <sub>x,Ed</sub> = n <sub>x,Rd</sub> ]	H160	-18,2 / -0,0	-29,1 / -0,0	-36,4 / -0,0	-43,7 / -0,0
	H170	-20,7 / -0,0	-33,0 / -0,0	-41,3 / -0,0	-49,6 / -0,0
	H180	-23,1 / -0,0	-37,0 / -0,0	-46,2 / -0,0	-55,5 / -0,0
	H190	-25,6 / -0,0	-40,9 / -0,0	-51,1 / -0,0	-61,4 / -0,0
	H200	-28,0 / -0,0	-44,8 / -0,0	-56,1 / -0,0	-67,3 / -0,0
	H210	-30,5 / -0,0	-48,8 / -0,0	-61,0 / -0,0	-73,2 / -0,0
	H220	-32,9 / -0,0	-52,7 / -0,0	-65,9 / -0,0	-79,1 / -0,0
	H230	-35,4 / -0,0	-56,6 / -0,0	-70,8 / -0,0	-85,0 / -0,0
	H240	-37,9 / -0,0	-60,6 / -0,0	-75,7 / -0,0	-90,9 / -0,0
	H250	-40,3 / -0,0	-64,5 / -0,0	-80,6 / -0,0	-96,8 / -0,0
Moment résistant de calcul enrobage 50 mm* (CV50)  [m <sub>y,Rd</sub> en kN.m/ml pour n <sub>x,Ed</sub> = 0 et pour n <sub>x,Ed</sub> = n <sub>x,Rd</sub> ]	H160	-13,3 / -0,0	-21,2 / -0,0	-26,6 / -0,0	-31,9 / -0,0
	H170	-15,7 / -0,0	-25,2 / -0,0	-31,5 / -0,0	-37,8 / -0,0
	H180	-18,2 / -0,0	-29,1 / -0,0	-36,4 / -0,0	-43,7 / -0,0
	H190	-20,7 / -0,0	-33,0 / -0,0	-41,3 / -0,0	-49,6 / -0,0
	H200	-23,1 / -0,0	-37,0 / -0,0	-46,2 / -0,0	-55,5 / -0,0
	H210	-25,6 / -0,0	-40,9 / -0,0	-51,1 / -0,0	-61,4 / -0,0
	H220	-28,0 / -0,0	-44,8 / -0,0	-56,1 / -0,0	-67,3 / -0,0
	H230	-30,5 / -0,0	-48,8 / -0,0	-61,0 / -0,0	-73,2 / -0,0
	H240	-32,9 / -0,0	-52,7 / -0,0	-65,9 / -0,0	-79,1 / -0,0
	H250	-35,4 / -0,0	-56,6 / -0,0	-70,8 / -0,0	-85,0 / -0,0
Effort tranchant résistant de calcul  [V <sub>z,Rd</sub> en kN/ml]	V6	4Ø6 +34,8	6Ø6 +52,2	6Ø6 +52,2	6Ø6 +52,2
	V8	4Ø8 +61,8	6Ø8 +92,7	6Ø8 +92,7	6Ø8 +92,7
	V10	4Ø10 +90,4	6Ø10 +135,5	6Ø10 +135,5	6Ø10 +135,5
Effort normal résistant de calcul [n <sub>x,Rd</sub> kN/ml]		±245,9	±393,4	±491,7	±590,1

\* Enrobage supérieur à 30 mm et au plus égal à 50 mm

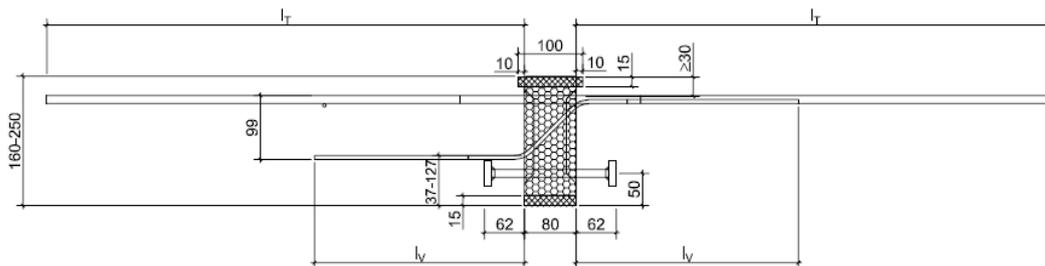
(Pour des valeurs intermédiaires de n<sub>x,Ed</sub>, m<sub>y,Rd</sub> peut être calculé par interpolation linéaire)

Les valeurs de rigidité rotationnelle  $K_{\theta}$  sécante (N.m/rad) présentées dans les tableaux ci-dessous correspondent à l'état limite de service, estimées à 2/3 du moment résistant ELU. Elles sont utilisées lors du le calcul des flèches complémentaires en cas des ouvertures conformément au § 2.8.1.4.3 du Dossier Technique :

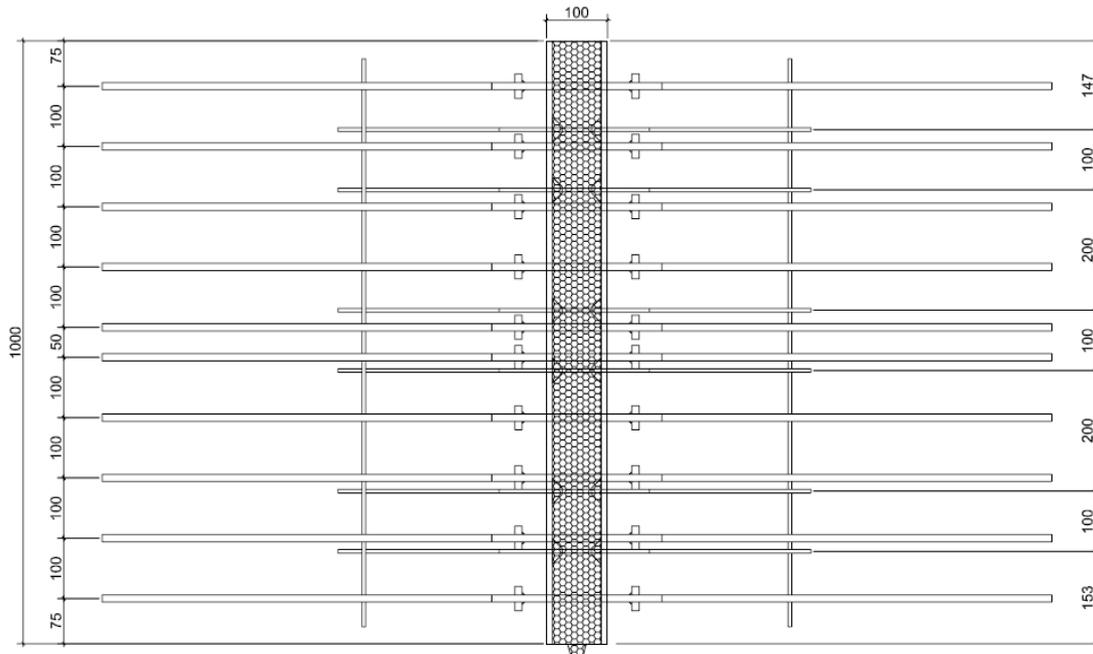
H [mm]	DB1-CV30-...	DB2-CV30-...	DB3-CV30-...	DB4-CV30-...
160	5,37E+06	7,87E+06	9,09E+06	9,89E+06
170	5,42E+06	7,93E+06	9,24E+06	1,01E+07
180	5,53E+06	8,08E+06	9,49E+06	1,05E+07
190	5,66E+06	8,23E+06	9,74E+06	1,09E+07
200	5,89E+06	8,55E+06	1,02E+07	1,15E+07
210	6,10E+06	8,82E+06	1,06E+07	1,20E+07
220	6,45E+06	9,28E+06	1,12E+07	1,27E+07
230	6,81E+06	9,76E+06	1,18E+07	1,35E+07
240	7,21E+06	1,03E+07	1,25E+07	1,44E+07
250	7,66E+06	1,09E+07	1,33E+07	1,53E+07

H [mm]	DB1-CV50-...	DB2-CV50-...	DB3-CV50-...	DB4-CV50-...
160	-	-	-	-
170	5,26E+06	7,69E+06	8,87E+06	9,63E+06
180	5,38E+06	7,86E+06	9,08E+06	9,86E+06
190	5,42E+06	7,92E+06	9,21E+06	1,01E+07
200	5,54E+06	8,07E+06	9,47E+06	1,05E+07
210	5,66E+06	8,22E+06	9,72E+06	1,08E+07
220	5,89E+06	8,53E+06	1,02E+07	1,14E+07
230	6,10E+06	8,81E+06	1,06E+07	1,19E+07
240	6,46E+06	9,28E+06	1,12E+07	1,27E+07
250	6,80E+06	9,74E+06	1,18E+07	1,34E+07

Vues de détail :



Longueurs minimales	DB1	DB2	DB3	DB4
$l_T$ (mm)	740	740	740	740
Longueurs minimales	V6	V8	V10	
$l_V$ (mm)	344	437	516	



*Entraxes des barres (Exemple : DB3)*

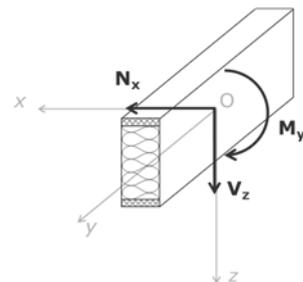


*Vue complète du Type DB (Exemple : DB3)*

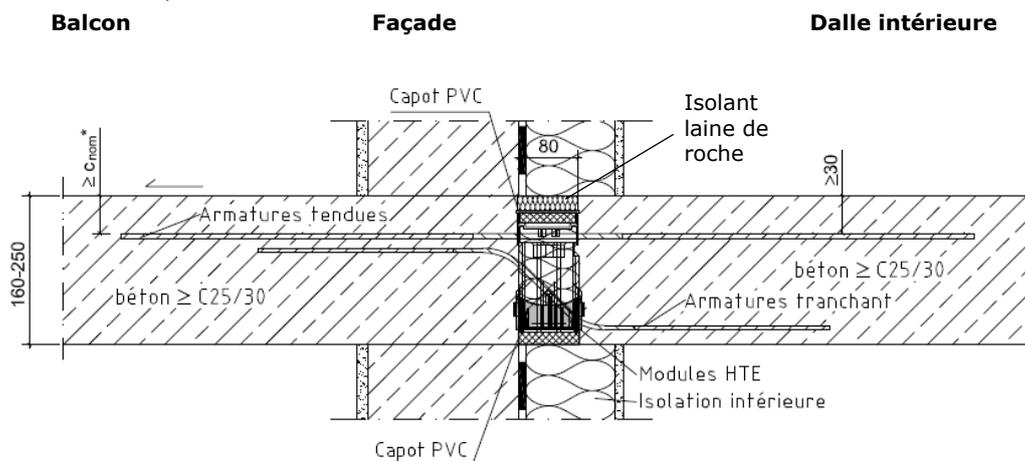
## Type Ki

### Liaisons dalle-façade avec balcon

Le type Ki est destiné à assurer la continuité linéique de l'isolation dans le plan vertical à la jonction de la dalle de plancher et du mur de façade/acrotère lorsqu'un élément en porte-à-faux (balcon ou casquette) vient s'ancrer. Il permet de transmettre un moment fléchissant négatif et des efforts tranchant depuis la dalle vers l'appui ainsi que des efforts de traction/compression. Les armatures de compression sont constituées de modules de compression HTE. Il est équipé de plaques silico-calcaires avec profilés PVC.



Utilisation en dalle coulée sur place :



\*  $c_{nom}$  selon la NF EN 1992-1-1 et son annexe nationale. Exemple, pour un bâtiment de classe structurale C4, une classe d'exposition XC4, et un béton C25/30 sans traitement d'étanchéité,  $c_{nom} = 40$  mm. En cas de présence d'une solution d'étanchéité, pour déterminer l'épaisseur minimale de l'enrobage, une classe d'exposition XC1 peut être considérée.

Pour ce modèle, il y a également lieu de veiller à ce que les butons de compression soient pris dans le béton frais. Le modèle est nommé comme suit :

Exemple : **Ki50 - CV50 - V6 - H200 - REI120**

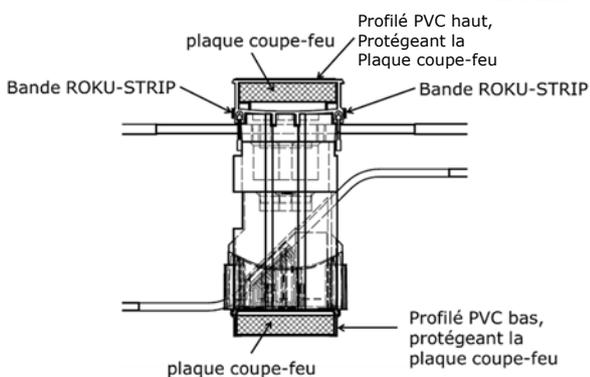
Variante ferrailage :  
Défini le nombre d'acier

Variante d'enrobage :  
Défini l'enrobage nominale des aciers hauts

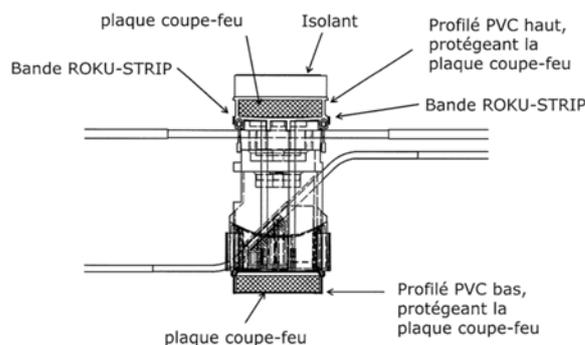
Variante effort tranchant :  
Désigne la variante de capacité en effort tranchant

Variante hauteur :  
Désigne la hauteur de l'élément en millimètres

Variante résistance au feu :  
Renseigne si l'élément et équipé de plaques coupe-feu + isolant laine de roche (conformément à l'AL16-037\_V2



(a) Ki-CV35



(b) Ki-CV50

**Détail des modèles Ki-CV35 et Ki-CV50**

**Valeurs résistantes pour un béton C25/30 :**

Les valeurs résistantes dépendent des aciers, de l'enrobage et de la hauteur de l'élément

		SCHÖCK RUTHERMA				
		Ki30	Ki50	Ki55	Ki60	Ki90
Longueur de l'élément		1 m	1 m	1 m	1 m	1 m
Armatures ancrées tendues		12Ø8	16Ø8	9Ø12	10Ø12	12Ø12
Modules HTE comprimés		8	10	13 <sup>(1)</sup>	14 <sup>(2)</sup>	17 <sup>(3)</sup>
Etriers spéciaux				4	4	4
Moment résistant de calcul enrobage 35 mm (CV35)  [ $m_{y,Rd}$ en kN.m/ml pour $n_{x,Ed} = 0$ et pour $n_{x,Ed} = n_{x,Rd}$ ]	H160	-21,8 / -0,0	-28,6 / -0,5	-33,5 / -1,4	-36,1 / -2,7	-43,8 / -2,7
	H170	-24,4 / -0,0	-32,0 / -0,5	-37,6 / -1,5	-40,5 / -3,0	-49,2 / -3,0
	H180	-27,0 / -0,0	-35,4 / -0,6	-41,8 / -1,7	-45,0 / -3,3	-54,6 / -3,3
	H190	-29,6 / -0,0	-38,9 / -0,6	-45,9 / -1,9	-49,4 / -3,7	-60,0 / -3,7
	H200	-32,3 / -0,0	-42,3 / -0,7	-50,0 / -2,0	-53,9 / -4,0	-65,4 / -4,0
	H210	-34,9 / -0,0	-45,8 / -0,8	-54,2 / -2,2	-58,3 / -4,3	-70,8 / -4,3
	H220	-37,5 / -0,0	-49,2 / -0,8	-58,3 / -2,4	-62,8 / -4,6	-76,2 / -4,7
	H230	-40,1 / -0,0	-52,6 / -0,9	-62,4 / -2,6	-67,2 / -5,0	-81,6 / -5,0
	H240	-42,8 / -0,0	-56,1 / -0,9	-66,6 / -2,7	-71,7 / -5,3	-87,0 / -5,3
H250	-45,4 / -0,0	-59,5 / -1,0	-70,7 / -2,9	-76,1 / -5,6	-92,4 / -5,7	
Moment résistant de calcul enrobage 50 mm (CV50)  [ $m_{y,Rd}$ en kN.m/ml pour $n_{x,Ed} = 0$ et pour $n_{x,Ed} = n_{x,Rd}$ ]	H160	-17,8 / -0,0	-23,4 / -0,4	-27,3 / -1,1	-29,4 / -2,2	-35,7 / -2,2
	H170	-20,5 / -0,0	-26,8 / -0,4	-31,4 / -1,3	-33,8 / -2,5	-41,1 / -2,5
	H180	-23,1 / -0,0	-30,3 / -0,5	-35,6 / -1,5	-38,3 / -2,8	-46,5 / -2,9
	H190	-25,7 / -0,0	-33,7 / -0,6	-39,7 / -1,6	-42,7 / -3,2	-51,9 / -3,2
	H200	-28,3 / -0,0	-37,2 / -0,6	-43,8 / -1,8	-47,2 / -3,5	-57,3 / -3,5
	H210	-31,0 / -0,0	-40,6 / -0,7	-48,0 / -2,0	-51,6 / -3,8	-62,7 / -3,8
	H220	-33,6 / -0,0	-44,0 / -0,7	-52,1 / -2,1	-56,1 / -4,1	-68,1 / -4,2
	H230	-36,2 / -0,0	-47,5 / -0,8	-56,2 / -2,3	-60,6 / -4,5	-73,5 / -4,5
	H240	-38,8 / -0,0	-50,9 / -0,8	-60,4 / -2,5	-65,0 / -4,8	-78,9 / -4,8
H250	-41,4 / -0,0	-54,4 / -0,9	-64,5 / -2,6	-69,5 / -5,1	-84,3 / -5,2	
Effort tranchant résistant de calcul  [ $V_{z,Rd}$ en kN/ml]	V6	6Ø6	6Ø6	6Ø6	6Ø6	6Ø6
		+52,2	+52,2	+52,2	+52,2	+52,2
	V8	8Ø6	8Ø6	8Ø6	8Ø6	8Ø6
V10	+69,5	+69,5	+69,5	+69,5	+69,5	
	10Ø6	10Ø6	10Ø6	10Ø6	10Ø6	
+86,9	+86,9	+86,9	+86,9	+86,9		
Effort normal résistant de calcul  [ $n_{x,Rd}$ kN/ml]		±262,3	±344,0	±413,4	±445,2	±540,6

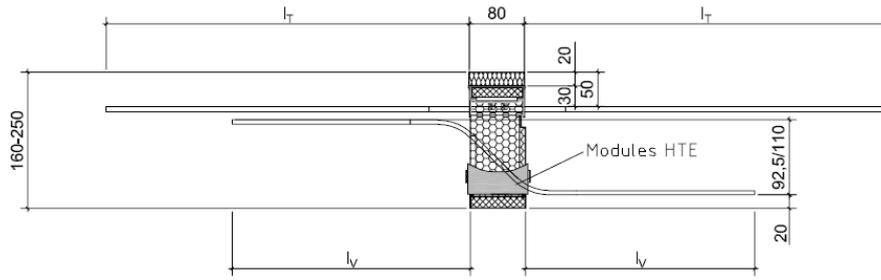
(Pour des valeurs intermédiaires de  $n_{x,Ed}$ ,  $m_{y,Rd}$  peut être calculé par interpolation linéaire)<sup>(1)</sup> Ki55 - V10 : 14 modules<sup>(2)</sup> Ki60 - V8 et Ki60 - V10 : 15 modules<sup>(3)</sup> Ki90 - V8 et Ki90 - V10 : 18 modules

Les valeurs de rigidité rotationnelle  $K_{\theta}$  sécante (N.m/rad) présentées dans les tableaux ci-dessous correspondent à l'état limite de service, estimées à 2/3 du moment résistant ELU. Elles sont utilisées lors du le calcul des flèches complémentaires en cas des ouvertures conformément au § 2.8.1.4.3 du Dossier Technique :

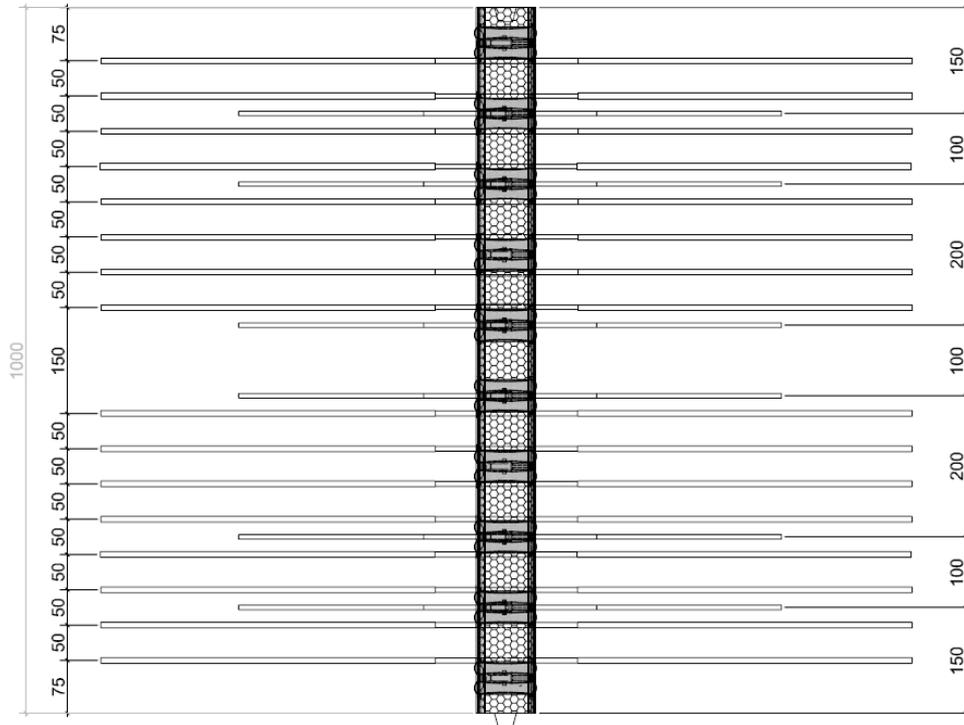
H [mm]	KI30-CV35-...	KI50-CV35-...	KI55-CV35-...	KI60-CV35-...	KI90-CV35-...
<b>160</b>	9,28E+06	1,11E+07	1,23E+07	1,36E+07	1,34E+07
<b>170</b>	9,39E+06	1,12E+07	1,25E+07	1,38E+07	1,38E+07
<b>180</b>	9,52E+06	1,14E+07	1,28E+07	1,41E+07	1,43E+07
<b>190</b>	9,77E+06	1,17E+07	1,32E+07	1,46E+07	1,48E+07
<b>200</b>	1,01E+07	1,21E+07	1,37E+07	1,52E+07	1,56E+07
<b>210</b>	1,05E+07	1,25E+07	1,44E+07	1,58E+07	1,64E+07
<b>220</b>	1,09E+07	1,29E+07	1,49E+07	1,65E+07	1,71E+07
<b>230</b>	1,16E+07	1,37E+07	1,59E+07	1,75E+07	1,83E+07
<b>240</b>	1,22E+07	1,43E+07	1,67E+07	1,84E+07	1,93E+07
<b>250</b>	1,31E+07	1,52E+07	1,78E+07	1,97E+07	2,07E+07

H [mm]	KI30-CV50-...	KI50-CV50-...	KI55-CV50-...	KI60-CV50-...	KI90-CV50-...
<b>160</b>	-	-	-	-	-
<b>170</b>	9,15E+06	1,10E+07	1,21E+07	1,34E+07	1,33E+07
<b>180</b>	9,35E+06	1,12E+07	1,24E+07	1,37E+07	1,37E+07
<b>190</b>	9,43E+06	1,13E+07	1,26E+07	1,39E+07	1,40E+07
<b>200</b>	9,63E+06	1,15E+07	1,30E+07	1,43E+07	1,45E+07
<b>210</b>	9,84E+06	1,17E+07	1,33E+07	1,47E+07	1,50E+07
<b>220</b>	1,02E+07	1,22E+07	1,39E+07	1,53E+07	1,58E+07
<b>230</b>	1,06E+07	1,26E+07	1,44E+07	1,59E+07	1,65E+07
<b>240</b>	1,12E+07	1,32E+07	1,53E+07	1,69E+07	1,76E+07
<b>250</b>	1,18E+07	1,39E+07	1,61E+07	1,78E+07	1,86E+07

**Vues de détail :**



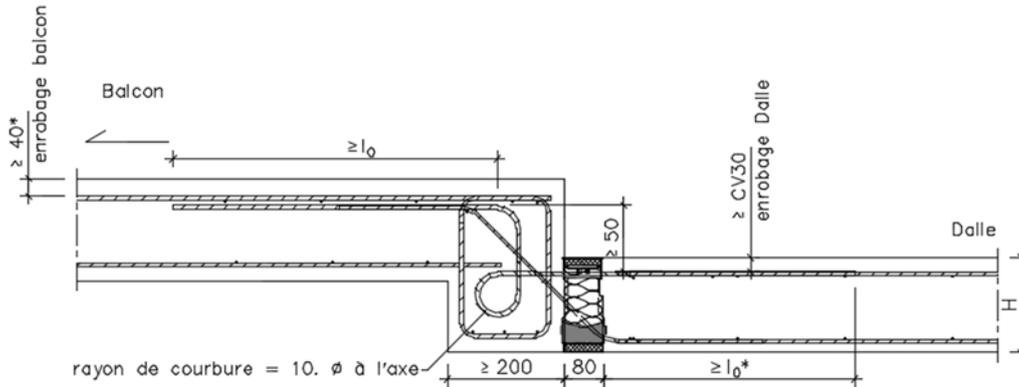
Longueurs minimales	Ki30	Ki50	Ki55	Ki60	Ki90
$l_T$ (mm)	530	530	775	775	775
Longueurs minimales	V6	V8	V10		
$l_V$ (mm)	338	338	338		



*Entraxes des barres (Exemple : Ki50)*

**Autres variantes possibles du type Ki :**

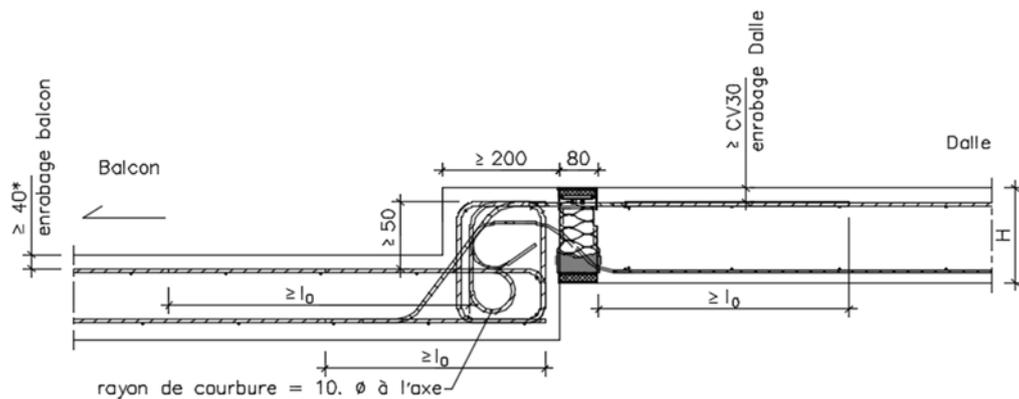
**Variante HV** pour situations où le balcon présente un décalage  $\Delta h$  vers le haut avec la dalle intérieure ( $5 \text{ cm} \leq \Delta h \leq 30 \text{ cm}$ ).



$l_0$  = longueur de recouvrement (selon NF EN 1992-1-1 et son AN)

\*  $c_{nom}$  selon la NF EN 1992-1-1 NF EN 206/CN et leurs annexes nationales. Exemple, pour un bâtiment de classe structurale C4, une classe d'exposition XC4, et un béton C25/30 sans traitement d'étanchéité,  $c_{nom} = 40 \text{ mm}$ . En cas de présence d'une solution d'étanchéité, pour déterminer l'épaisseur minimale de l'enrobage, une classe d'exposition XC1 peut être considérée.

**Variante BH** pour situations où le balcon présente un décalage  $\Delta h$  vers le bas avec la dalle intérieure ( $5 \text{ cm} \leq \Delta h \leq 30 \text{ cm}$ ).



$l_0$  = longueur de recouvrement (selon NF EN 1992-1-1 et son AN)

\*  $c_{nom}$  selon la NF EN 1992-1-1 NF EN 206/CN et leurs annexes nationales. Exemple, pour un bâtiment de classe structurale C4, une classe d'exposition XC4, et un béton C25/30 sans traitement d'étanchéité,  $c_{nom} = 40 \text{ mm}$ . En cas de présence d'une solution d'étanchéité, pour déterminer l'épaisseur minimale de l'enrobage, une classe d'exposition XC1 peut être considérée.

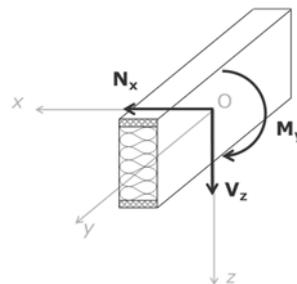


**Vue complète du type Ki (Exemple : Modèle Ki 30)**

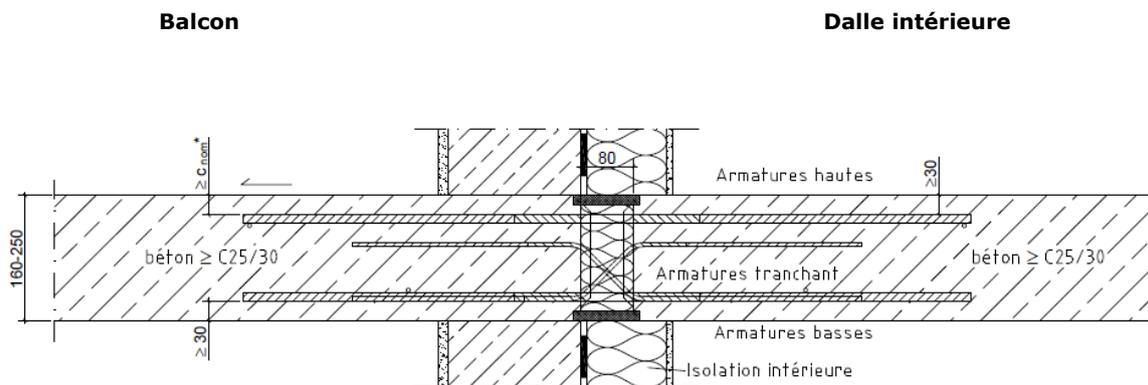
## Type D<sup>1</sup>

### Liaisons dalle-dalle

Le type D est destiné à assurer la continuité linéique de l'isolation dans le plan vertical à la jonction de la dalle de plancher et d'un autre élément : balcon, casquette ou autre dalle. Contrairement à un type DB ou Ki (dont il partage le fonctionnement mécanique), il permet de transmettre un moment fléchissant positif ou négatif et des efforts tranchant positifs ou négatifs depuis la dalle vers l'appui ainsi que des efforts de traction/compression. Il est équipé de plaques silico-calcaires sans profilés PVC.

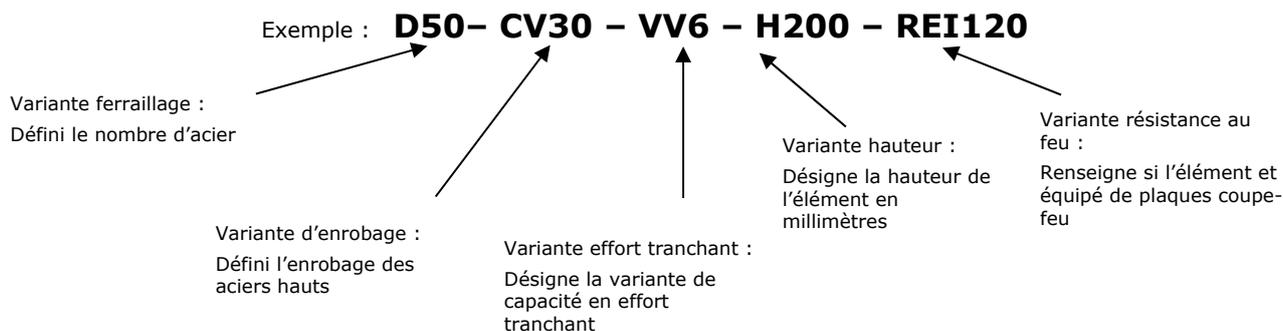


Utilisation en dalle coulée sur place :



\*  $c_{nom}$  selon la NF EN 1992-1-1 et son annexe nationale. Exemple, pour un bâtiment de classe structurale C4, une classe d'exposition XC4, et un béton C25/30 sans traitement d'étanchéité,  $c_{nom} = 40$  mm. En cas de présence d'une solution d'étanchéité, pour déterminer l'épaisseur minimale de l'enrobage, une classe d'exposition XC1 peut être considérée.

Le modèle est nommé comme suit :



<sup>1</sup>Nota : Pour l'isolation de mur, voir les détails de mise en œuvre des ouvrages de plâtrerie donnés en Annexe IV (§2.12.4)

**Valeurs résistantes pour un béton C25/30**

		SCHÖCK RUTHERMA					
		D20-CV30-VV4	D20-CV30-VV6	D20-CV30-VV8	D30-CV30-VV6	D30-CV30-VV8	D30-CV30-VV10
Longueur de l'élément		1 m			1 m		
Armatures ancrées tendues		4Ø12			5Ø12		
Armatures ancrées comprimées		4Ø12			5Ø12		
Moment résistant de calcul enrobage 30 mm (CV30)  [ $m_{y,Rd}$ en kN.m/ml pour $n_{x,Ed} = 0$ et pour $n_{x,Ed} = n_{x,Rd}$ ]	H160	±15,8 / ±0,0	±15,0 / ±0,0	±13,2 / ±0,0	±19,3 / ±0,0	±17,6 / ±0,0	±15,7 / ±0,0
	H170	±17,6 / ±0,0	±16,7 / ±0,0	±14,7 / ±0,0	±21,5 / ±0,0	±19,6 / ±0,0	±17,5 / ±0,0
	H180	±19,4 / ±0,0	±18,4 / ±0,0	±16,2 / ±0,0	±23,7 / ±0,0	±21,5 / ±0,0	±19,2 / ±0,0
	H190	±21,2 / ±0,0	±20,1 / ±0,0	±17,7 / ±0,0	±25,9 / ±0,0	±23,5 / ±0,0	±21,0 / ±0,0
	H200	±23,0 / ±0,0	±21,8 / ±0,0	±19,2 / ±0,0	±28,1 / ±0,0	±25,5 / ±0,0	±22,8 / ±0,0
	H210	±24,7 / ±0,0	±23,5 / ±0,0	±20,7 / ±0,0	±30,3 / ±0,0	±27,5 / ±0,0	±24,6 / ±0,0
	H220	±26,5 / ±0,0	±25,3 / ±0,0	±22,2 / ±0,0	±32,5 / ±0,0	±29,5 / ±0,0	±26,4 / ±0,0
	H230	±28,3 / ±0,0	±27,0 / ±0,0	±23,8 / ±0,0	±34,7 / ±0,0	±31,5 / ±0,0	±28,1 / ±0,0
	H240	±30,1 / ±0,0	±28,7 / ±0,0	±25,3 / ±0,0	±36,9 / ±0,0	±33,5 / ±0,0	±29,9 / ±0,0
	H250	±31,9 / ±0,0	±30,4 / ±0,0	±26,8 / ±0,0	±39,1 / ±0,0	±35,5 / ±0,0	±31,7 / ±0,0
Effort tranchant résistant de calcul [ $V_{z,Rd}$ en kN/ml]		± 34,8	± 52,2	± 92,7	± 52,2	± 92,7	± 135,5
Effort normal résistant de calcul [ $n_{x,Rd}$ en kN/ml]		± 358,6	± 341,2	± 300,7	± 439,6	± 399,0	± 356,2

(Pour des valeurs intermédiaires de  $n_{x,Ed}$ ,  $m_{y,Rd}$  peut être calculé par interpolation linéaire)

		SCHÖCK RUTHERMA					
		D50-CV30-VV6	D50-CV30-VV8	D50-CV30-VV10	D70-CV30-VV6	D70-CV30-VV8	D70-CV30-VV10
Longueur de l'élément		1 m			1 m		
Armatures ancrées tendues		7Ø12			10Ø12		
Armatures ancrées comprimées		7Ø12			10Ø12		
Moment résistant de calcul enrobage 30 mm (CV30)  [ $m_{y,Rd}$ en kN.m/ml pour $n_{x,Ed} = 0$ et pour $n_{x,Ed} = n_{x,Rd}$ ]	H160	±28,0 / ±0,0	±26,2 / ±0,0	±24,3 / ±0,0	±41,0 / ±0,0	±39,2 / ±0,0	±37,3 / ±0,0
	H170	±31,2 / ±0,0	±29,2 / ±0,0	±27,1 / ±0,0	±45,6 / ±0,0	±43,6 / ±0,0	±41,5 / ±0,0
	H180	±34,4 / ±0,0	±32,2 / ±0,0	±29,9 / ±0,0	±50,3 / ±0,0	±48,1 / ±0,0	±45,8 / ±0,0
	H190	±37,5 / ±0,0	±35,1 / ±0,0	±32,6 / ±0,0	±54,9 / ±0,0	±52,6 / ±0,0	±50,0 / ±0,0
	H200	±40,7 / ±0,0	±38,1 / ±0,0	±35,4 / ±0,0	±59,6 / ±0,0	±57,0 / ±0,0	±54,3 / ±0,0
	H210	±43,9 / ±0,0	±41,1 / ±0,0	±38,1 / ±0,0	±64,3 / ±0,0	±61,5 / ±0,0	±58,5 / ±0,0
	H220	±47,1 / ±0,0	±44,1 / ±0,0	±40,9 / ±0,0	±68,9 / ±0,0	±65,9 / ±0,0	±62,7 / ±0,0
	H230	±50,3 / ±0,0	±47,1 / ±0,0	±43,7 / ±0,0	±73,6 / ±0,0	±70,4 / ±0,0	±67,0 / ±0,0
	H240	±53,4 / ±0,0	±50,0 / ±0,0	±46,4 / ±0,0	±78,2 / ±0,0	±74,8 / ±0,0	±71,2 / ±0,0
	H250	±56,6 / ±0,0	±53,0 / ±0,0	±49,2 / ±0,0	±82,9 / ±0,0	±79,3 / ±0,0	±75,5 / ±0,0
Effort tranchant résistant de calcul [ $V_{z,Rd}$ en kN/ml]		± 52,2	± 92,7	± 135,5	± 52,2	± 92,7	± 135,5
Effort normal résistant de calcul [ $n_{x,Rd}$ en kN/ml]		± 636,3	± 595,7	± 552,9	± 931,3	± 890,7	± 847,9

(Pour des valeurs intermédiaires de  $n_{x,Ed}$ ,  $m_{y,Rd}$  peut être calculé par interpolation linéaire)

		SCHÖCK RUTHERMA		
		D90-CV30-VV6	D90-CV30-VV8	D90-CV30-VV10
Longueur de l'élément		1 m		
Armatures ancrées tendues		12Ø12		
Armatures ancrées comprimées		12Ø12		
Moment résistant de calcul enrobage 30 mm (CV30)  [ $m_{y,Rd}$ en kN.m/ml pour $n_{x,Ed} = 0$ et pour $n_{x,Ed} = n_{x,Rd}$ ]	H160	±49,6 / ±0,0	±47,8 / ±0,0	±46,0 / ±0,0
	H170	±55,3 / ±0,0	±53,3 / ±0,0	±51,2 / ±0,0
	H180	±60,9 / ±0,0	±58,7 / ±0,0	±56,4 / ±0,0
	H190	±66,6 / ±0,0	±64,2 / ±0,0	±61,6 / ±0,0
	H200	±72,2 / ±0,0	±69,6 / ±0,0	±66,9 / ±0,0
	H210	±77,8 / ±0,0	±75,0 / ±0,0	±72,1 / ±0,0
	H220	±83,5 / ±0,0	±80,5 / ±0,0	±77,3 / ±0,0
	H230	±89,1 / ±0,0	±85,9 / ±0,0	±82,5 / ±0,0
	H240	±94,8 / ±0,0	±91,3 / ±0,0	±87,7 / ±0,0
H250	±100,4 / ±0,0	±96,8 / ±0,0	±93,0 / ±0,0	
Effort tranchant résistant de calcul [ $v_{z,Rd}$ en kN/ml]		± 52,2	± 92,7	± 135,5
Effort normal résistant de calcul [ $n_{x,Rd}$ en kN/ml]		± 1128,0	± 1087,4	± 1044,6

(Pour des valeurs intermédiaires de  $n_{x,Ed}$ ,  $m_{y,Rd}$  peut être calculé par interpolation linéaire)

		SCHÖCK RUTHERMA					
		D20-CV35-VV4	D20-CV35-VV6	D20-CV35-VV8	D30-CV35-VV6	D30-CV35-VV8	D30-CV35-VV10
Longueur de l'élément		1 m			1 m		
Armatures ancrées tendues		4Ø12			5Ø12		
Armatures ancrées comprimées		4Ø12			5Ø12		
Moment résistant de calcul enrobage 35 mm (CV35)  [ $m_{y,Rd}$ en kN.m/ml pour $n_{x,Ed} = 0$ et pour $n_{x,Ed} = n_{x,Rd}$ ]	H160	±14,9 / ±0,0	±14,2 / ±0,0	±12,5 / ±0,0	±18,2 / ±0,0	±16,6 / ±0,0	±14,8 / ±0,0
	H170	±16,7 / ±0,0	±15,9 / ±0,0	±14,0 / ±0,0	±20,4 / ±0,0	±18,6 / ±0,0	±16,6 / ±0,0
	H180	±18,5 / ±0,0	±17,6 / ±0,0	±15,5 / ±0,0	±22,6 / ±0,0	±20,5 / ±0,0	±18,3 / ±0,0
	H190	±20,3 / ±0,0	±19,3 / ±0,0	±17,0 / ±0,0	±24,8 / ±0,0	±22,5 / ±0,0	±20,1 / ±0,0
	H200	±22,1 / ±0,0	±21,0 / ±0,0	±18,5 / ±0,0	±27,0 / ±0,0	±24,5 / ±0,0	±21,9 / ±0,0
	H210	±23,8 / ±0,0	±22,7 / ±0,0	±20,0 / ±0,0	±29,2 / ±0,0	±26,5 / ±0,0	±23,7 / ±0,0
	H220	±25,6 / ±0,0	±24,4 / ±0,0	±21,5 / ±0,0	±31,4 / ±0,0	±28,5 / ±0,0	±25,5 / ±0,0
	H230	±27,4 / ±0,0	±26,1 / ±0,0	±23,0 / ±0,0	±33,6 / ±0,0	±30,5 / ±0,0	±27,2 / ±0,0
	H240	±29,2 / ±0,0	±27,8 / ±0,0	±24,5 / ±0,0	±35,8 / ±0,0	±32,5 / ±0,0	±29,0 / ±0,0
H250	±31,0 / ±0,0	±29,5 / ±0,0	±26,0 / ±0,0	±38,0 / ±0,0	±34,5 / ±0,0	±30,8 / ±0,0	
Effort tranchant résistant de calcul [ $v_{z,Rd}$ en kN/ml]		± 34,8	± 52,2	± 92,7	± 52,2	± 92,7	± 135,5
Effort normal résistant de calcul [ $n_{x,Rd}$ en kN/ml]		± 358,6	± 341,2	± 300,7	± 439,6	± 399,0	± 356,2

(Pour des valeurs intermédiaires de  $n_{x,Ed}$ ,  $m_{y,Rd}$  peut être calculé par interpolation linéaire)

		SCHÖCK RUTHERMA					
		D50-CV35-VV6	D50-CV35-VV8	D50-CV35-VV10	D70-CV35-VV6	D70-CV35-VV8	D70-CV35-VV10
Longueur de l'élément		1 m			1 m		
Armatures ancrées tendues		7Ø12			10Ø12		
Armatures ancrées comprimées		7Ø12			10Ø12		
Moment résistant de calcul enrobage 35 mm (CV35)  [ $m_{y,Rd}$ en kN.m/ml pour $n_{x,Ed} = 0$ et pour $n_{x,Ed} = n_{x,Rd}$ ]	H160	±26,4 / ±0,0	±24,7 / ±0,0	±22,9 / ±0,0	±38,6 / ±0,0	±37,0 / ±0,0	±35,2 / ±0,0
	H170	±29,6 / ±0,0	±27,7 / ±0,0	±25,7 / ±0,0	±43,3 / ±0,0	±41,4 / ±0,0	±39,4 / ±0,0
	H180	±32,8 / ±0,0	±30,7 / ±0,0	±28,5 / ±0,0	±48,0 / ±0,0	±45,9 / ±0,0	±43,7 / ±0,0
	H190	±35,9 / ±0,0	±33,7 / ±0,0	±31,2 / ±0,0	±52,6 / ±0,0	±50,3 / ±0,0	±47,9 / ±0,0
	H200	±39,1 / ±0,0	±36,6 / ±0,0	±34,0 / ±0,0	±57,3 / ±0,0	±54,8 / ±0,0	±52,1 / ±0,0
	H210	±42,3 / ±0,0	±39,6 / ±0,0	±36,8 / ±0,0	±61,9 / ±0,0	±59,2 / ±0,0	±56,4 / ±0,0
	H220	±45,5 / ±0,0	±42,6 / ±0,0	±39,5 / ±0,0	±66,6 / ±0,0	±63,7 / ±0,0	±60,6 / ±0,0
	H230	±48,7 / ±0,0	±45,6 / ±0,0	±42,3 / ±0,0	±71,2 / ±0,0	±68,1 / ±0,0	±64,9 / ±0,0
	H240	±51,9 / ±0,0	±48,5 / ±0,0	±45,1 / ±0,0	±75,9 / ±0,0	±72,6 / ±0,0	±69,1 / ±0,0
H250	±55,0 / ±0,0	±51,5 / ±0,0	±47,8 / ±0,0	±80,6 / ±0,0	±77,0 / ±0,0	±73,3 / ±0,0	
Effort tranchant résistant de calcul [ $v_{z,Rd}$ en kN/ml]		± 52,2	± 92,7	± 135,5	± 52,2	± 92,7	± 135,5
Effort normal résistant de calcul [ $n_{x,Rd}$ en kN/ml]		± 636,3	± 595,7	± 552,9	± 931,3	± 890,7	± 847,9

(Pour des valeurs intermédiaires de  $n_{x,Ed}$ ,  $m_{y,Rd}$  peut être calculé par interpolation linéaire)

		SCHÖCK RUTHERMA		
		D90-CV35-VV6	D90-CV35-VV8	D90-CV35-VV10
Longueur de l'élément		1 m		
Armatures ancrées tendues		12Ø12		
Armatures ancrées comprimées		12Ø12		
Moment résistant de calcul enrobage 35mm (CV35)  [ $m_{y,Rd}$ en kN.m/ml pour $n_{x,Ed} = 0$ et pour $n_{x,Ed} = n_{x,Rd}$ ]	H160	±46,8 / ±0,0	±45,1 / ±0,0	±43,4 / ±0,0
	H170	±52,5 / ±0,0	±50,6 / ±0,0	±48,6 / ±0,0
	H180	±58,1 / ±0,0	±56,0 / ±0,0	±53,8 / ±0,0
	H190	±63,7 / ±0,0	±61,4 / ±0,0	±59,0 / ±0,0
	H200	±69,4 / ±0,0	±66,9 / ±0,0	±64,2 / ±0,0
	H210	±75,0 / ±0,0	±72,3 / ±0,0	±69,5 / ±0,0
	H220	±80,7 / ±0,0	±77,8 / ±0,0	±74,7 / ±0,0
	H230	±86,3 / ±0,0	±83,2 / ±0,0	±79,9 / ±0,0
	H240	±91,9 / ±0,0	±88,6 / ±0,0	±85,1 / ±0,0
H250	±97,6 / ±0,0	±94,1 / ±0,0	±90,4 / ±0,0	
Effort tranchant résistant de calcul [ $v_{z,Rd}$ en kN/ml]		± 52,2	± 92,7	± 135,5
Effort normal résistant de calcul [ $n_{x,Rd}$ en kN/ml]		± 1128,0	± 1087,4	± 1044,6

(Pour des valeurs intermédiaires de  $n_{x,Ed}$ ,  $m_{y,Rd}$  peut être calculé par interpolation linéaire)

		SCHÖCK RUTHERMA					
		D20-CV50-VV4	D20-CV50-VV6	D20-CV50-VV8	D30-CV50-VV6	D30-CV50-VV8	D30-CV50-VV10
Longueur de l'élément		1 m			1 m		
Armatures ancrées tendues		4Ø12			5Ø12		
Armatures ancrées comprimées		4Ø12			5Ø12		
Moment résistant de calcul enrobage 50 mm (CV50)  [m <sub>y,Rd</sub> en kN.m/ml pour n <sub>x,Ed</sub> = 0 et pour n <sub>x,Ed</sub> = n <sub>x,Rd</sub> ]	H180	±12,2 / ±0,0	±11,6 / ±0,0	±10,2 / ±0,0	±14,9 / ±0,0	±13,6 / ±0,0	±12,1 / ±0,0
	H190	±14,0 / ±0,0	±13,3 / ±0,0	±11,7 / ±0,0	±17,1 / ±0,0	±15,6 / ±0,0	±13,9 / ±0,0
	H200	±15,8 / ±0,0	±15,0 / ±0,0	±13,2 / ±0,0	±19,3 / ±0,0	±17,6 / ±0,0	±15,7 / ±0,0
	H210	±17,6 / ±0,0	±16,7 / ±0,0	±14,7 / ±0,0	±21,5 / ±0,0	±19,6 / ±0,0	±17,5 / ±0,0
	H220	±19,4 / ±0,0	±18,4 / ±0,0	±16,2 / ±0,0	±23,7 / ±0,0	±21,5 / ±0,0	±19,2 / ±0,0
	H230	±21,2 / ±0,0	±20,1 / ±0,0	±17,7 / ±0,0	±25,9 / ±0,0	±23,5 / ±0,0	±21,0 / ±0,0
	H240	±23,0 / ±0,0	±21,8 / ±0,0	±19,2 / ±0,0	±28,1 / ±0,0	±25,5 / ±0,0	±22,8 / ±0,0
	H250	±24,7 / ±0,0	±23,5 / ±0,0	±20,7 / ±0,0	±30,3 / ±0,0	±27,5 / ±0,0	±24,6 / ±0,0
Effort tranchant résistant de calcul [V <sub>z,Rd</sub> en kN/ml]		± 34,8	± 52,2	± 92,7	± 52,2	± 92,7	± 135,5
Effort normal résistant de calcul [n <sub>x,Rd</sub> en kN/ml]		± 358,6	± 341,2	± 300,7	± 439,6	± 399,0	± 356,2

(Pour des valeurs intermédiaires de n<sub>x,Ed</sub>, m<sub>y,Rd</sub> peut être calculé par interpolation linéaire)

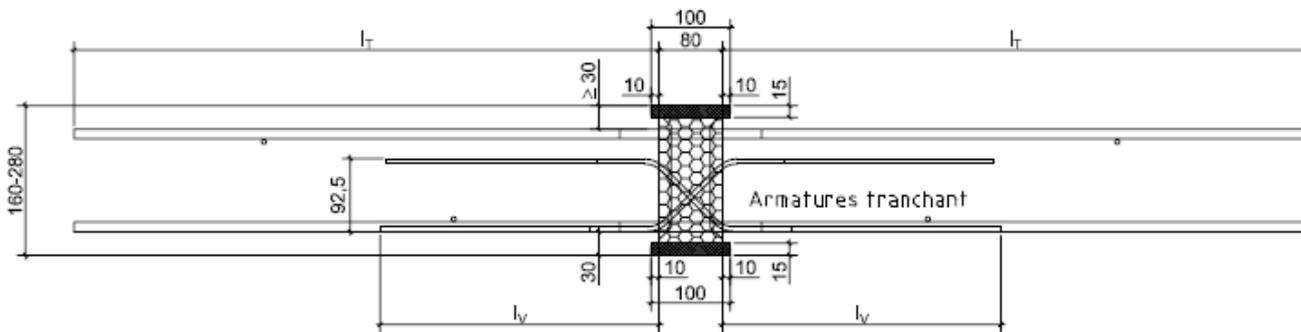
		SCHÖCK RUTHERMA					
		D50-CV50-VV6	D50-CV50-VV8	D50-CV50-VV10	D70-CV50-VV6	D70-CV50-VV8	D70-CV50-VV10
Longueur de l'élément		1 m			1 m		
Armatures ancrées tendues		7Ø12			10Ø12		
Armatures ancrées comprimées		7Ø12			10Ø12		
Moment résistant de calcul enrobage 50 mm (CV50)  [m <sub>y,Rd</sub> en kN.m/ml pour n <sub>x,Ed</sub> = 0 et pour n <sub>x,Ed</sub> = n <sub>x,Rd</sub> ]	H180	±21,6 / ±0,0	±20,3 / ±0,0	±18,8 / ±0,0	±31,7 / ±0,0	±30,3 / ±0,0	±28,8 / ±0,0
	H190	±24,8 / ±0,0	±23,2 / ±0,0	±21,6 / ±0,0	±36,3 / ±0,0	±34,7 / ±0,0	±33,1 / ±0,0
	H200	±28,0 / ±0,0	±26,2 / ±0,0	±24,3 / ±0,0	±41,0 / ±0,0	±39,2 / ±0,0	±37,3 / ±0,0
	H210	±31,2 / ±0,0	±29,2 / ±0,0	±27,1 / ±0,0	±45,6 / ±0,0	±43,6 / ±0,0	±41,5 / ±0,0
	H220	±34,4 / ±0,0	±32,2 / ±0,0	±29,9 / ±0,0	±50,3 / ±0,0	±48,1 / ±0,0	±45,8 / ±0,0
	H230	±37,5 / ±0,0	±35,1 / ±0,0	±32,6 / ±0,0	±54,9 / ±0,0	±52,6 / ±0,0	±50,0 / ±0,0
	H240	±40,7 / ±0,0	±38,1 / ±0,0	±35,4 / ±0,0	±59,6 / ±0,0	±57,0 / ±0,0	±54,3 / ±0,0
	H250	±43,9 / ±0,0	±41,1 / ±0,0	±38,1 / ±0,0	±64,3 / ±0,0	±61,5 / ±0,0	±58,5 / ±0,0
Effort tranchant résistant de calcul [V <sub>z,Rd</sub> en kN/ml]		± 52,2	± 92,7	± 135,5	± 52,2	± 92,7	± 135,5
Effort normal résistant de calcul [n <sub>x,Rd</sub> en kN/ml]		± 636,3	± 595,7	± 552,9	± 931,3	± 890,7	± 847,9

(Pour des valeurs intermédiaires de n<sub>x,Ed</sub>, m<sub>y,Rd</sub> peut être calculé par interpolation linéaire)

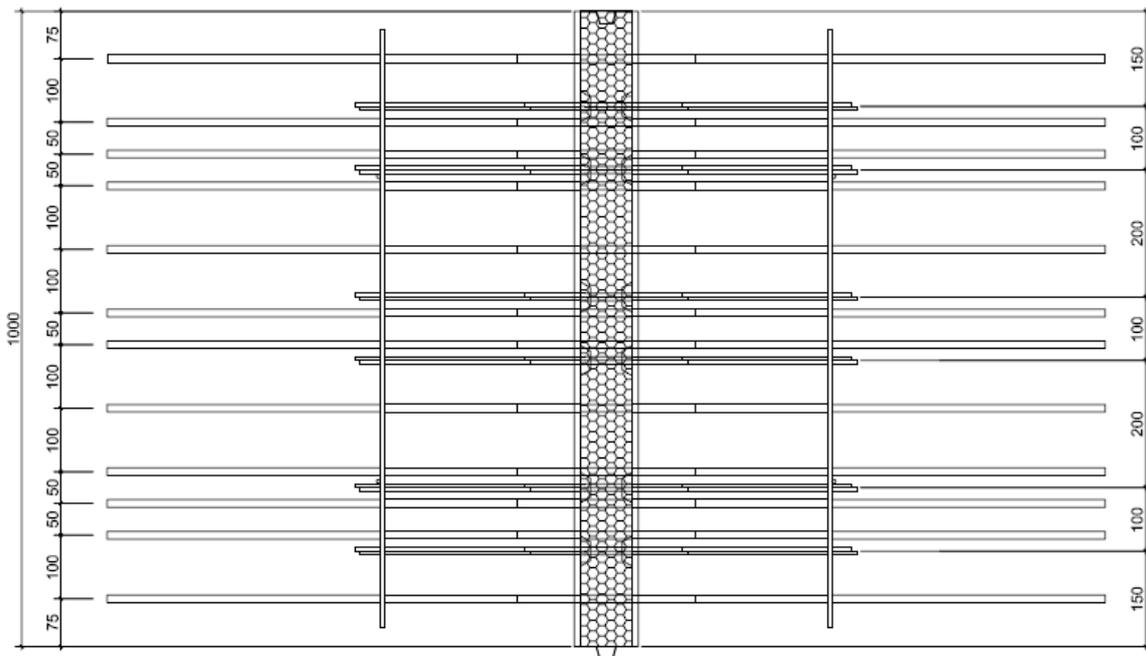
		SCHÖCK RUTHERMA		
		D90-CV50-VV6	D90-CV50-VV8	D90-CV50-VV10
Longueur de l'élément		1 m		
Armatures ancrées tendues		12Ø12		
Armatures ancrées comprimées		12Ø12		
Moment résistant de calcul enrobage 50 mm (CV50)  [m <sub>y,Rd</sub> en kN.m/ml pour n <sub>x,Ed</sub> = 0 et pour n <sub>x,Ed</sub> = n <sub>x,Rd</sub> ]	H180	±38,4 / ±0,0	±37,0 / ±0,0	±35,5 / ±0,0
	H190	±44,0 / ±0,0	±42,4 / ±0,0	±40,7 / ±0,0
	H200	±49,6 / ±0,0	±47,8 / ±0,0	±46,0 / ±0,0
	H210	±55,3 / ±0,0	±53,3 / ±0,0	±51,2 / ±0,0
	H220	±60,9 / ±0,0	±58,7 / ±0,0	±56,4 / ±0,0
	H230	±66,6 / ±0,0	±64,2 / ±0,0	±61,6 / ±0,0
	H240	±72,2 / ±0,0	±69,6 / ±0,0	±66,9 / ±0,0
Effort tranchant résistant de calcul [V <sub>z,Rd</sub> en kN/ml]		± 52,2	± 92,7	± 135,5
Effort normal résistant de calcul [n <sub>x,Rd</sub> en kN/ml]		± 1128,0	± 1087,4	± 1044,6

(Pour des valeurs intermédiaires de n<sub>x,Ed</sub>, m<sub>y,Rd</sub> peut être calculé par interpolation linéaire)

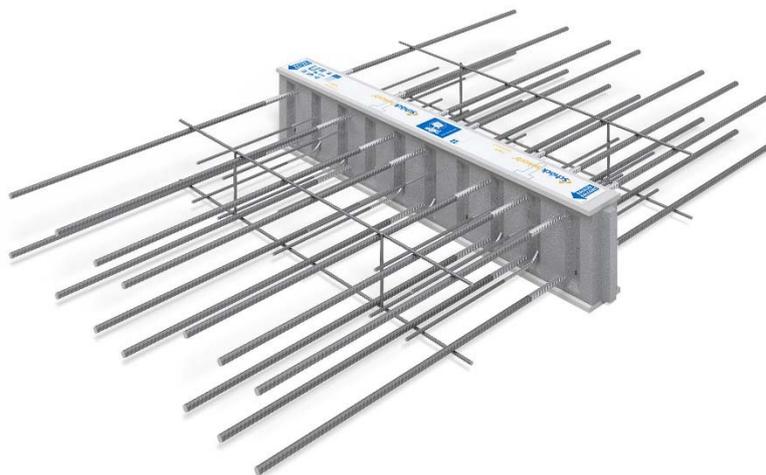
Vues de détail :



Longueurs minimales	D20	D30	D50	D70	D90
$l_T$ (mm)	740	740	740	740	740
$l_C$ (mm)	740	740	740	740	740
Longueurs minimales	VV4	VV6	VV8	VV10	
$l_V$ (mm)	344	344	447	516	



Entraxes des barres (Exemple : Modèle D90)



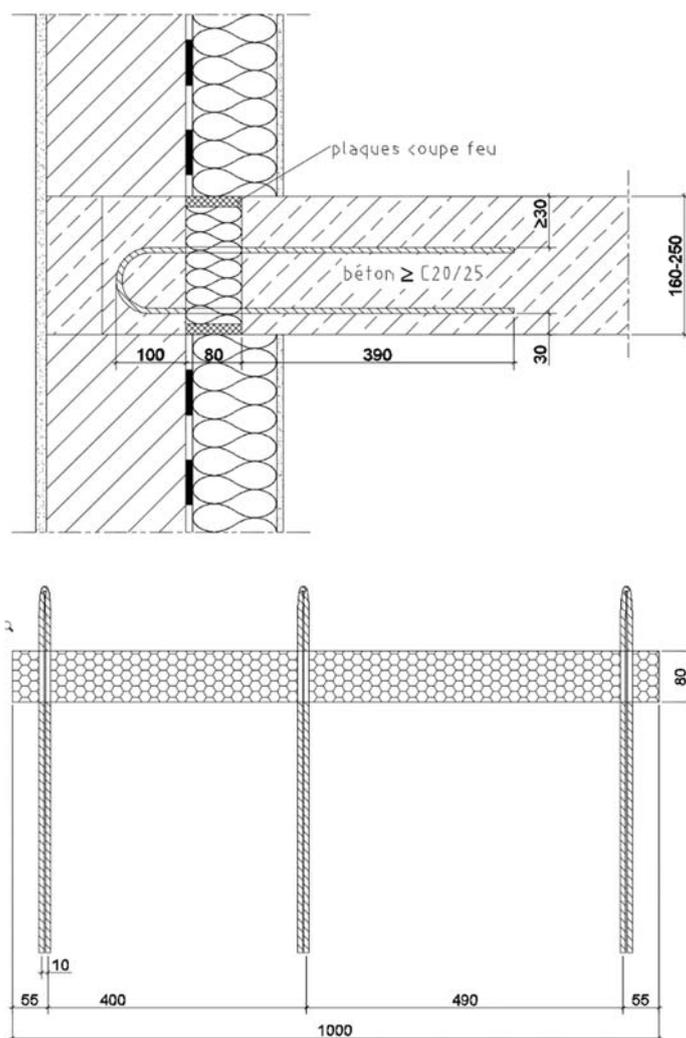
Vue complète du type D (Exemple : Modèle D50)

## Type RF

### Liaisons refend - façade

Le type RF est destiné à assurer la continuité linéique de l'isolation dans le plan vertical à la jonction du refend et du mur de façade. Les armatures ne servent qu'au maintien des murs et n'ont pas d'effort structurel notable à transmettre. Le concepteur doit tenir compte de ce fait, et s'assurer de la transmission des efforts par d'autres liaisons. Il est équipé de plaques silico-calcaires sans profilés PVC.

#### Vues de détail :



Le modèle est nommé comme suit :

Exemple : **RF 180 - EI120**

Épaisseur :  
désigne l'épaisseur de  
l'élément en millimètres

Classe de performance au feu :  
renseigne si l'élément est équipé de  
plaques de protection au feu



*Vue complète du type RF*

### 2.12.2. Annexe II : Méthodologie de dimensionnement des dispositions constructives vis-à-vis de la dilatation thermique de la façade

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

La terminologie suivante est utilisée pour la suite du document :

- Point libre : refend traité avec rupteur RF, angle ou joint de dilatation, permettant la dilatation horizontale de la façade
- Point fixe : refend ou bande noyée, bridant la dilatation horizontale de la façade

La maîtrise des déplacements et de la fissuration suit une méthodologie détaillée dans la suite de cette Annexe, et synthétisée dans le logigramme suivant.

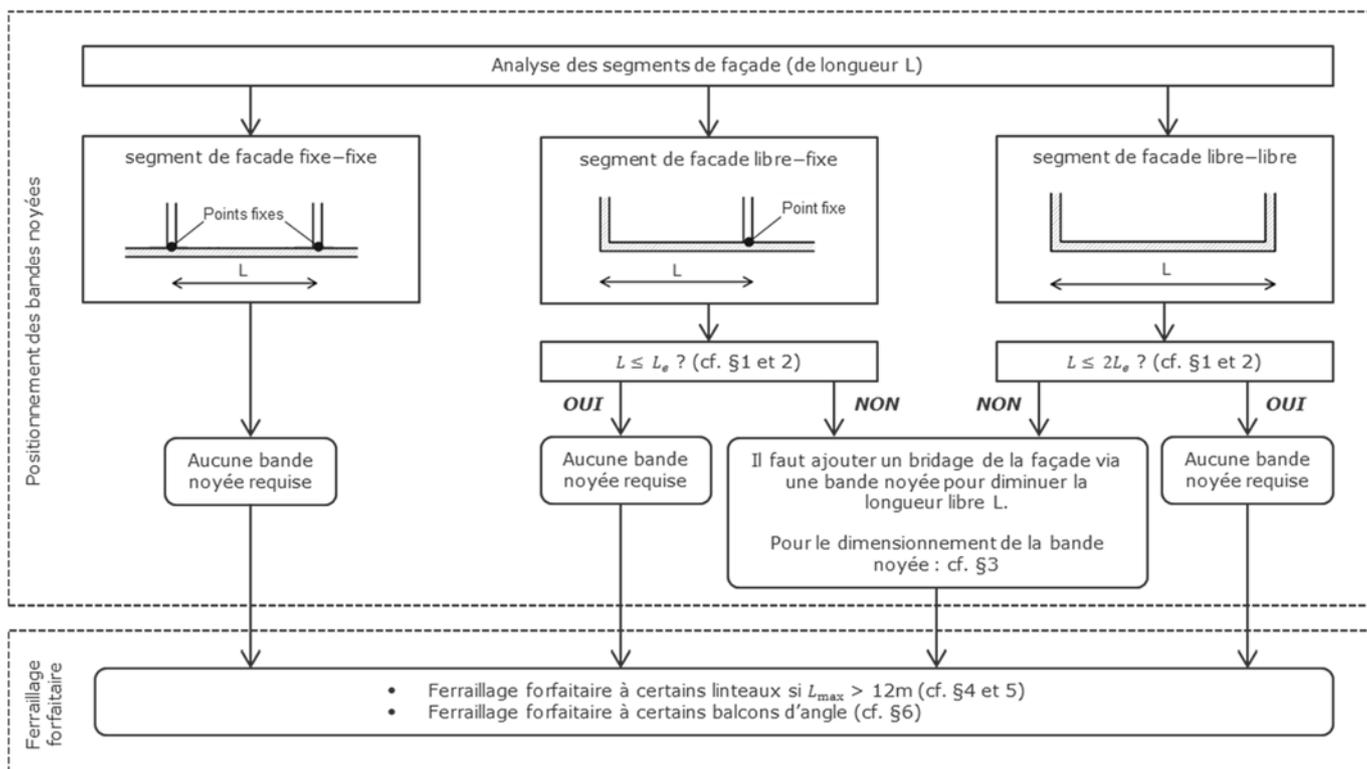


Figure 7. Méthodologie de dimensionnement des dispositions constructives

#### 2.12.2.1. Méthodologie de positionnement des bandes noyées

Il est requis de limiter la longueur des segments de façade dits « libres », à savoir ayant aux extrémités un ou deux points libres, et pouvant donc se dilater librement horizontalement.

Cette longueur limite est appelée  $L_e$  et dépend du diamètre des barres des rupteurs. Pour le calcul de la longueur libre limite  $L_e$  en fonction du diamètre et du taux de travail des barres des rupteurs, cf. §2.12.2.2 de l'Annexe.

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

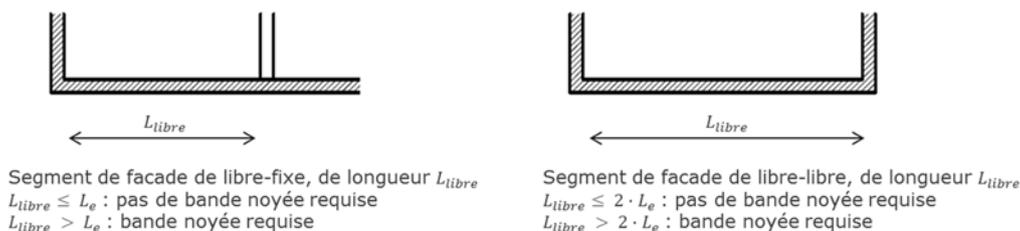
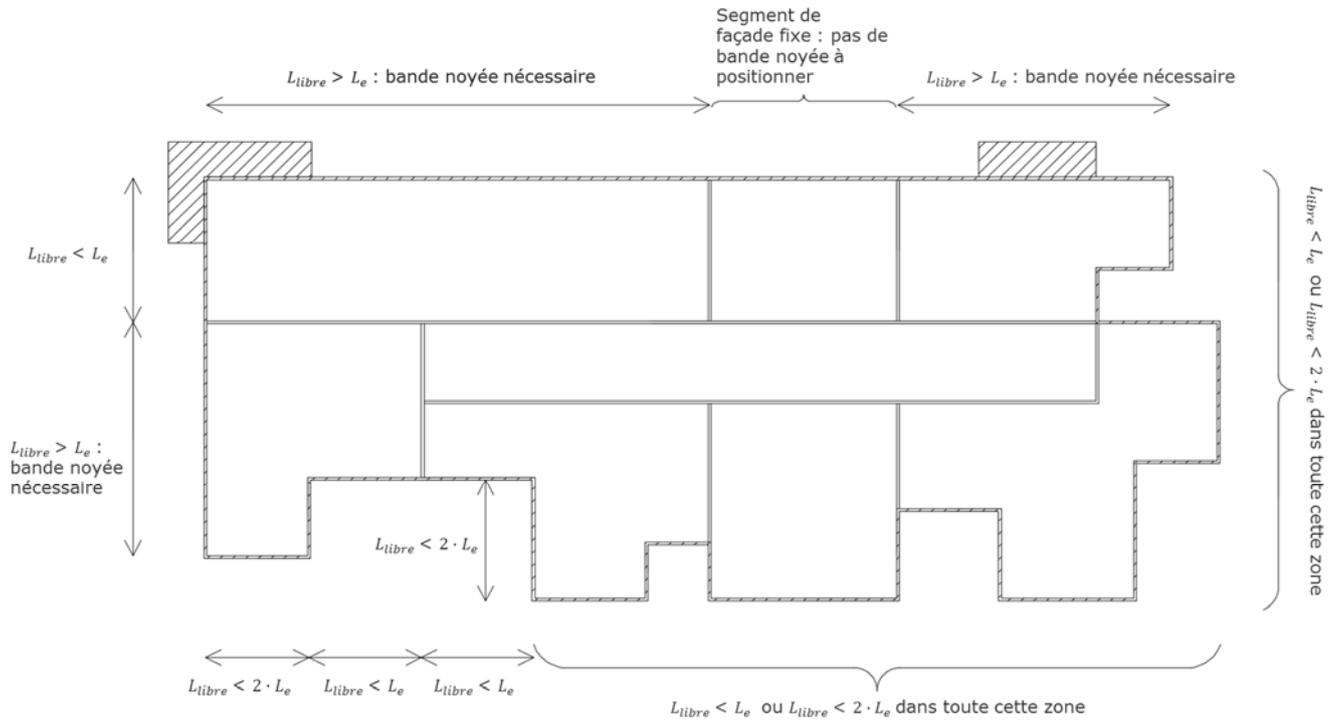
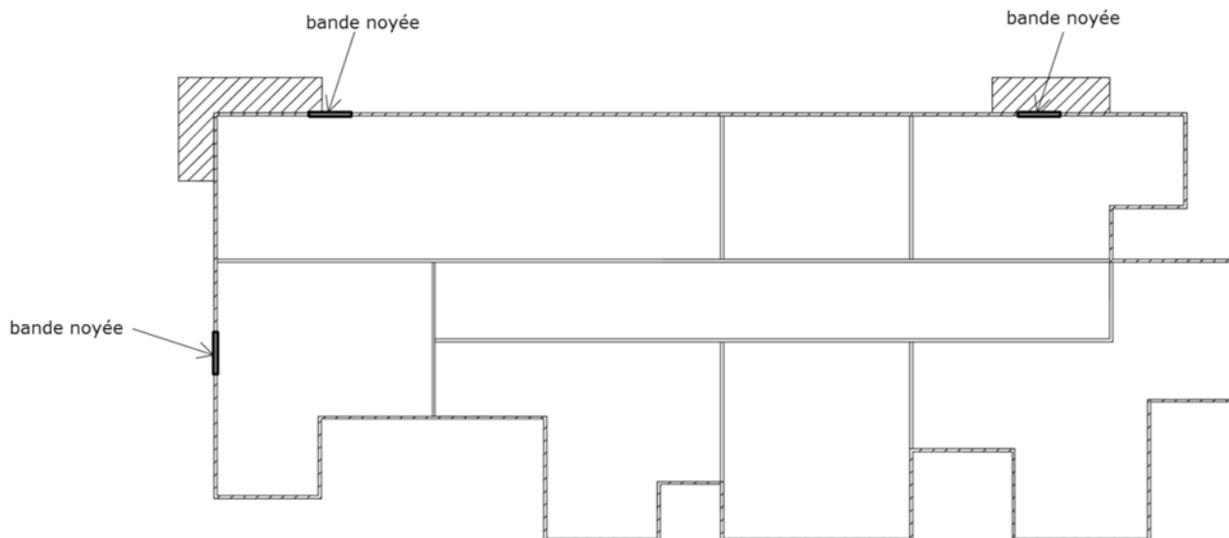


Figure 8. Configurations de façade libre-fixe et libre-libre

En cas de non-respect du critère, une bande noyée de 1,5 m de large doit être introduite afin de diminuer la longueur du segment de façade libre. Le dimensionnement des bandes noyées doit être réalisé conformément au §2.12.2.3 de cette Annexe. NB : Les liaisons refend/façade, qui sont considérées comme des points fixes, ne nécessitent pas de ferrailage spécifique. Les figures suivantes présentent un exemple méthodologique de positionnement de bande noyée.



**Figure 9 : Étape 1 - Vérification du critère de longueur libre**



**Figure 10 : Étape 2 - Positionnement des bandes noyées.**

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

### 2.12.2.2. Calcul de la longueur libre maximale $L_e$

Le calcul de la longueur libre maximale  $L_e$  est réalisé selon la formule suivante :

$$L_e = \min \left\{ \begin{array}{l} \frac{(e_{iso} + 2\phi_{90})^2}{\phi_{90}} \left( k_1 - k_2 * \tau_{90} \cdot \frac{1 + 0,3r}{1,35 + 1,5r} \right) \\ \frac{(e_{iso} / \cos(\alpha) + 2\phi_{45})^2}{\phi_{45}} \left( k_1 - k_2 * \tau_{\alpha} \cdot \frac{1 + 0,3r}{1,35 + 1,5r} \right) \end{array} \right\}$$

Avec

$$k_1 = 1,36 \cdot 10^{-2}$$

$$k_2 = 8,44 \cdot 10^{-3}$$

$e_{iso}$  épaisseur de l'isolant = 80mm

$\phi_{90}$  diamètre maximum des barres horizontales (mm)

$\phi_V$  diamètre maximum des barres inclinées (mm)

$\tau_{90}$  taux de contrainte max dans les barres horizontales à l'ELU, obtenu avec les efforts caractéristiques  $Q_k$  et  $G_k$

$\tau_{\alpha}$  taux de contrainte max dans les barres inclinées à l'ELU, obtenu avec les efforts caractéristiques  $Q_k$  et  $G_k$

$$r = \frac{Q_k}{G_k}$$

Une lecture directe tabulée de la longueur libre  $L_e$  est aussi possible via le tableau suivant :

**Tableau 1 : Longueur libre maximale  $L_e$  (m) :**

$r = Q_k/G_k(1)$		$0 \leq r < 0,3$			$0,3 \leq r < 0,6$			$0,6 \leq r$		
Taux travail $\alpha$ du rupteur à l'ELU(2) (%)		$100 \geq \tau > 75$	$75 \geq \tau > 50$	$50 \geq \alpha$	$100 \geq \tau > 75$	$75 \geq \tau > 50$	$50 \geq \tau$	$100 \geq \tau > 75$	$75 \geq \tau > 50$	$50 \geq \tau$
Diamètre max des barres du rupteur (mm)	6	10,34	12,55	14,75	11,95	13,76	15,56	12,92	14,48	16,04
	8	8,45	10,25	12,05	9,76	11,23	12,71	10,55	11,83	13,10
	10	7,33	8,90	10,46	8,47	9,75	11,03	9,16	10,26	11,37
	12	6,61	8,02	9,43	7,64	8,79	9,94	8,25	9,25	10,25
	14	6,11	7,41	8,71	7,06	8,12	9,19	7,63	8,55	9,47

(1) si  $r$  est inconnu, considérer le cas  $r = 0$

(2) si  $\tau$  est inconnu, considérer le cas  $\alpha = 100\%$

Note : les propriétés d'aciers inox des rupteurs suivantes sont utilisées pour le calcul de  $L_e$  :  $E_{sécant} = 114500$  MPa, limite d'élasticité = 700 MPa.

### 2.12.2.3. Dimensionnement des bandes noyées

Lorsque la dilatation de la façade est trop importante, il peut être nécessaire de disposer des bandes noyées de 1,5 m de large afin de brider cette dernière (cf. §2.12.2.1).

#### 2.12.2.3.1. Efforts gravitaires

Le dimensionnement des bandes noyées réalisé par le bureau d'étude vis-à-vis des efforts gravitaires est réalisé selon la NF EN 1992-1-1 et son Annexe Nationale.

Concernant les hypothèses de chargement, une majoration de certaines charges est toutefois requise :

Les bandes noyées reprennent les efforts provenant de la dalle sur 3 fois leur largeur en partie courante, et 2 fois dans les angles.

Si présence d'un balcon, les bandes noyées reprennent les efforts provenant du balcon sur 2 fois leur largeur.

#### 2.12.2.3.2. Efforts thermiques horizontaux

A la section d'armature nécessaire pour reprendre les efforts gravitaires, calculée selon les hypothèses précédentes (cf. 2.12.2.3.1), doit être ajoutée la section d'armature forfaitaire nécessaire pour reprendre les efforts thermiques horizontaux (26,8 cm<sup>2</sup>).

Le schéma ci-dessous indique le ferrailage forfaitaire vis-à-vis des efforts horizontaux de dilatation thermique à disposer dans les bandes noyées.

Ces armatures sont uniquement destinées à reprendre les efforts de dilatation thermique horizontaux.

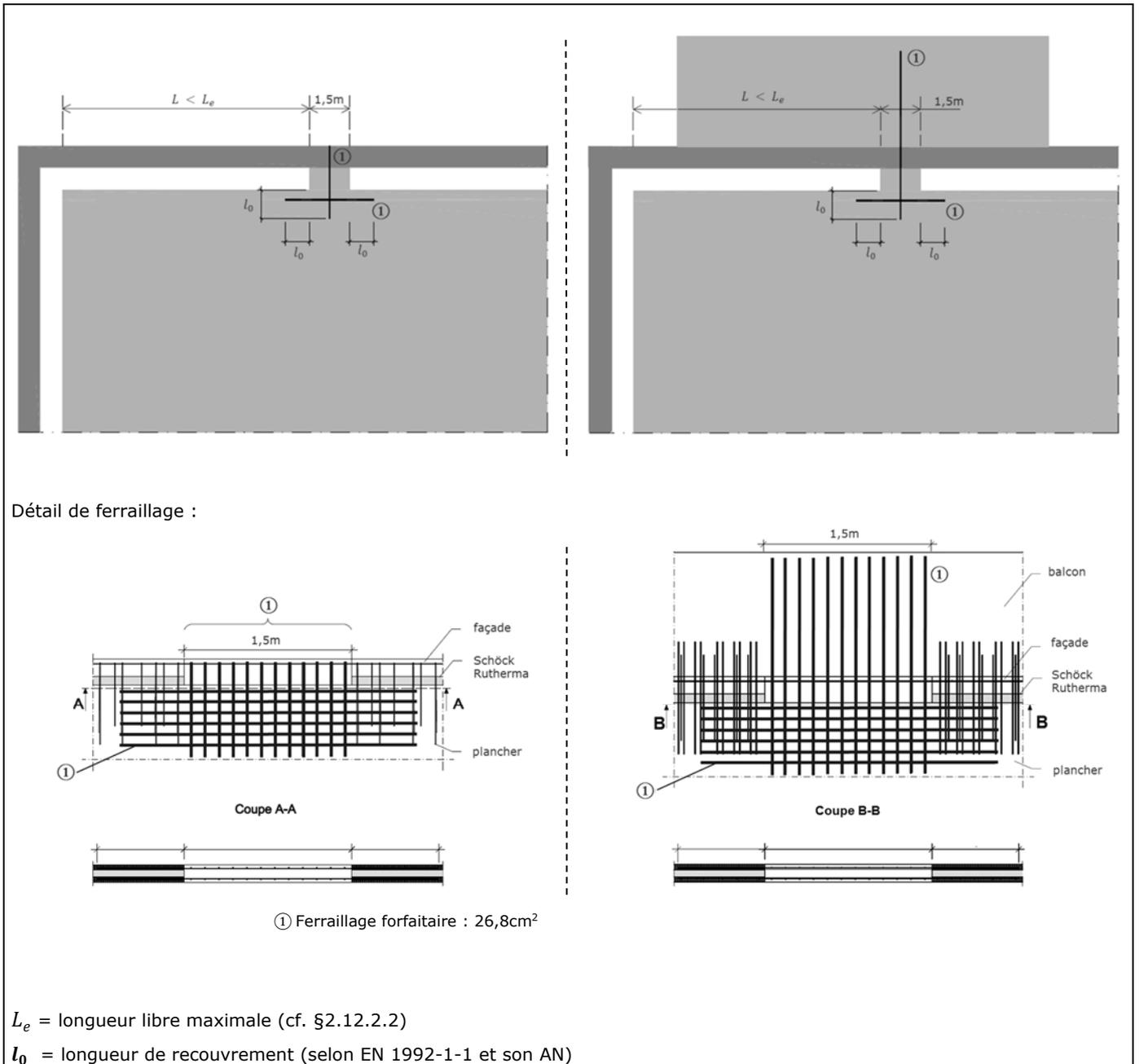


Figure 11 : ferrailage forfaitaire « thermique » des bandes noyées sans et avec balcons

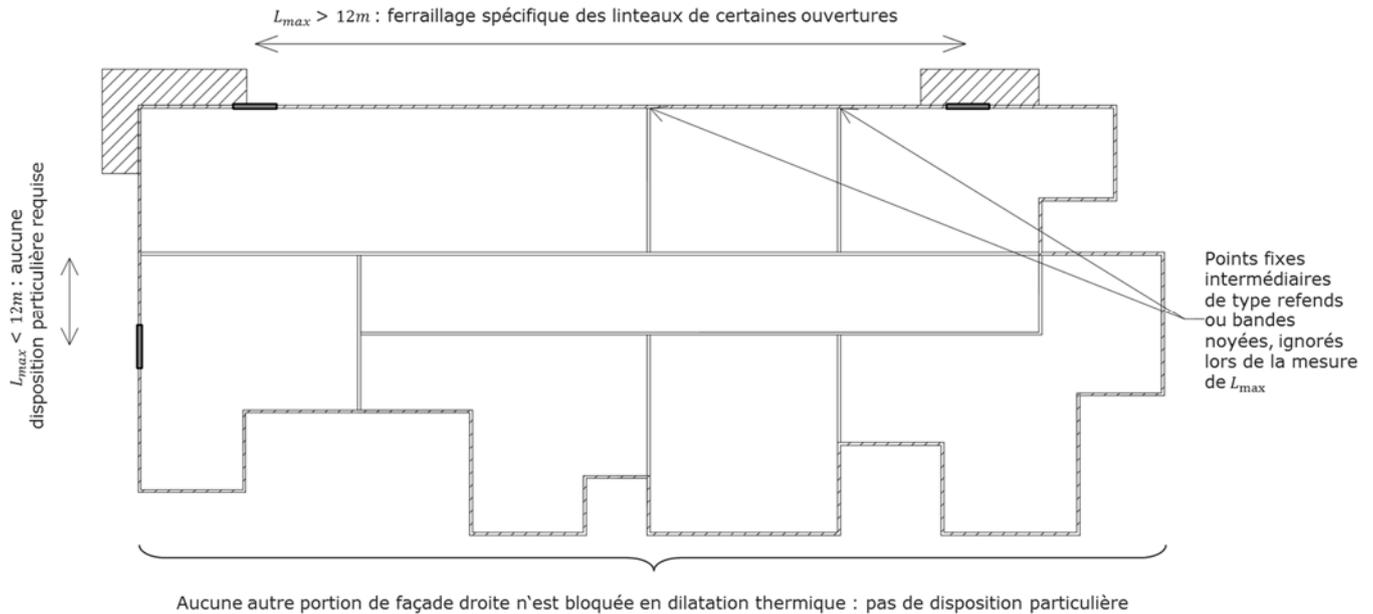
### 2.12.2.3.3. Détermination des zones de façade nécessitant un ferrailage forfaitaire

Les façades bridées sont ensuite étudiées. Elles sont définies comme étant les portions de façade droite ne pouvant pas se dilater librement, à cause de la présence de deux points fixes de type refend ou bande noyée. Un critère de ferrailage minimal de façade est basé sur la mesure d'une longueur  $L_{max}$ , définie comme la distance entre les deux points fixes extrêmes de ces portions de façade droite bridées. Les refends ou bandes noyées intermédiaires ne sont pas pris en compte dans la mesure de  $L_{max}$  (cf. Figure 12).

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

Le détail de ferrailage de ces grandes ouvertures est disponible au §2.12.2.3.4 de cette Annexe.

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

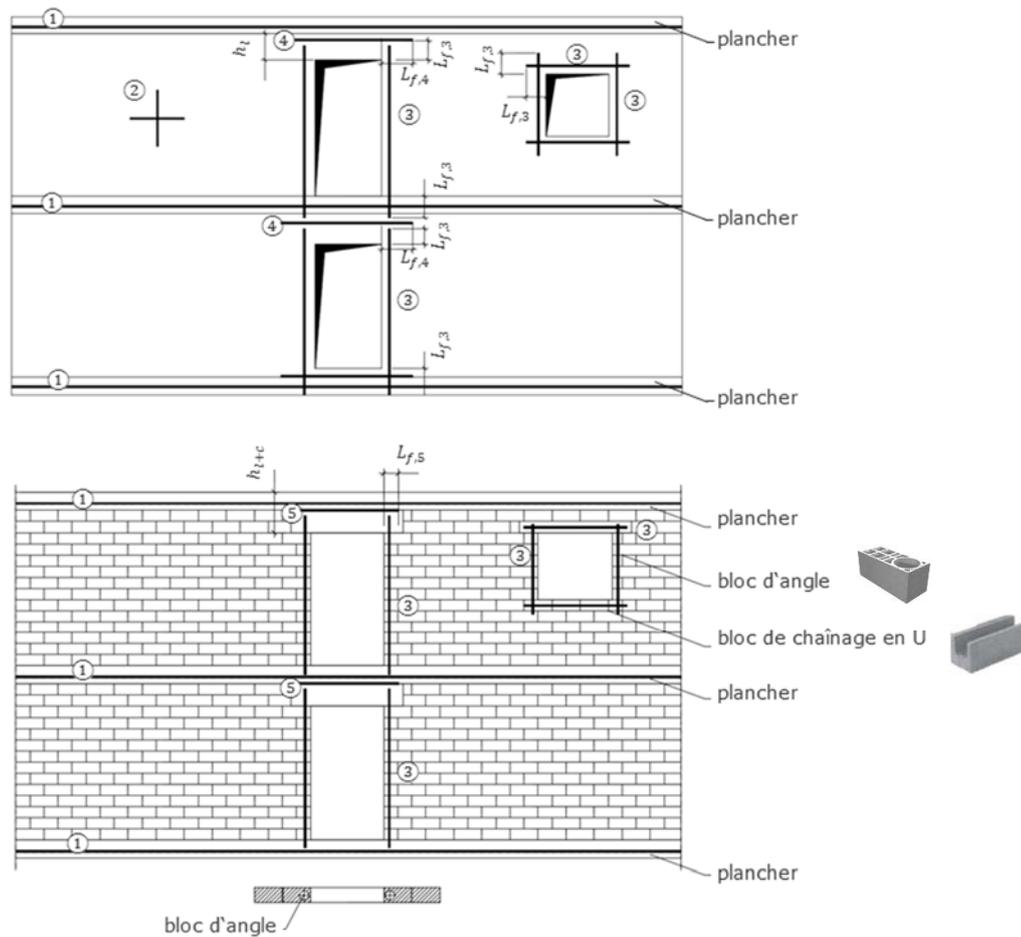


**Figure 12 : Détermination des zones où un ferrailage minimal des grandes ouvertures est nécessaire.**

Ici, seule la zone supérieure entre les deux bandes noyées est à considérer vis-à-vis du ferrailage des grandes ouvertures

#### 2.12.2.3.4. Dimensionnement du ferrailage forfaitaire de façade

La figure ci-dessous indique les ferrailages de renfort à disposer dans le mur de façade au niveau des linteaux des grandes ouvertures lorsque la façade est bloquée en dilatation horizontale (via des refends ou bandes noyées) sur une longueur entre axes  $L_{max} > 12 \text{ m}$  (cf. §2.12.2.3.3).



- ① Chaînage au droit de plancher : pas de disposition particulière vis à vis de la dilatation thermique
- ② Ferrailage selon DTU 23.1 ou NF EN 1992-1-1 (pas de disposition spécifique liée aux rupteurs)
- ③ Renfort standard autour des ouvertures (pas de disposition spécifique liée aux rupteurs)

$L_{f,3}$  = longueur d'ancrage (selon la NF EN 1992-1-1 et son AN).

- ④ Renfort sur toute la hauteur  $h_l$  du linteau (uniquement pour les ouvertures de 1,5 m de hauteur ou plus, situées à moins de 6m des points fixes et disposées sur une façade droite bloquée de plus de 12 m) :

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

où  $A_{ct}$  est la section tendue du linteau (selon NF EN 1992-1-1, section 7.3.2)

$L_{f,4}$  = longueur d'ancrage pour diffusion de l'effort de traction vers la partie courante du voile (selon la NF EN 1992-1-1 et son AN).

- ⑤ Renfort sur toute la hauteur  $h_{l+c}$  du linteau et du chaînage (uniquement pour les ouvertures de 1,5 m de hauteur ou plus, situées à moins de 6m des points fixes et disposées sur une façade droite bloquée de plus de 12 m) :

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

où  $A_{ct}$  est la section tendue du linteau et du chaînage (selon NF EN 1992-1-1, section 7.3.2)

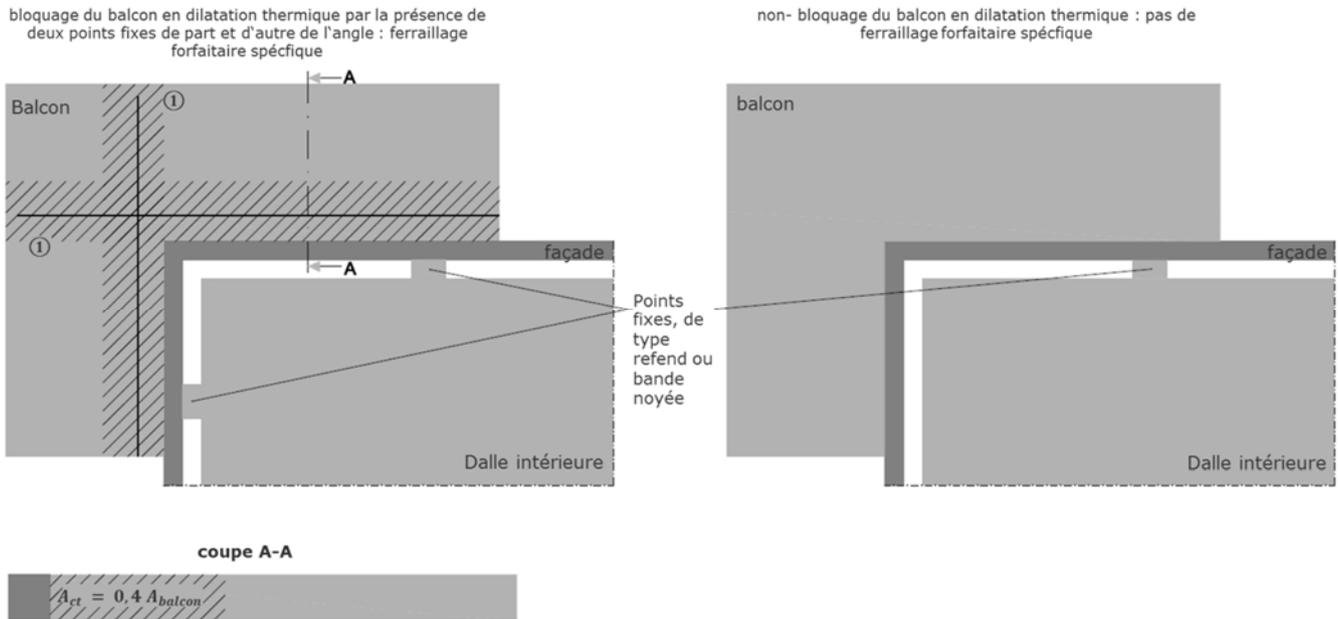
$L_{f,5}$  = longueur d'ancrage pour diffusion de l'effort vers la partie courante du chaînage (selon la NF EN 1992-1-1 et son AN).

**Figure 13 : Dispositions constructives de ferrailage minimal**

### 2.12.2.3.5. Dimensionnement du ferrailage forfaitaire au niveau des balcons d'angle sortants « bloqués »

De manière similaire au cas des façades (cf. §2.12.2.3.3 et 2.12.2.3.4), il conviendra de traiter les coins rentrants des balcons d'angle sortant, dont la dilatation thermique est empêchée via la présence de points fixes de part et d'autre de l'angle, comme illustré à la Figure 14.

Pour ces balcons, un ferrailage minimal forfaitaire de maîtrise de la fissuration devra être mis en œuvre. Ce ferrailage est forfaitaire et ne doit pas être mis en complément du ferrailage calculé conventionnellement. Il sera réparti judicieusement sur l'ensemble de la section  $A_{st}$  aussi bien en nappe inférieure que supérieure. La figure suivante résume les prescriptions à suivre.



① Ferrailage forfaitaire selon NF EN 1992-1-1, section 7.3.2 :

$$A_{smin} = f_{ctm} / f_{yk} \cdot A_{ct} \text{ où } A_{ct} = 0,4 \cdot A_{balcon}$$

avec  $A_{balcon}$  : aire transversale totale du balcon

Figure 14 : ferrailage forfaitaire en balcon d'angle sortant bloqué en dilatation

### 2.12.3. Annexe III Calcul thermique – Valeur de $\Psi$

Les valeurs  $\psi$  présentées dans cette Annexe ont été évaluées par le CSTB. (Rapports DIR/HTO 2013-294-RB/LS et DEIS/HTO 2019-050-KZ/LB, DEIS/HTO 2020-063+064-KZ/LB et DEB/HTO 2020-067-KZ/LB, conductivités thermiques selon le §2.4.2 du Dossier Technique).

#### 2.12.3.1. Type DF (modèles DF et DFi): liaison dalle-façade

##### Flux thermique – valeurs $\Psi$ :

Les valeurs des tableaux sont utilisables dans les limites suivantes :

- > Mur en béton d'épaisseur  $e_{mur} \geq 160$  mm ou en maçonnerie courante d'épaisseur  $e_{mur} \geq 200$  mm
- > Conductivité thermique de l'isolation par l'intérieur du mur  $\lambda_{utile} \geq 0,030$  W/(m.K)
- > Epaisseur de l'isolation par l'intérieur du mur  $80 \text{ mm} \leq e_{isol-mur} \leq 130$  mm
- > Résistance thermique de l'isolant sous plancher bas  $R \leq 6$  m<sup>2</sup>.K/W
- > Résistance thermique de l'isolant en toiture terrasse  $R \leq 10$  m<sup>2</sup>.K/W

Liaison d'un mur avec :	Hauteur dalle béton (mm)	Valeur $\Psi$ pour le modèle DF (en W/(m.K))					
		DF6/2	DF6/3	DF6/4	DF6/5	DF6/7	DF6/10
Plancher bas <sup>(1)</sup> (L8)	190-200	0,14	0,16	0,18	0,19	0,21	0,23
	230	0,15	0,17	0,19	0,20	0,22	0,24
	250	0,16	0,17	0,19	0,20	0,23	0,25
Plancher intermédiaire (L9)	190-200	0,14	0,16	0,18	0,20	0,22	0,25
	230	0,15	0,17	0,19	0,21	0,23	0,26
	250	0,15	0,18	0,20	0,21	0,24	0,26
Plancher haut (L10)	190-200	0,14	0,17	0,19	0,20	0,22	0,25
	230	0,15	0,18	0,20	0,21	0,23	0,26
	250	0,16	0,18	0,20	0,21	0,24	0,26

<sup>(1)</sup> Pour une résistance thermique de l'isolant sous plancher  $6 < R \leq 8$  m<sup>2</sup>.K/W, les valeurs sont à majorer de 0,01 W/(m.K)

Liaison d'un mur avec :	Hauteur dalle béton (mm)	Valeur $\Psi$ pour le modèle DFi (en W/(m.K))					
		DFi6/2	DFi6/3	DFi6/4	DFi6/5	DFi6/7	DFi6/10
Plancher bas <sup>(1)</sup> (L8)	160	0,13	0,15	0,15	0,17	0,19	0,21
	180	0,14	0,16	0,16	0,18	0,20	0,22
	200	0,14	0,16	0,16	0,18	0,20	0,23
	230	0,15	0,17	0,17	0,19	0,21	0,23
	250	0,16	0,17	0,18	0,20	0,22	0,24
Plancher intermédiaire (L9)	160	0,12	0,14	0,14	0,16	0,18	0,21
	180	0,13	0,15	0,15	0,17	0,19	0,21
	200	0,13	0,16	0,16	0,18	0,20	0,22
	230	0,14	0,17	0,17	0,19	0,21	0,23
	250	0,15	0,17	0,17	0,19	0,21	0,24
Plancher haut (L10)	160	0,13	0,15	0,15	0,17	0,19	0,22
	180	0,14	0,16	0,16	0,18	0,20	0,22
	200	0,14	0,16	0,16	0,18	0,21	0,23
	230	0,15	0,17	0,17	0,19	0,21	0,24
	250	0,16	0,18	0,18	0,20	0,22	0,24

<sup>(1)</sup> Pour une résistance thermique de l'isolant sous plancher  $6 < R \leq 8$  m<sup>2</sup>.K/W, les valeurs sont à majorer de 0,01 W/(m.K)

Majoration ou minoration du pont thermique de liaison  $\Psi$ 

Le tableau suivant présente la variable de majoration ou minoration  $\Delta\Psi$ , en cas de variation par rapport à la configuration de base.

Liaison d'un mur avec :	Majoration ou minoration $\Delta\Psi$ à appliquer en W/(m.K) pour les modèles DF et DFi		
	Mur en briques creuses $e_{mur} \geq 200\text{mm}$	Epaisseur isolant mur $130\text{ mm} < e_{iso} \leq 160\text{ mm}$	Epaisseur isolant mur $160\text{ mm} < e_{iso} \leq 200\text{ mm}$
Plancher bas(L8)	-0,01	+0,01	+0,02
Plancher intermédiaire(L9)	-0,01	+0,00	+0,01
Plancher haut(L10)	-0,01	+0,01	+0,02

## 2.12.3.2. Types DB et Ki et D: liaison dalle-balcon

Flux thermique – valeurs  $\Psi$  :

Les valeurs des tableaux sont utilisables dans les limites suivantes :

- > Mur en béton d'épaisseur  $e_{mur} \geq 160\text{ mm}$  ou en maçonnerie courante d'épaisseur  $e_{mur} \geq 200\text{ mm}$
- > Conductivité thermique de l'isolation par l'intérieur du mur  $\lambda_{utile} = 0,030\text{ W/(m.K)}$
- > Epaisseur de l'isolation par l'intérieur du mur  $80\text{ mm} \leq e_{iso} \leq 130\text{ mm}$

Hauteur plancher béton [mm]	$\Psi$ en W/(m.K) pour le modèle DB :											
	DB1			DB2			DB3			DB4		
	V6	V8	V10	V6	V8	V10	V6	V8	V10	V6	V8	V10
160	0,22	0,23	0,24	0,29	0,30	0,32	0,33	0,35	0,36	0,38	0,39	0,41
180	0,23	0,24	0,25	0,30	0,31	0,33	0,34	0,35	0,37	0,38	0,40	0,41
200	0,23	0,24	0,25	0,30	0,32	0,33	0,35	0,36	0,38	0,39	0,40	0,42
230	0,24	0,25	0,26	0,31	0,33	0,34	0,35	0,37	0,38	0,40	0,41	0,43
250	0,25	0,26	0,27	0,32	0,34	0,35	0,36	0,38	0,39	0,41	0,42	0,44

Hauteur plancher béton [mm]	$\Psi$ en W/(m.K) pour le modèle Ki :														
	Ki30			Ki50			Ki55			Ki60			Ki90		
	VV6	VV8	VV10	VV6	VV8	VV10	VV6	VV8	VV10	VV6	VV8	VV10	VV6	VV8	VV10
160	0,24	0,24	0,25	0,27	0,28	0,29	0,31	0,31	0,33	0,33	0,34	0,35	0,37	0,38	0,39
180	0,25	0,25	0,26	0,28	0,29	0,29	0,32	0,32	0,34	0,33	0,35	0,35	0,38	0,39	0,4
200	0,25	0,26	0,26	0,29	0,29	0,30	0,32	0,33	0,34	0,34	0,35	0,36	0,38	0,4	0,4
230	0,26	0,27	0,27	0,30	0,30	0,31	0,33	0,33	0,35	0,35	0,36	0,37	0,39	0,41	0,41
250	0,27	0,28	0,28	0,31	0,31	0,32	0,34	0,34	0,36	0,36	0,37	0,38	0,40	0,42	0,42

Hauteur plancher béton [mm]	$\Psi$ en W/(m.K) pour le modèle D :														
	D20			D30			D50			D70			D90		
	VV4	VV6	VV8	VV6	VV8	VV10									
160	0,22	0,23	0,25	0,25	0,28	0,31	0,29	0,32	0,35	0,36	0,38	0,42	0,40	0,43	0,46
180	0,22	0,23	0,26	0,26	0,28	0,32	0,30	0,33	0,36	0,36	0,39	0,42	0,41	0,43	0,47
200	0,23	0,24	0,28	0,26	0,29	0,32	0,31	0,33	0,37	0,37	0,40	0,43	0,41	0,44	0,47
230	0,24	0,25	0,28	0,27	0,30	0,33	0,31	0,34	0,37	0,38	0,40	0,44	0,42	0,45	0,48
250	0,25	0,26	0,29	0,28	0,31	0,34	0,32	0,35	0,38	0,39	0,41	0,45	0,43	0,46	0,49

Majoration ou minoration $\Delta\Psi$ à appliquer en W/(m.K) pour les modèles DB,Ki et D		
Mur en brique creuses $ep \geq 20\text{ cm}$	Epaisseur isolant mur $130\text{ mm} < e \leq 160\text{ mm}$	Epaisseur isolant mur $160\text{ mm} < e \leq 200\text{ mm}$
0,00	+0,01	+0,01

## 2.12.3.3. Type RF : liaison refend-façade

Flux thermique – valeurs  $\Psi$  :

Les valeurs des tableaux sont utilisables dans les limites suivantes :

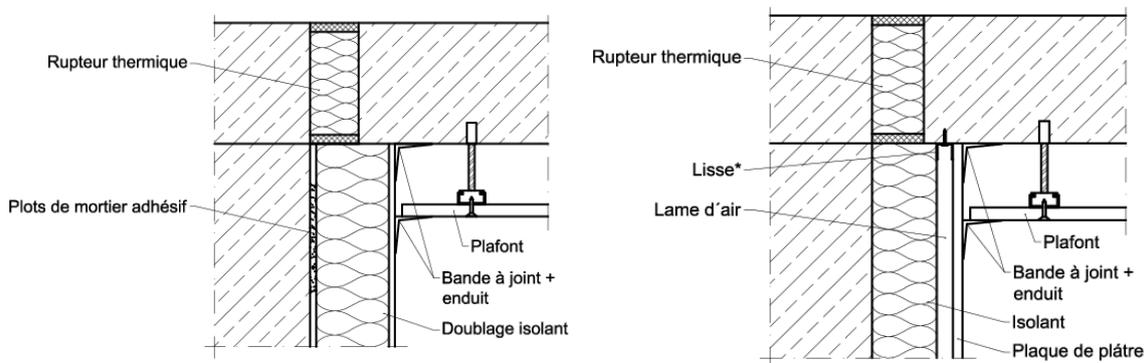
- > Mur en béton d'épaisseur  $e_{mur} = 180$  mm ou en maçonnerie courante d'épaisseur  $e_{mur} = 200$  mm
- > Conductivité thermique de l'isolation par l'intérieur du mur  $\lambda_{utile} = 0,04$  W/(m.K)
- > Epaisseur de l'isolation par l'intérieur du mur  $e_{iso} = 100$  mm

Liaison d'un mur avec :	Épaisseur du refend (mm)	Valeur $\Psi$ selon configuration (en W/(m.K))
		RF
Refend	160	0,14
	200	0,15

### 2.12.4. Annexe IV : Détail de mise en œuvre des ouvrages de plâtrerie

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

#### Exemple de la mise en œuvre pour isolation collée



\* La fixation des lisses ne peut se faire au travers des rupteurs, dont les plaques silico-calcaires ne sont pas autorisées à être percées. Le chevauchement de la lisse et du rupteur est possible, à condition que la prescription précédente soit respectée.

Figure 15 : Raccordement en partie haut pour isolation continue

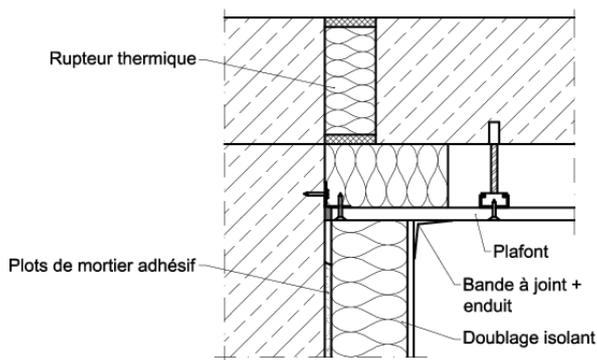
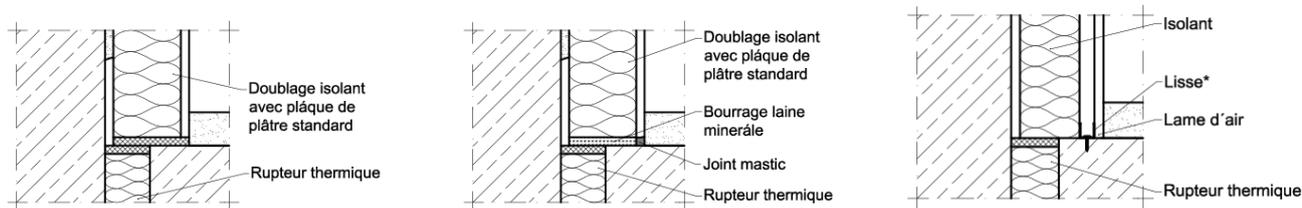


Figure 15 : Raccordement en partie haut pour isolation interrompue par le plafond



\* La fixation des lisses ne peut se faire au travers des rupteurs, dont les plaques silico-calcaires ne sont pas autorisées à être percées. Le chevauchement de la lisse et du rupteur est possible, à condition que la prescription précédente soit respectée.

Figure 16 : Raccordement en partie basse