

Sur le procédé

Rupteurs thermiques ISOTEC RT+ en isolation thermique par l'extérieur (ITE)

Titulaire :

Société PLAKAGROUP France

Internet : <https://www.plakagroup.com/fr-FR/PLAKA-France/>

Descripteur :

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

Les différents modèles de la gamme visée sont les suivants :

- **Modèles MVE** : pour les liaisons dalle-balcon en porte-à-faux ;
- **Modèles MVEA** : pour les liaisons dalle-acrotère ;
- **Modèles VE** : pour les liaisons dalle-balcon/loggia/coursive sur deux ou trois appuis et non en porte à faux ;
- **Modèles VEP** : pour les liaisons dalle – balcon/loggia/coursive à prédalle sur deux ou trois appuis et non en porte à faux., ou deux appuis. Pour les modèles VEP, le balcon, la loggia ou la coursive sont constitués d'un plancher à prédalle.

Le procédé « ISOTEC RT+ en ITE » ne peut être utilisé que dans le cadre d'une isolation thermique par l'extérieur du bâtiment.

Les rupteurs ISOTEC RT+ en ITE 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 métalliques. Afin d'éviter leur corrosion les parties d'armatures traversant l'isolant sont en acier inoxydable.

Groupe Spécialisé n° 3.1 - Planchers et accessoires de plancher

Famille de produit/Procédé : Rupteur de ponts thermiques structuraux en Isolation thermique Extérieure (ITE)

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
V1	Il s'agit de la première demande d'Avis Technique.	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	8
2.	Dossier Technique.....	9
2.1.	Données commerciales	9
2.1.1.	Coordonnées	9
2.2.	Description.....	9
2.2.1.	Principe.....	9
2.3.	Domaine d'emploi	9
2.4.	Description du rupteur	10
2.4.1.	Modèle MVE.....	10
2.4.2.	Modèle MVEA.....	10
2.4.3.	Modèle VE et VEP	11
2.5.	Eléments et matériaux.....	11
2.5.1.	Acier Inoxydable (Suivant NF EN 10088-1 et 10088-3)	11
2.5.2.	Isolant	11
2.5.3.	Capot en PVC.....	12
2.5.4.	Peigne en acier inoxydable	12
2.5.5.	Buton en acier	12
2.5.6.	Béton.....	12
2.6.	Fabrication et contrôle	13
2.7.	Fourniture et assistance technique	14
2.7.1.	Identification et suivi du produit.....	14
2.7.2.	Assistance technique	15
2.8.	Règles de conception.....	15
2.8.1.	Analyse statique.....	15
2.8.2.	Sécurité incendie.....	18
2.8.3.	Valeurs de calcul pour les différents modèles de la gamme	18
2.8.4.	Thermique.....	18
2.8.5.	Disposition constructive et ferrailage minimum.....	19
2.8.6.	Etanchéité.....	19
2.9.	Etanchéité des toitures terrasses, des balcons, des loggias et des coursives	19
2.9.1.	Domaine d'emploi.....	19
2.9.2.	Compatibilité	19
2.9.3.	Prescription de mise en œuvre	20
2.10.	Mise en œuvre.....	20
2.10.1.	Généralités	20
2.10.2.	Cinématique de pose pour le rupteur VE :.....	20
2.10.3.	Cinématique de pose pour le rupteur VEP :	22
2.10.4.	Cinématique de pose pour le rupteur MVEA :	23
2.10.5.	Cinématique de pose pour le rupteur MVE	25
2.10.6.	Cas particulier des passages de réseaux	28

2.11.	Résultats expérimentaux.....	29
2.11.1.	Mécanique.....	29
2.11.2.	Feu.....	29
2.11.3.	Acoustique.....	29
2.11.4.	Thermique.....	29
2.12.	Références.....	29
2.12.1.	Données Environnementales.....	29
2.12.2.	Autres références.....	29
2.13.	Annexes du Dossier Technique.....	30
	Annexe 1 – Données techniques sur les modèles MVE.....	30
	Annexe 2 – Données techniques sur les modèles MVEA.....	35
	Annexe 3 – Données techniques sur les modèles VE.....	37
	Annexe 4 – Données techniques sur les modèles VEP.....	39
	Annexe 5 – Longueurs maximales entre joints de fractionnement.....	41
	Annexe 6 – Calculs des ponts thermiques.....	42
	Annexe 7 - Etanchéité.....	44

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 25 mai 2021, le procédé **Rupteurs thermiques ISOTEC RT+ en Isolation Thermique Extérieure (ITE)**, présenté par la Société PLAKAGROUP France. 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 « ISOTEC RT+ en ITE » sont des composants structuraux destinés à traiter les ponts thermiques entre balcons/coursives et dalles de plancher intérieur et entre acrotères et dalles de plancher intérieur.

Les différents modèles de la gamme visée sont les suivants :

- **Modèles MVE** : pour les liaisons dalle-balcon en porte-à-faux ;
- **Modèles MVEA** : pour les liaisons dalle-acrotère
- **Modèles VE** : pour les liaisons dalle-balcon/loggia/coursive sur deux ou trois appuis et non en porte à faux ;
- **Modèles VEP** : pour les liaisons dalle – balcon/loggia/coursive sur deux ou trois appuis et non en porte à faux. Pour les modèles VEP, le balcon, la loggia ou la coursive sont constitués d'un plancher à prédalle.

Les types de rupteur sont détaillés en Annexes 1 à 4 du Dossier Technique.

Les rupteurs ISOTEC RT+ en ITE 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 métalliques. Afin d'éviter leur corrosion les armatures traversant l'isolant sont en acier inoxydable.

1.1.2. Identification

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

1.2. AVIS

1.2.1. Domaine d'emploi accepté

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

Le domaine d'emploi proposé dans le Dossier Technique (§2.3) est accepté, à condition de respecter les dispositions figurant dans les Prescriptions Techniques (paragraphe § 1.2.3).

L'utilisation du système de rupteurs « ISOTEC RT+ en ITE » avec un autre système de rupteurs n'est pas visée par le présent Avis Technique.

Le présent Avis vise les planchers, balcons et acrotères dont l'épaisseur est comprise entre 18 et 25 cm. Les types de planchers extérieurs visés sont les suivants :

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

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

- Murs en béton armé coulés en place
- Maçonnerie de petits éléments
- Murs à coffrage intégré

Murs préfabriqués en béton de type plaque pleine Les balcons préfabriqués et les balcons décalés en hauteur par rapport au plancher intérieur, au-delà des limites suivantes, ne sont pas visés. Le décalage maximal du niveau de la sous face du balcon en dessous de la sous face du plancher intérieur est au plus égal au tiers de l'épaisseur du mur. Le recouvrement des armatures du rupteur et des armatures du plancher intérieur doit être assuré.

L'association du rupteur MVEA (acrotère) et du rupteur MVE (casquette) n'est pas visé.

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

Le domaine d'utilisation des rupteurs ISOTEC RT+ en ITE est limité à des éléments de construction

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

Le domaine d'emploi est limité aux éléments fixés avec joints de fractionnement espacés des distances maximales indiquées dans le tableau en Annexe 5 de la partie Dossier Technique.

La destination en toiture-terrasse est visée par le présent Avis.

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 et aux prescriptions techniques (§0). La résistance des composants est normalement assurée dans le domaine des planchers en béton armé soumis à des charges principalement statiques et situés en dehors de toute atmosphère agressive.

Sécurité en cas d'incendie

Réaction au feu :

L'isolant en laine roche ROCKFEU COFFRAGE, d'épaisseur 8 cm, est classé de manière conventionnelle A1. Le classement de réaction au feu de l'isolant n'est pas modifié par la présence des capots PVC.

Résistance au feu :

Les modèles de rupteur MVE, MVEA, VE et VPE font l'objet d'une appréciation de laboratoire n° AL19-256 délivrée par le CSTB donnant lieu à une équivalence de classement de résistance au feu REI120.

Ce classement de résistance au feu est uniquement valable pour :

- Une épaisseur de béton (prédalle + dalle de compression ou dalle seule) de l'ouvrage où sont installés les rupteurs, supérieure ou égale à 180 mm,
- La présence d'au moins deux filants du chaînage dans la boucle du rupteur, hors rupteur MVE

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

Prévention des accidents lors de la mise en œuvre

La mise en œuvre des composants « ISOTEC RT+ en ITE » 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 l'article 3 de l'arrêté du 22 octobre 2010 modifié ne sont pas visés.

Isolation thermique

Les composants « ISOTEC RT+ en ITE » permettent de traiter les ponts thermiques constitués normalement par la continuité des dalles de planchers avec balcons en porte-à-faux ou avec d'autres éléments en béton, écartant ainsi les risques de condensation superficielle en parements intérieurs. Les calculs d'isolation sont menés conformément aux Règles Th-Bât.

L'isolant est en laine de roche certifié ACERMI (Ref. 07/015/455) et conforme à la NF EN 13162, dont la conductivité thermique utile est de $\lambda_{utile} = 0,038 \text{ W/m.K}$.

Les coefficients de transmission linéique $\Psi \text{ W/(m.K)}$, les hypothèses ainsi que les résultats détaillés des calculs réalisés conformément aux règles TH-Bât sont donnés en Annexe 6 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.

Les calculs de pont thermique ne sont valables que si les fibres de l'isolant sont perpendiculaires au flux de chaleur.

Isolation acoustique

Les rupteurs thermiques ne modifient pas l'isolement acoustique de la façade. Le procédé ne détériore donc pas la performance acoustique du bâtiment.

Etanchéité

La destination en toiture-terrasse est visée par le présent Avis :

- Les toitures-terrasses inaccessibles, les toitures-terrasses techniques, les toitures-terrasses accessibles aux piétons avec ou sans protection par dalles sur plots, les toitures-terrasses végétalisées et les toitures-terrasses jardins.

Les toitures-terrasses accessibles aux véhicules ne sont pas visées.

Données environnementales

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

Aspects sanitaires

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

Le titulaire du présent Avis conserve l'entière responsabilité de ces informations et déclarations.

1.2.2.2. Durabilité - Entretien

Compte tenu des conditions de fabrication des composants « ISOTEC RT+ en ITE » dans une usine spécialisée, et compte tenu des caractéristiques des matériaux utilisés, notamment de l'acier inoxydable, la durabilité des composants est équivalente à celle des produits traditionnels utilisés dans la construction.

Ils ne nécessitent pas d'entretien spécifique.

1.2.2.3. Fabrication et contrôle

La fabrication des composants « ISOTEC RT+ en ITE » est effectuée en usine sous autocontrôle (cf. §2.6). Les contrôles portent les dimensions des coupes des aciers et de l'isolant, le façonnage des aciers et l'assemblage des éléments du rupteur. Des essais extérieurs garantissent les caractéristiques à la traction des aciers utilisés pour la fabrication.

Cet Avis ne vaut que pour les fabrications pour lesquelles les autocontrôles et les modes de vérification décrits dans le §2.6 du dossier technique sont effectués.

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 et des armatures du plancher et du balcon doit tenir compte de la présence des composants « ISOTEC RT+ en ITE ». Dans ce but, chaque élément porte une étiquette sur laquelle figurent des instructions de mise en œuvre.

Les plans de calepinage transmis aux utilisateurs doivent faire apparaître niveau par niveau chaque rupteur avec sa référence complète, des coupes montrant les dispositions de ferrailage et les détails de mise en œuvre ainsi que le linéaire prévu.

1.2.3. Prescriptions Techniques

1.2.3.1. Conditions de conception

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

- NF EN 1991-1-1 et son annexe nationale pour la définition des charges d'exploitation, des charges permanentes et d'exploitation dues aux forces de pesanteur.
- NF EN 1991-1-3 et son annexe nationale pour les charges de neige à prendre en compte ;
- NF EN 1991-1-4 et son annexe nationale pour les charges de vent à prendre en compte ;
- NF EN 1992-1-1 et son annexe nationale pour le calcul du béton armé ;
- NF EN 1993-1-4 et son annexe nationale pour le calcul au flambement des barres comprimées (scellées ou butonnées) ;
- Règles Th-Bat pour le calcul des caractéristiques d'isolation thermique des parois ;
- NF DTU 23.4 et norme NF P19-206 : pour la conception et le calcul des planchers à prédalles ;
- Norme Européenne EN 12354 pour le calcul d'isolement acoustique.

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 butons métalliques 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 butons (ou aux armatures) de compression, ce qui permet ainsi l'embiellage du système dans des plans verticaux.
- La longueur libre des armatures ou butons métalliques comprimés est prise égale à l'épaisseur de l'isolant augmentée de deux fois le diamètre de la barre. Concernant la longueur de flambement :
 - Pour les armatures, elle est prise comme étant la moitié de la longueur libre ; les barres sont considérées bi-encastées dans le béton.
 - Pour les butons métalliques, elle est prise comme étant égale à la longueur libre ; les butons sont considérés articulés aux 2 extrémités
- 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 pas les moments résistants suivants :
 - Le moment résistance à l'ELU par rapport aux armatures en acier tendues ;
 - Le moment résistance à l'ELU par rapport aux armatures en acier ou aux butons métalliques, en acier inoxydable, comprimés.
- Les efforts tranchants sont équilibrés par des armatures spéciales toujours inclinées (suspentes).
- La résistance de calcul en traction de l'acier inoxydable à utiliser est celle précisée au §2.5.1 du Dossier Technique.
- La résistance au flambement de l'acier inoxydable, situé à la traversée de l'isolant, est calculée selon la NF EN 1993-1-4. Les valeurs d'utilisation données dans le Dossier Technique ont été obtenues par application des méthodes décrites ci-dessus. Les hypothèses à retenir pour l'intégration du rupteur dans un ouvrage sont les suivantes :
- Le béton à utiliser dans les ouvrages munis de rupteurs thermiques « ISOTEC RT+ en ITE » est de classe de résistance minimale C25/30.
- L'enrobage minimum des armatures des rupteurs de ponts thermique par rapport à la face supérieure d'une prédalle doit être de 10 mm toutes les tolérances épuisées.
- Les vérifications sur les rupteurs ISOTEC RT+ en ITE en effort tranchant (V_z), en effet tirant-buton (N_x) et en moment fléchissant sont à effectuer suivant la méthodologie décrite au §2.8.1.3.
- Les planchers à prédalles doivent être dimensionnés conformément aux prescriptions du NF DTU 23.4 et en particulier l'annexe G de la norme NF P19-206. Des suspentes sont à prévoir au droit des rupteurs thermiques.

- Les armatures courantes des balcons (ou loggia) peuvent être constituées par des aciers ou par des treillis soudés. Les longueurs des armatures de rupteurs, en attente, sont établies pour assurer le recouvrement sans crochets.
- Les rupteurs pour acrotère doivent être dimensionnés pour reprendre une pression localisée isotrope (agissant sur toutes les directions (traction et compression) de 600 daN/m² (explosion, tornade ou autre) à l'ELU accidentel.
- Pour les justifications des déformations des dalles en porte-à-faux, il y a lieu de tenir compte de l'allongement et du raccourcissement des barres au droit de l'isolant, qui conduit, sans calcul précis, à considérer une rotation au niveau de l'appui (§2.8.1.4.3). Autrement les longueurs de barres à introduire dans ces calculs sont :
 - Pour les armatures tendues : la longueur de la partie dans l'isolant augmentée de part et d'autre de cm plus 10 fois le diamètre de la barre ;
 - Pour les barres comprimées : la longueur de la partie dans l'isolant augmentée de part et d'autre de 3 cm.
- La déformation finale de la dalle en porte-à-faux doit être maintenue dans les limites acceptables par une mise en œuvre avec contre-flèche suivant le dimensionnement indiqué dans le Dossier Technique.
- En absence de justification sur la stabilité d'ensemble des rupteurs, pour tenir compte de la défaillance d'un élément ponctuel, les vérifications vis-à-vis des combinaisons de charges accidentelles sont menées en divisant les valeurs des capacités portantes des rupteurs (indiquées en Annexes 1 à 4 du Dossier Technique) par un coefficient de sécurité de 1,5.
- Les rupteurs VE 3.6/3.6 et VEP 3.6/3.6 utilisés dans le sens non porteur du plancher doivent être dimensionnés pour équilibrer 30 % de l'effort tranchant sollicitant dans le sens porteur.

1.2.3.2. Rôle d'intervenants

- Le dimensionnement des rupteurs est réalisé par le titulaire à partir des efforts communiqués par le BET structure en charge de l'opération.
- 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 est rappelé qu'il appartient à la Société PLAKA GROUP France d'informer les utilisateurs des conditions d'utilisation du procédé « ISOTEC RT+ en ITE », en conformité avec les recommandations du présent Avis Technique.
- Il est rappelé qu'un plan de calepinage doit être établi en concertation entre le titulaire, le BET Thermique et le BET structure de l'opération.
- Les acrotères doivent être conformes au DTU 20.12 (y compris ceux équipés de rupteurs verticaux).
- Vis-à-vis de la durabilité des balcons, le Groupe attire l'attention sur la nécessité de prendre en considération le §2.8.6 du Dossier Technique

2. Dossier Technique

Issu du dossier établi par le titulaire

2.1. Données commerciales

2.1.1. Coordonnées

Titulaire : Société: PLAKAGROUP FRANCE
 6 rue Cabanis FR - 31240 l'Union
 Toulouse, France
 Tél. : 05 34 25 54 75 Fax : 05 34 25 54 84
 Email : info@plakagroup.fr
 Internet : www.plakagroup.com/fr_FR/PLAKA-France/

2.2. Description

2.2.1. Principe

Les rupteurs thermiques « ISOTEC RT+ en ITE » sont des composants structuraux destinés à traiter les ponts thermiques entre balcons//coursives et dalles de plancher intérieur et entre acrotères et dalles de plancher intérieur.

Les différents modèles de la gamme visée sont les suivants :

- **Modèles MVE** : pour les liaisons dalle-balcon en porte-à-faux ;
- **Modèles MVEA** : pour les liaisons dalle-acrotère
- **Modèles VE** : pour les liaisons dalle-balcon/loggia/coursive sur deux ou trois appuis et non en porte à faux ;
- **Modèles VEP** : pour les liaisons dalle – balcon/loggia/coursive à prédalle sur deux ou trois appuis et non en porte à faux. Pour les modèles VEP, le balcon, la loggia ou la coursive sont constitués d'un plancher à prédalle.

Les types de rupteur sont détaillés en Annexes 1 à 4 du Dossier Technique.

Les rupteurs ISOTEC RT+ en ITE 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 métalliques. Afin d'éviter leur corrosion les armatures traversant l'isolant sont en acier inoxydable.

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'extérieur.

L'utilisation du système de rupteurs « ISOTEC RT+ en ITE » avec un autre système de rupteurs n'est pas visée par le présent Avis Technique.

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

Les types de planchers extérieurs visés, dont l'épaisseur est comprise entre 18 et 25 cm, sont les suivants :

- Dalle pleine coulée sur place ;
- Dalle sur prédalle béton armé ;
- Dalle sur prédalle précontrainte.
- Les toitures-terrasses accessibles aux véhicules ne sont pas visées.

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

- Murs en béton armé coulés en place ;
- Maçonnerie de petits éléments ;
- Murs à coffrage intégrés ;
- Murs préfabriqués en béton de type plaque pleine.

La destination en toiture-terrasse est visée par le présent Avis Technique :

- Les toitures-terrasses inaccessibles, les toitures-terrasses techniques, les toitures-terrasses accessibles aux piétons avec ou sans protection par dalles sur plots, les toitures-terrasses végétalisées et les toitures-terrasses jardins.
- Les toitures-terrasses accessibles aux véhicules ne sont pas visées.

Les balcons préfabriqués et les balcons décalés en hauteur par rapport au plancher intérieur, au-delà des limites suivantes, ne sont pas visés. Le décalage maximal du niveau de la sous face du balcon en dessous de la sous face du plancher intérieur est au plus égal au tiers de l'épaisseur du mur. Le recouvrement des armatures du rupteur et des armatures du plancher intérieur doit être assuré.

L'association du rupteur MVEA (acrotère) et du rupteur MVE (casquette) n'est pas visée.

Le domaine d'emploi est limité aux éléments de balcon et acrotère respectant les distances maximales entre joints de fractionnement indiquées dans le tableau en Annexe 5 du Dossier Technique.

Le domaine d'utilisation des rupteurs ISOTEC RT+ en ITE est limité à des éléments de construction

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

2.4. Description du rupteur

2.4.1. Modèle MVE

(M : transfert de moment / V : transfert de tranchant / E : isolation extérieure)

Modèle destiné à traiter les liaisons de balcons/loggia/coursives avec des planchers en béton armé, l'ensemble de ces éléments peuvent être coulés en place avec ou sans prédalles. Le réseau d'armatures est composé d'aciers supérieurs et inférieurs équilibrant le moment dû au porte-à-faux du balcon. Des diagonales remontent le tranchant et le transfert au mur porteur. L'isolant d'épaisseur 80 mm est positionné en continuité du doublage extérieur. L'isolant couvre la totalité de la hauteur du balcon. Les aciers du plancher et du balcon sont calculés par le BET en tenant compte des efforts à transmettre et viennent en recouvrement des aciers de l'ISOTEC RT+ MVE. Les aciers inférieurs, encore appelés butons, sont comprimés et vérifiés au flambement.

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

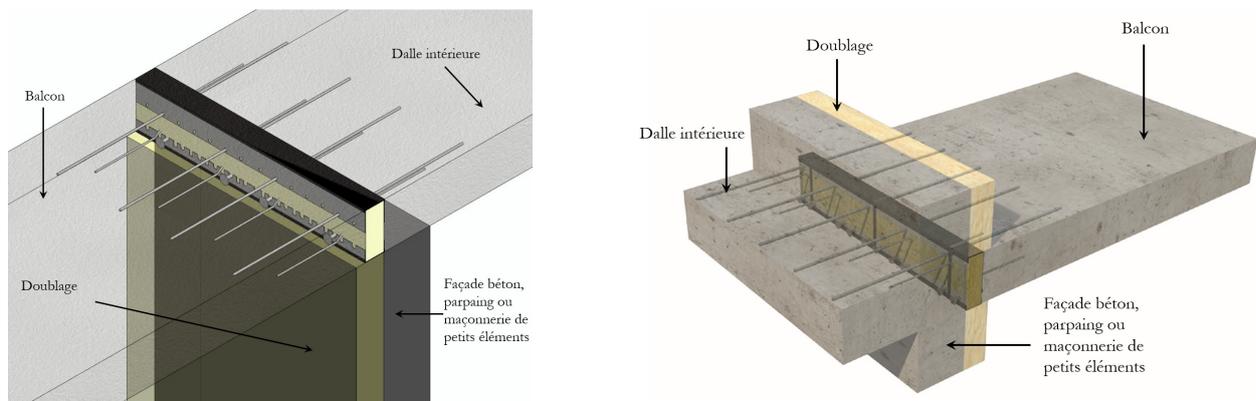


Figure 1 : Modèle MVE (Voir Annexe 1)

2.4.2. Modèle MVEA

(M : transfert de moment / V : transfert de tranchant / E : isolation extérieure / A : acrotère)

Modèle destiné à traiter les liaisons d'acrotères ou de garde-corps avec une dalle de terrasse coulée en place avec ou sans prédalles. Le réseau d'armatures est composé d'étriers équilibrant dans les deux sens le moment dû à l'effort horizontal exercé en tête de garde-corps et l'effort horizontal dû au vent en pression ou dépression. Des diagonales dans les deux sens reprennent le tranchant exercé par ces mêmes efforts et le transfert au plancher qui doit être armé en conséquence. L'isolant d'épaisseur 80mm est positionné en continuité de l'isolant extérieur. L'isolant couvre la totalité de la largeur de l'acrotère. Les aciers de l'acrotère sont calculés par le BET en tenant compte des efforts à transmettre et viennent en recouvrement des aciers de l'ISOTEC RT+ MVEA.

Une adaptation de l'étanchéité de la terrasse est à prévoir du fait que les supports d'étanchéité sont dissociés.

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

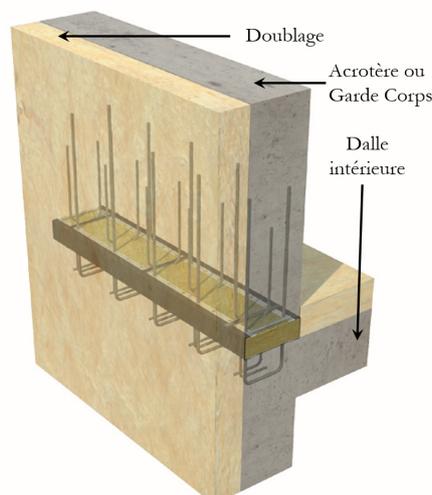


Figure 2 : Modèle MVEA (Voir Annexe 2)

2.4.3. Modèle VE et VEP

(V : transfert de tranchant / E : isolation extérieure / P : prédalle)

Modèle destiné à traiter les liaisons de balcons/loggia/coursives hors porte à faux avec des planchers en béton armé ; l'ensemble de ces éléments peuvent être coulés en place avec ou sans prédalles.

Le modèle VEP est destiné dans le cas où la loggia est coulée avec des prédalles.

Le réseau d'armatures est composé d'étriers équilibrant 15 % du moment fléchissant en travée et reprenant les effets du retrait, des diagonales remontent l'effort tranchant et le transfèrent au mur porteur. Les aciers du plancher sont calculés par le BET d'exécution et viennent en recouvrement des étriers de l'ISOTEC RT+ de type VE.

L'isolant d'épaisseur 80 mm est positionné en continuité du doublage extérieur. L'isolant couvre la totalité de la hauteur du plancher.

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

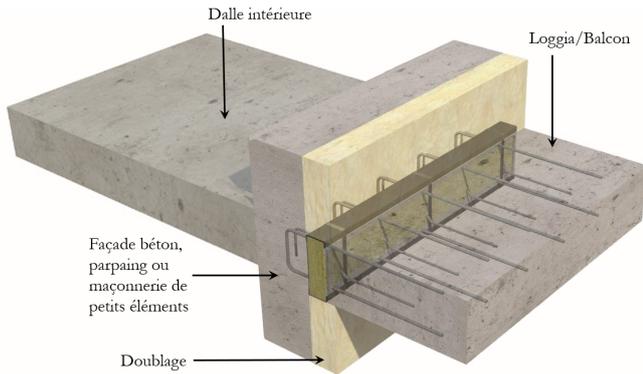


Figure 3 : Modèle VE (Voir Annexe 3)

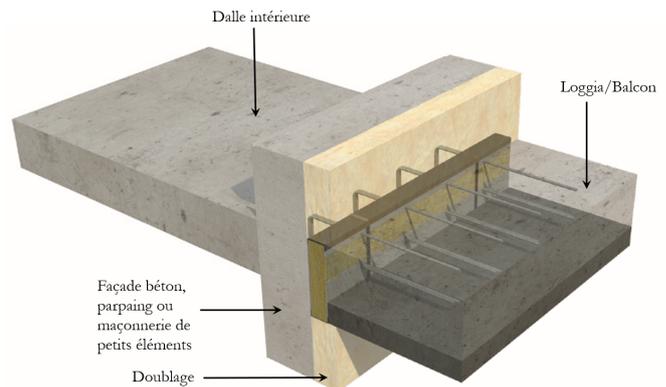


Figure 4 : Modèle VEP (Voir Annexe 4)

2.5. Éléments et matériaux

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

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

Les peignes inox calent l'isolant et assurent à chaque élément une bonne rigidité pour la manutention.

Un profil plastique recouvre l'isolant et le protège.

2.5.1. Acier Inoxydable (Suivant NF EN 10088-1 et 10088-3)

L'acier inoxydable utilisé est conforme à la norme NF EN 10088 parties 1 et 3. Cet acier inoxydable est de nuance inox EN 1.4301 ou équivalent, avec une résistance à la traction d'au moins 700 MPa. Les justifications des valeurs de résistance d'utilisation (voir annexes 1 à 4) sont conduites en utilisant les valeurs de performance mécaniques suivante :

- $f_{yk} = 500$ MPa
- $E_s = 170\,000$ MPa

En revanche, pour les justifications relatives aux distances maximales entre joints de fractionnement, la valeur de $f_{yk} = 700$ MPa a été utilisée.

2.5.2. Isolant

L'isolant composant le corps du rupteur est en laine de roche, sous la dénomination commerciale ROCKFEU COFFRAGE, d'épaisseur 80 mm et est conforme à la NF EN 13162. Cet isolant est marqué CE, possède une DoP et bénéficie d'un certificat ACERMI (n°07/015/455), dont les caractéristiques sont :

- Conductivité thermique utile $\lambda_{utile} = 0,038$ W/m.K.
- Réaction au feu : Euroclasse A1
- Comportement à l'eau :
 - Absorption d'eau à court terme par immersion partielle : WS
 - Absorption d'eau à long terme par immersion partielle WL(P)
- Masse volumique de 120 kg/m³
- Résistance à la compression : CS (10/Y) 30
- Stabilité dimensionnelle dans des conditions de température et d'humidité spécifiées : DS70°C/90%HR

2.5.3. Capot en PVC

Il sert à protéger l'isolant pendant la phase travaux, sa dimension est adaptée à l'épaisseur d'isolant. Des sangles en polypropylène serrent les profils PVC contre l'isolant.

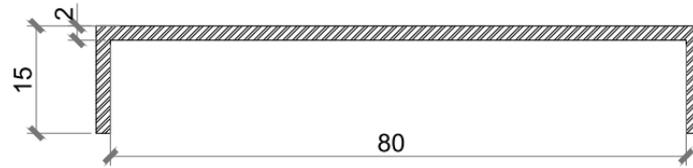


Figure 5 : Profil du capot plastique, les côtes sont en mm

2.5.4. Peigne en acier inoxydable

Ces peignes sont positionnés de part et d'autre de l'isolant pour maintenir l'espacement des barres hautes et basses en s'affranchissant de barres de montage. La hauteur du peigne inox dépend de la position de la barre, on laisse au minima 5 mm entre le bord et le nu du percement du peigne.

Exemple : Pour un rupteur VE 20/5.8/5.6 $d = 120$ $u = 30$ (cf. §2.7.1), la valeur de H pour les peignes bas sera égale à

$$H = u + \frac{\varnothing}{2} + 5 \text{ mm} = 30 + \frac{8}{2} + 5 = 39 \text{ mm}$$

$$\text{et pour les peignes en partie haute, } H = h_{dalle} - u - d + \frac{\varnothing}{2} + 5 \text{ mm} = 200 - 30 - 120 + \frac{8}{2} + 5 = 59 \text{ mm}$$

Aucune fonction de résistance n'est requise.

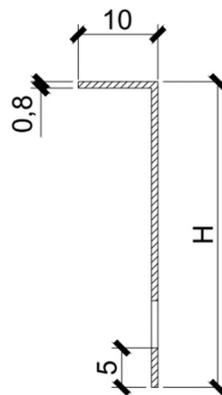


Figure 6 : Profil du peigne inox, les côtes sont en mm

2.5.5. Buton en acier

Les modèles MVE ont un buton situé en partie basse de diamètre 12 forgée en acier inox (Qualité Inox 304).

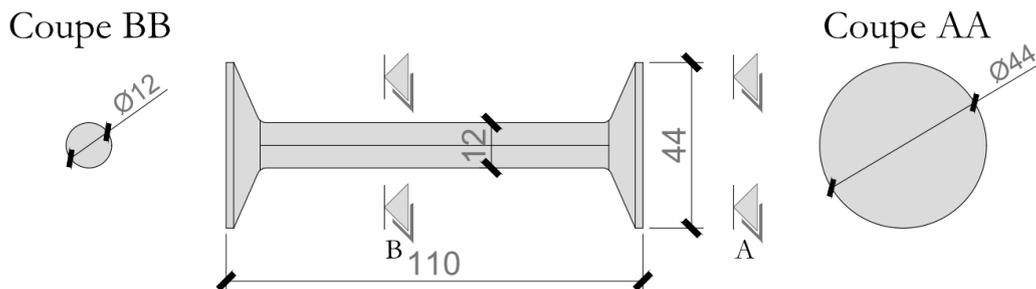


Figure 7 : Buton métallique

Tableau 1 : Propriétés mécaniques du buton en acier

R_m (MPa) Rupture	$R_{p0.2}$ (MPa) Limite élastique
> 700	> 600

2.5.6. Béton

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

2.6. Fabrication et contrôle

La fabrication du rupteur « ISOTEC RT+ en ITE » est exclusivement réalisée par PLAKABETON en Belgique.

Voici la liste des contrôles effectués lors de l'approvisionnement des matériaux, un élément d'un lot est contrôlé :

- 1) Pour la laine de roche : les dimensions sont contrôlées.
- 2) Pour les bobines d'aciers : le diamètre, la nuance de la bobine sont contrôlées.
- 3) Pour les plaques en aciers inoxydables : les dimensions sont contrôlées.
- 4) Pour les capots PVC : les dimensions sont contrôlées.

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

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

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

Dès la fin de la production, un élément d'un lot est contrôlé :

- 1) Contrôle des dimensions hauteur et épaisseur du rupteur
- 2) Contrôle des diamètres des aciers du rupteur
- 3) Contrôles des longueurs des aciers sortant de l'isolant
- 4) Contrôle de la position en hauteur des aciers
- 5) Contrôle du nombre de barres

Après le contrôle final les éléments sont étiquetés et emballés pour expédition.

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

Pour les aciers, un certificat de coulée du type 3.1 selon NF EN 10204 est exigé.

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

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

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

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

Des éléments sur mesure peuvent être fabriqués, le seul paramètre sur mesure concerne la longueur du produit fabriqué.

2.7. Fourniture et assistance technique

2.7.1. Identification et suivi du produit

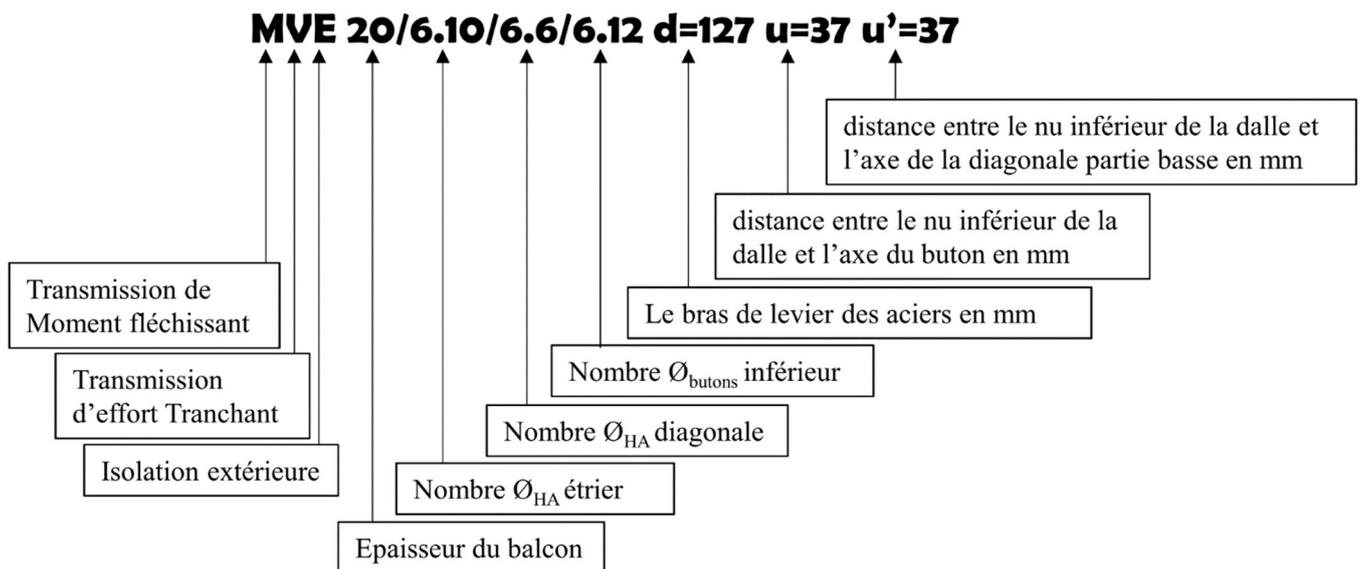
A la fabrication en usine, une étiquette est collée sur le profil plastique recouvrant l'isolant et donne le sens de pose. Une autre étiquette ligaturée aux armatures indique le nom du client, la référence de chantier et la dénomination du modèle.

La dénomination des rupteurs permet de connaître :

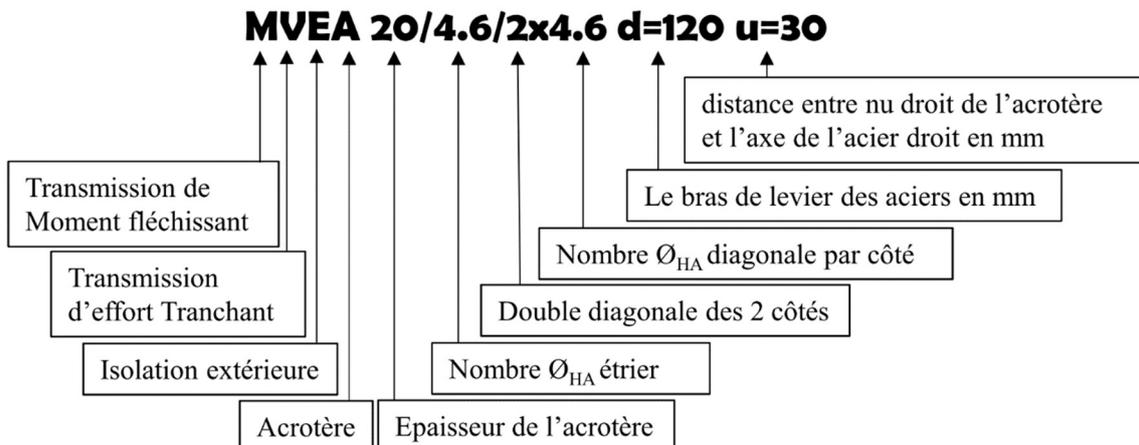
- 1) L'effort principal transmis – V pour tranchant – M pour moment fléchissant
- 2) Le type d'isolation – E pour extérieure
- 3) Particularité de liaison - A pour acrotère ou allège
- 4) La combinaison d'aciers – nombre de barres supérieures, nombre de barres diagonales, nombre de barres inférieures.
- 5) Le bras de levier des aciers
- 6) Distance du nu de dalle à l'axe de l'acier bas / du nu de la dalle à l'axe de l'acier droit pour le rupteur MVEA
- 7) Pour le cas particulier de prédalle au niveau des balcons, distance entre l'acier sup et la diagonale
- 8) Pour le cas particulier de prédalle au niveau des balcons, distance entre le nu inférieur de la dalle et la diagonale partie basse

Exemple :

Pour le modèle MVE



Pour le modèle MVEA



Pour le modèle VE ou VEP :

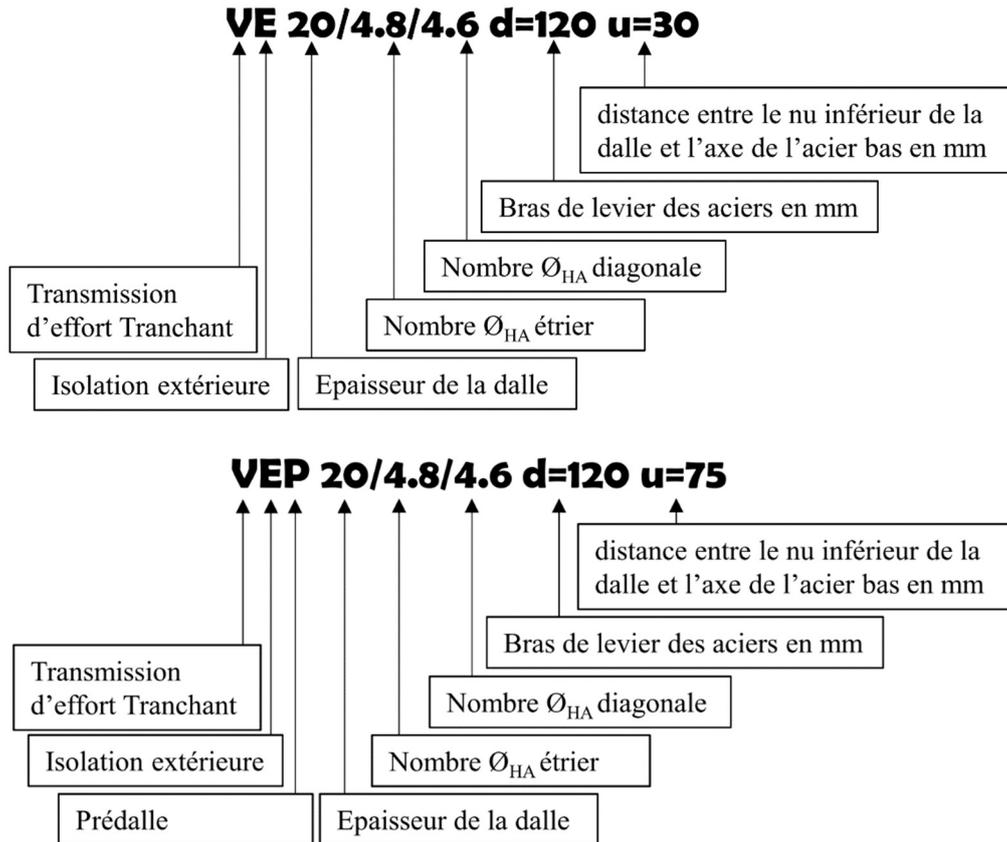


Figure 8 : Exemples d'identification du rupteur ISOTEC RT + en ITE

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

2.7.2. Assistance technique

Le service technique de PLAKAGROUP dimensionne les rupteurs sur la base de la descente de charges transmise par le bureau d'études structures en charge du projet et réalise un plan de calepinage en collaboration avec le BE thermique du projet et le BE structure du projet.

Dans le cas de plancher à prédalle, les informations concernant les épaisseurs de prédalle avec dalle de compression doivent être transmises au service technique de PLAKAGROUP.

Le plan d'exécution avec l'intégration des rupteurs est réalisé par le bureau d'étude structure de l'opération.

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

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.

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 règles de la RdM.
- Vent : Charge à ramener à la liaison plancher/acrotère en termes de M_y et d'effort tranchant V_z selon les règles de la RdM.
- Pour le cas des balcons/loggia l'effort tranchant est repris exclusivement par la diagonale, et il doit être considéré à l'axe de l'appui côté extérieur. Le moment agissant dû au balcon doit être considéré à l'axe de l'appui. Ces sollicitations sont à calculer au nu du voile.
- Pour le cas des liaisons façade-balcon/loggia/coursives simplement appuyées (hors porte à faux) l'effort tranchant est repris exclusivement par la diagonale. Le moment fléchissant sollicitant doit être pris égal au maximum de $0,15 M_0$ et $V_{Ed,dalle} \times e$ où M_0 est le moment fléchissant sollicitant de la travée, $V_{Ed,dalle}$ est l'effort tranchant à l'interface dalle/rupteur et e la distance entre les points d'intersection des barres diagonales et des membrures (voir Figures 9 et 10). Ces sollicitations sont à calculer au nu du voile.

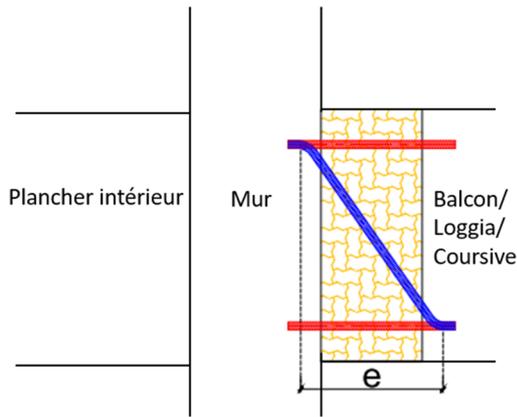


Figure 9 : La dimension « e » dans le cas d'une liaison avec dalle pleine

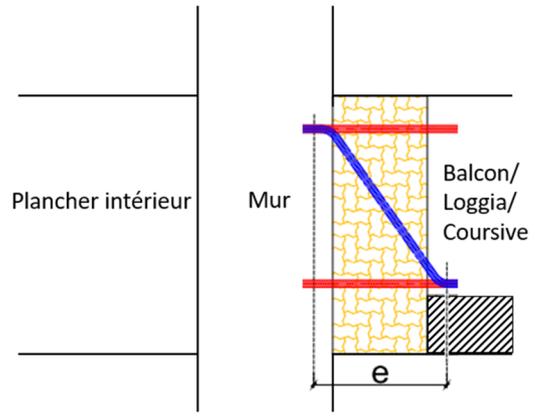


Figure 10 : La dimensions « e » dans le cas d'une liaison avec prédalle

2.8.1.2. Combinaisons de charges

Les combinaisons de charges à considérer sont les suivantes :

- ELU fondamental
- ELU accidentel

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

- ELS

Conformément à la NF EN 1992-1-1 §7.4.1 (4) sous combinaison quasi-permanent, il y a lieu de vérifier que la rotation du rupteur ne change pas le sens de la pente du balcon.

2.8.1.3. Choix des modèles

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

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

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

Si l'égalité n'est pas respectée, il y a lieu de choisir un modèle plus ferrailé (avec un F_{Rd} plus grand).

Dans le cas de prédalle, voici la règle à utiliser pour choisir les bonnes dimensions du modèle :

- Pour les rupteurs MVE :

- Dans le cas de la prédalle posé contre l'isolant, la valeur de u et u' sont égales et valent :

$$u = u' = e_{prédalle} + 10 \text{ mm} + \emptyset_{diagonale}/2$$

- Dans le cas contraire, la valeur de u et u' valent :

$$u' = e_{prédalle} + 10 \text{ mm} + \emptyset_{diagonale}/2$$

$$u = 37 \text{ mm}$$

- Pour les rupteurs VEP :

La valeur de u est prise égale à :

$$u = e_{prédalle} + 10 \text{ mm} + \emptyset_{diagonale}/2$$

Dans les équations ci-dessus :

- $e_{prédalle}$ correspond à l'épaisseur de la prédalle
- $\emptyset_{diagonale}$ correspond au diamètre de la diagonale du rupteur
- u' : la distance entre l'arase inférieure de la dalle côté intérieur et l'axe de la diagonale
- u : la distance entre l'arase inférieure de la dalle côté intérieur et l'axe du buton

- Pour l'ensemble des rupteurs :

Le choix du bras de levier d doit permettre d'obtenir un enrobage supérieur d'au moins 25 mm. Cette contrainte peut se traduire par le respect suivant :

$$d \leq e_{dalle/acrotère} - u - 25 \text{ mm} - \emptyset_{boucle/barre supérieure}/2$$

- Où

- $e_{dalle/acrotère}$ correspond à l'épaisseur totale de la dalle (prédalle + dalle de compression) ou acrotère
- $\emptyset_{boucle/barre supérieure}$ correspond au diamètre de la barre supérieur pour le rupteur MVE ou le diamètre de la boucle pour les autres rupteurs.

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. Vérification de la stabilité de l'ouvrage en ITE

Les éléments en ITE étant des éléments rapportés à l'ensemble monolithique du bâtiment, ils n'ont pas d'impact sur la stabilité globale de l'ouvrage. Il n'y a donc pas de vérification propre au rupteur à mener.

2.8.1.4.2. Dilatation thermique

La dilatation thermique relative du balcon/acrotère par rapport à la façade nécessite de maîtriser les déplacements relatifs. La prise en compte de ce phénomène de dilatation passe par le respect de la non-plasticité cyclique des aciers des rupteurs.

L'exigence de non-plasticité cyclique des aciers signifie que les segments de balcon/acrotère peuvent se déplacer librement, tant que ce déplacement relatif ne dépasse pas le déplacement maximal des aciers avant plastification. L'Annexe 5 donne les longueurs maximales de balcon libre L_{bmax} en dessous de laquelle la dilatation libre des balcons reliés à la façade n'entraîne pas la plastification des aciers du rupteur thermique dans le cas d'une isolation extérieure.

2.8.1.4.3. Calcul de la flèche du balcon

La déformation du rupteur en rotation induit une flèche supplémentaire en bout de porte-à-faux. Celle-ci s'additionne à la déformation classique du béton et doit être prise en compte par le BE d'étude structure du projet, via une contre-flèche si nécessaire.

Cette flèche supplémentaire est calculée à l'aide de la formule suivante :

$$f_{supp} = \frac{(\Delta L_{sup} + \Delta L_{inf}) \times L_{balcon}}{d}$$

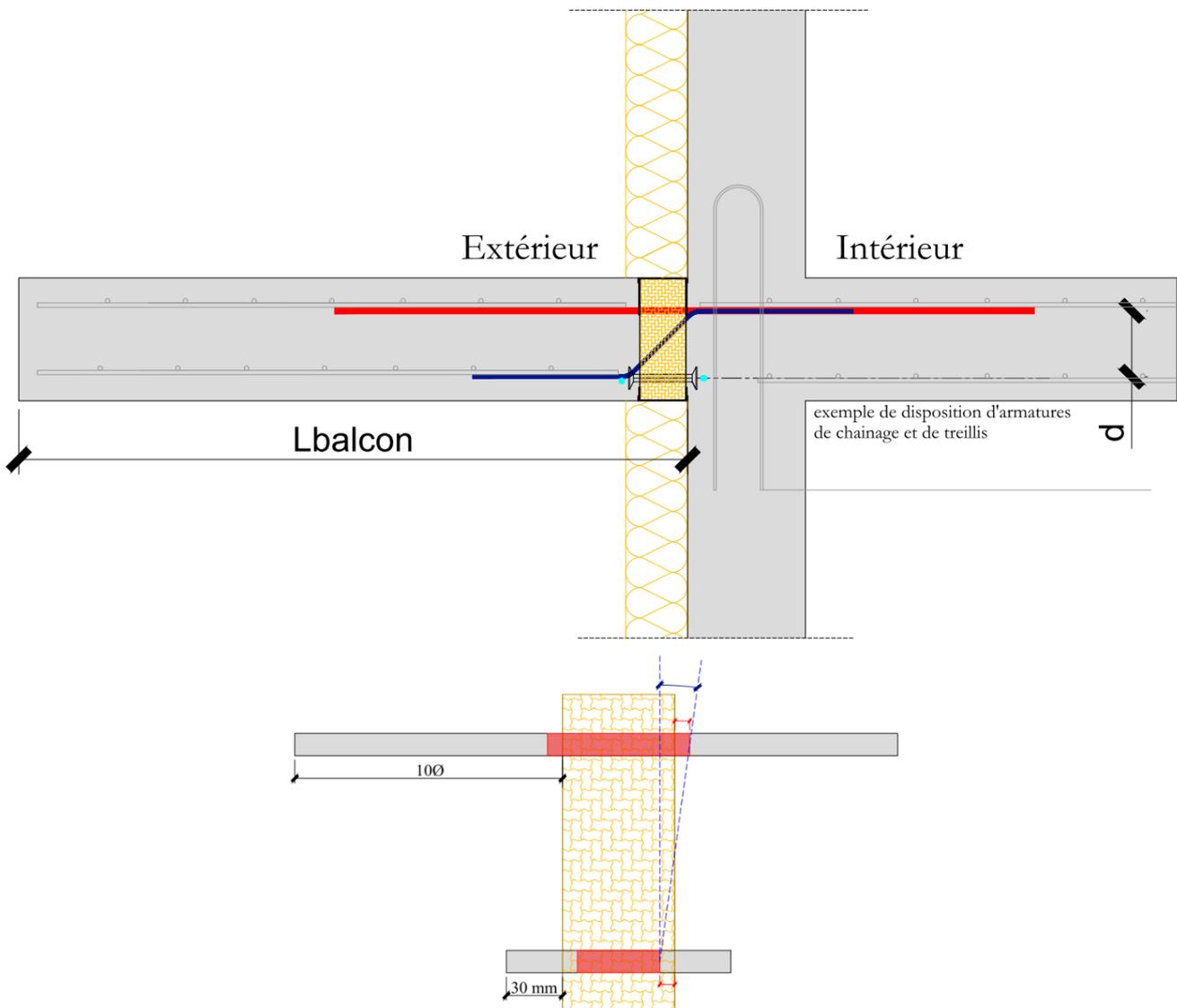


Figure 11 : Calcul de la flèche supplémentaire due à la rotation du rupteur

Avec :

- ΔL_{sup} : Allongement de la barre supérieure égale à $L_{sup} \times \frac{\sigma_{sup}}{E_{acier}}$
- ΔL_{inf} : Raccourcissement de la barre supérieure égale à $L_{inf} \times \frac{\sigma_{inf}}{E_{acier}}$
- d : distance entre barres

Où :

- σ_{sup} et σ_{inf} sont des contraintes dans les barres supérieure et inférieure, calculées en fonction des charges appliquées au balcon.
- E_{acier} est le module d'élasticité de l'acier inoxydable pris égal à 170 000 MPa
- Pour l'acier supérieur : $L_{sup} = 10\phi \times 2 + ep_{isolant}$
- Pour l'acier inférieur : $L_{inf} = 2 \times 3 cm + ep_{isolant}$

Dans le cas d'une flèche trop importante, il conviendra de réaliser le balcon avec une contre flèche adéquate sans excéder L/250 conformément à la NF EN 1992-1-1 partie 7.4.1(4).

2.8.2. Sécurité incendie

2.8.2.1. Réaction au feu

L'isolant en laine roche ROCKFEU COFFRAGE, d'épaisseur 8 cm, est classé A1. Le classement de réaction au feu de l'isolant n'est pas modifié par la présence des capots PVC.

2.8.2.2. Résistance au feu :

Les différents modèles de rupteur ISOTEC RT+ en ITE (MVE, MVEA, VE, VEP) font l'objet de l'appréciation de laboratoire N° AL19-256, dont la conclusion figure dans le tableau ci-dessous :

Tableau 2 : Equivalence de classement pour les modèles de rupteur ISOTEC RT+ en ITE

Rapport d'essai	Configuration testée	Appréciation de laboratoire	Configurations visées	Classement feu
RS10-014 RS10-013	MVE	AL 19-256	MVE MVEA VE VEP	REI 120*
RS10-013	MVEA			
RS10-013	VIP			

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

Ce classement de résistance au feu est uniquement valable pour :

- Une épaisseur de béton (prédalle + dalle de compression ou dalle seule) de l'ouvrage où sont installés les rupteurs, supérieure ou égale à 180 mm,
- La présence d'au moins deux filants du chaînage dans la boucle du rupteur, hors rupteur MVE.

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

2.8.3. Valeurs de calcul pour les différents modèles de la gamme

Les pages en annexe donnent des détails sur les modèles en utilisation extérieure. Toutes les valeurs données sont les valeurs de calcul (R_d) au sens de l'Eurocode 0.

2.8.4. Thermique

Le calcul du pont thermique ψ de la liaison en présence des composants ISOTEC RT+ en ITE a été réalisé au CSTB, conformément aux Règles Th-Bât. Le coefficient de transmission linéique ψ a été calculé pour différents modèles placés à la liaison entre une dalle (inférieure ou égale à 250 mm) et une façade (en béton armé de 160 mm d'épaisseur ou en maçonnerie de 200 mm d'épaisseur) isolée par l'extérieur. Les liaisons avec les planchers intermédiaires et hauts ont été calculées.

Les coefficients de transmission linéique ψ W/(m.K), les hypothèses ainsi que les résultats détaillés des calculs réalisés conformément aux règles TH-Bât sont donnés en Annexe 3 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.

Les calculs de pont thermiques ne sont valables que si les fibres de l'isolant sont perpendiculaires au flux de chaleur.

2.8.5. Disposition constructive et ferrailage minimum

Le recouvrement des armatures doit permettre de considérer que les armatures du rupteur travaillent à pleine capacité selon la NF EN 1992-1-1.

Des filants HA 6 doivent être positionnés en face des butons permettant de reprendre l'effort transversal de traction dans la zone de pression localisée.

Les armatures dans les éléments béton, autres que ceux du rupteur, devront respecter la NF EN 1992-1-1.

L'enrobage pour les aciers HA devra respecter l'EC2, son annexe nationale et la norme NF EN 206/CN. Il est recommandé que l'enrobage nominal de l'acier le plus proche du parement ne dépasse pas 50 mm notamment en cas d'environnement agressif. Pour les aciers inox du rupteur l'enrobage nominal minimum sera de 25 mm, excepté pour les aciers supérieurs en inox du rupteur MVE dont l'enrobage devra être au minimum de 30 mm. Lors de la présence de prédalles la distance entre le nu supérieur de la prédalle et le bord de l'acier inox du rupteur devra être de 10 mm.

Les aciers en U pour les modèles VE, VEP et MVEA et des aciers droits pour le modèle MVE devront respecter la longueur de recouvrement selon l'EC2 et son annexe nationale (voir Annexe 1 à 4)

Les aciers en diagonale de l'ensemble des modèles devront respecter la longueur d'ancrage selon l'EC2 et son annexe nationale.

Le chaînage horizontal doit être au minimum de 1,20 cm² selon l'EC2 et son annexe nationale §9.10.2.2

Pour les rupteurs VEP et MVE dans le cas de prédalles, des suspentes de prédalles doivent être calculées et prévues par le BE structure.

2.8.6. Etanchéité

C'est le concepteur qui devra apprécier la nécessité de réaliser une étanchéité ou non.

Il existe donc 2 cas de figure :

- Pas de nécessité d'étanchéité
- Nécessité d'étanchéité

Uniquement deux cas se présentent lorsqu'il y a nécessité d'étanchéité :

- Etanchéité en toiture terrasse
- Etanchéité sur balcon/loggia/coursive

Se reporter au §2.9 pour l'ensemble des détails dans le cas d'une nécessité d'étanchéité.

2.9. Etanchéité des toitures terrasses, des balcons, des loggias et des coursives

2.9.1. Domaine d'emploi

La mise en œuvre et le domaine d'emploi du rupteur thermiques ISOTEC RT+ en ITE doit être conforme le CPT 3794 (Février 2018) « Règle de conception des toitures-terrasses, balcons et coursives étanchés sur éléments porteurs en maçonnerie munis de procédés de rupteurs de ponts thermiques faisant l'objet d'un Avis Technique ».

Seul le modèle MVEA peut être utilisé en toitures-terrasses.

Seul les modèles MVE, VE et VEP peuvent être utilisés en balcon, loggia et coursive

2.9.2. Compatibilité

L'isolant contenu dans le boîtier PVC est en laine de roche et aucun élément de protection à la flamme n'est présent.

Tableau 3 : Compatibilité du rupteur ISOTEC RT+ en ITE

Aptes à recevoir un pare-vapeur synthétique en pose libre	Oui
Apte à recevoir un pare-vapeur ou un revêtement d'étanchéité collé à froid	Oui
Apte à recevoir un pare-vapeur ou un revêtement bitumineux auto-adhésif	Oui
Apte à recevoir un pare-vapeur ou un revêtement d'étanchéité bitumineux soudé à la flamme	Oui ⁽¹⁾
Apte à recevoir un pare-vapeur collé à l'EAC	Non
Apte à recevoir un isolant support d'étanchéité à base de verre cellulaire collé à l'EAC.	Non

⁽¹⁾ L'application directe sur le rupteur n'est pas réputée satisfaisante, quel que soit le matériau composant le corps du rupteur. Dans ce cas, une bande bitumineuse auto-adhésive doit être préalablement mise en œuvre sur le rupteur en débordant de chaque côté d'au moins 50 mm sur l'élément porteur et/ou le relief (cf. Figure 47 de l'Annexe 7). 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.

2.9.3. Prescription de mise en œuvre

2.9.3.1. Généralité

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) Règles de conception des toitures-terrasses.

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 suffisamment longue pour dépasser d'au moins 6 cm au-dessus de l'isolation de la toiture et donc du rupteur.

2.9.3.2. Enduit d'imprégnation à froid

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

2.9.3.3. Fixation mécanique en périphérie de toiture

Dans le cas de relevé synthétique, la fixation du revêtement en périphérie de la toiture est réalisée :

- Soit au-dessus de l'isolation à au moins 50 mm de distance du rupteur.
- Soit dans le plancher. Auquel cas, l'utilisation de cette possibilité n'est pas visée dans les cas suivants :
 - Locaux à très forte hygrométrie ;
 - Planchers de type D au sens du DTU 20.12 ;
 - Formes de pente en béton lourd et léger ;
 - Voiles précontraints ou voiles minces préfabriqués ;
 - Corps creux avec ou sans chape de répartition ;
 - Planchers à chauffage intégré et planchers comportant des distributions électriques noyées.

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

La bande auto-adhésive est mise en œuvre sur le rupteur et reçoit une équerre de continuité du pare-vapeur soudée.

2.9.3.5. Réservation

Les réservations dans le béton (évacuation d'eau pluviale, trop-plein, conduit de cheminée, ventilation mécanique, etc...) sont réalisées par le lot gros œuvre en prévoyant que les fixations mécaniques des manchons/platines métalliques ne peuvent pas se faire dans le rupteur. Celles-ci sont espacées du rupteur de 50 mm minimum (Figure 49 de l'annexe 7).

2.9.3.6. Cas particulier des rupteurs posé en balcons, coursives et loggia étanchés

Dans le cas des balcons, coursive et loggia étanchés : seuls les systèmes d'étanchéité de type bitumineuse, avec la mise en œuvre de dalles sur plot, sont admis pour cette application.

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

La largeur du rupteur étant supérieure à 50 mm, un système de porte-dalle est prévu afin de limiter le risque de porte-à-faux de la dalle.

2.10. Mise en œuvre

2.10.1. Généralités

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

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

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

2.10.2. Cinématique de pose pour le rupteur VE :

- 1) Le mur (préfa, coulé en place, MCI, maçonnerie) est construit jusqu'à l'arase inférieure de la dalle et doit être prévu avec une largeur d'appui suffisante pour mettre en place le rupteur.
- 2) Mise en place du coffrage étayé de la dalle

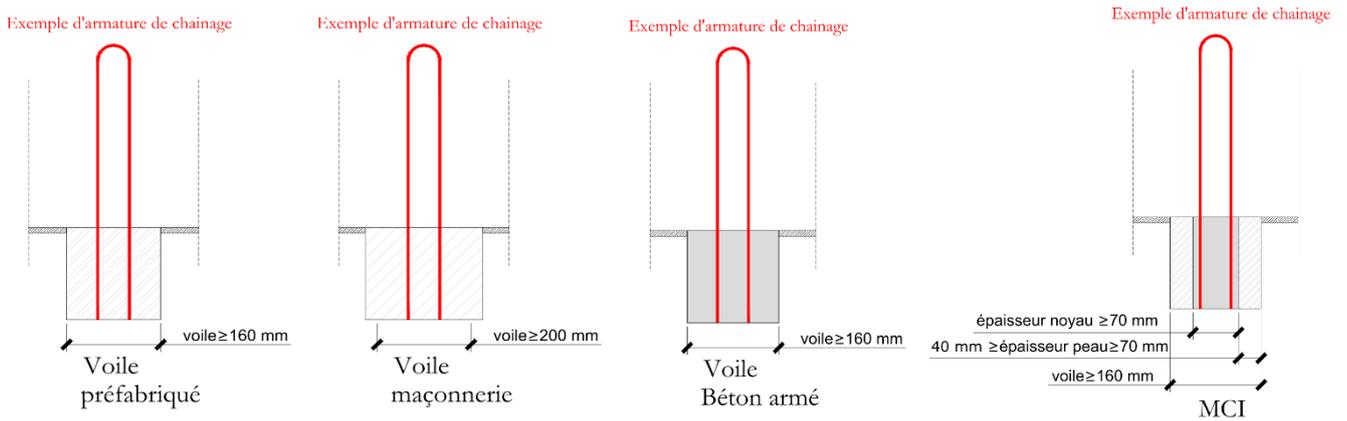


Figure 12 : Détail de l'étape 1 et 2 Construction du mur et mise en place du coffrage étayé

- 3) Les ISOTEC ITE RT+ en ITE sont posés sur le coffrage de plancher étayé, de sorte que l'isolant soit contre le mur de façade, dans le prolongement du futur doublage extérieur.

Le rupteur VE est placé sur le coffrage, Mise en place des aciers de la dalle et des aciers complémentaires. Les aciers complémentaires correspondent aux filants au minimum en HA10 placés dans la boucle de l'acier. Des ligatures sont positionnées entre les aciers du rupteur et les aciers de la dalle. Afin d'assurer l'alignement des rupteurs, un glissement du capot supérieur doit être effectué, ce dernier en débord permet ensuite de guider l'insertion du second rupteur et de préserver la continuité. Il ne doit pas exister de vide entre deux rupteurs adjacents. La pose des rupteurs est réalisée au contact pour empêcher le vide entre rupteurs.

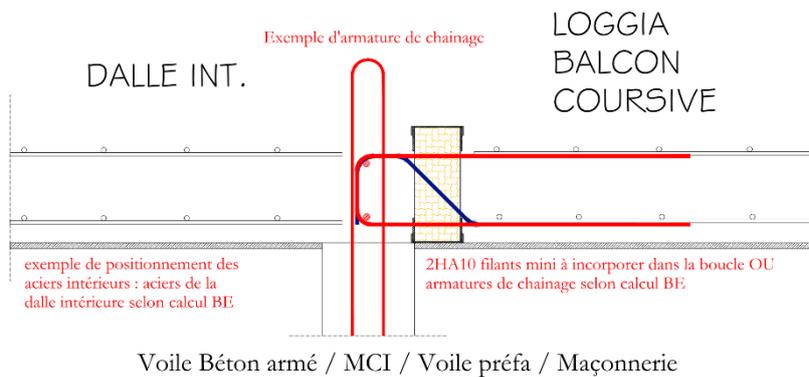


Figure 13 : Détail de l'étape 3 : mise en place des rupteurs et des aciers

- 4) Coulage du béton et séchage, puis dépose du coffrage.

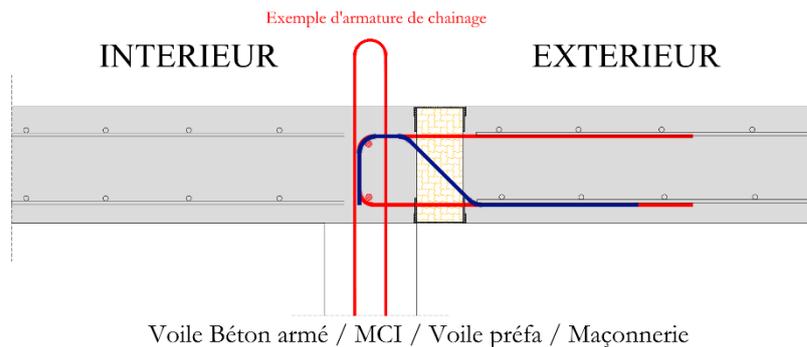


Figure 14 : détail final après coulage de la dalle

2.10.3. Cinématique de pose pour le rupteur VEP :

- 1) Le mur (préfa, coulé en place, MCI, maçonnerie) est construit jusqu'à l'arase inférieure de la dalle et doit être prévu avec une largeur d'appui suffisante pour mettre en place le rupteur.
- 2) Mise en place des prédalles d'un seul côté ou des deux côtés du mur, et mise en place du coffrage étayé côté extérieur. Dans le cas de la pose d'une prédalle d'un seul côté, se reporter au §2.10.2 pour le côté où la dalle est coulée en place.

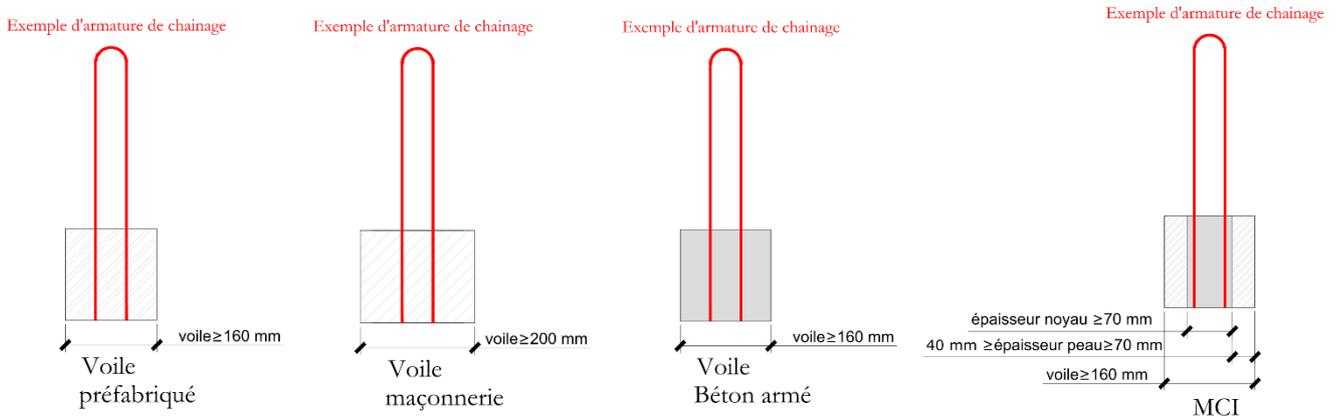


Figure 15 : Détail de la construction du mur

- 3) Déplier si nécessaire les aciers de suspentes au niveau de la rive de la prédalle.

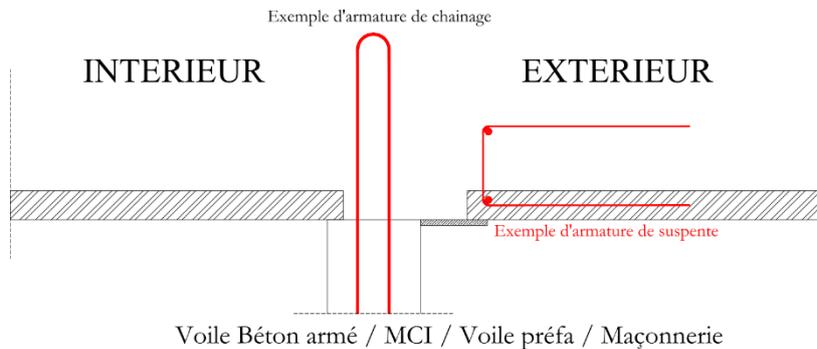


Figure 16 : Détail avant mise en place des rupteurs et des aciers

- 4) Les ISOTEC ITE RT+ en ITE sont posés sur le coffrage de plancher étayé, de sorte que l'isolant soit contre le mur de façade, dans le prolongement du futur doublage extérieur.

Le rupteur VEP est placé sur le coffrage, Mise en place des aciers de la dalle et des aciers complémentaires. Les aciers complémentaires correspondent aux filants au minimum en HA10 placés dans la boucle de l'acier. Des aciers filants en partie supérieure de la suspente sont mise en place. Des ligatures sont positionnées entre les aciers du rupteur et les aciers des prédalles. Afin d'assurer l'alignement des rupteurs, un glissement du capot supérieur doit être effectué, ce dernier en débord permet ensuite de guider l'insertion du second rupteur et de préserver la continuité. Il ne doit pas exister de vide entre deux rupteurs adjacents. La pose des rupteurs est réalisée au contact pour empêcher le vide entre rupteurs.

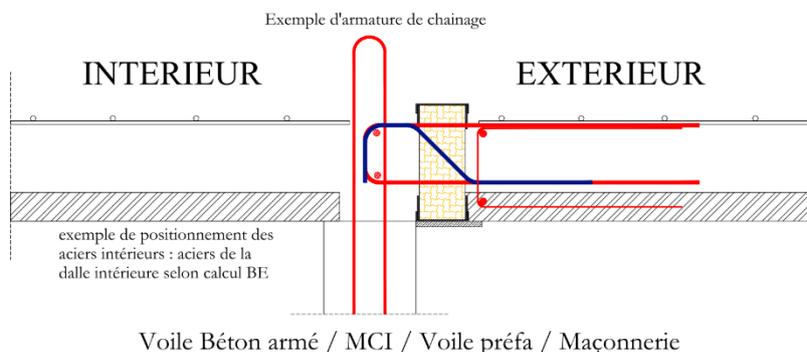


Figure 17 : Détail de l'étape 3 : mise en place des rupteurs et des aciers

5) Coulage du béton et séchage, puis dépose du coffrage.

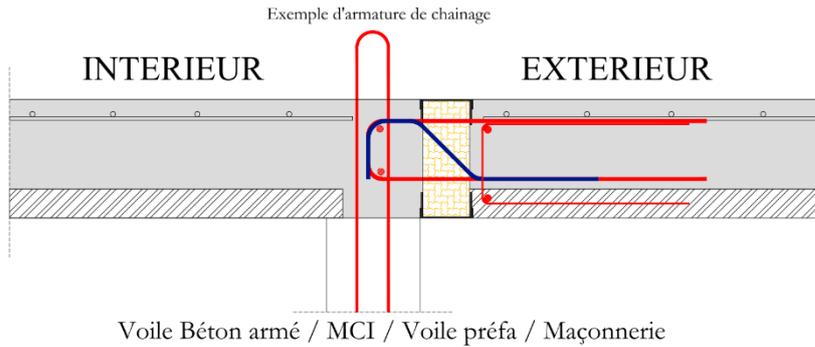


Figure 18 : détail final après coulage de la dalle

2.10.4. Cinématique de pose pour le rupteur MVEA :

- 1) Le mur (préfa, coulé en place, MCI, maçonnerie) est construit jusqu'à l'arase inférieure de la dalle et doit être prévu avec une largeur d'appui suffisante pour mettre en place le rupteur.
- 2) Mise en place du coffrage étayé de la dalle, avec notamment le coffrage de rive. Ou bien possibilité également de coffrer la rive en même temps que le coulage du voile.

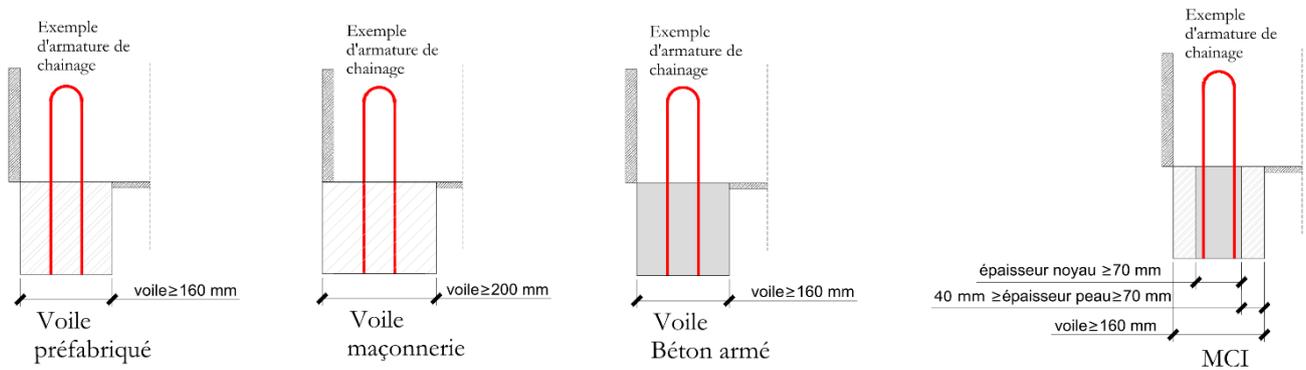


Figure 19 : Détail de la construction du mur avec mise en place du coffrage de rive après coup

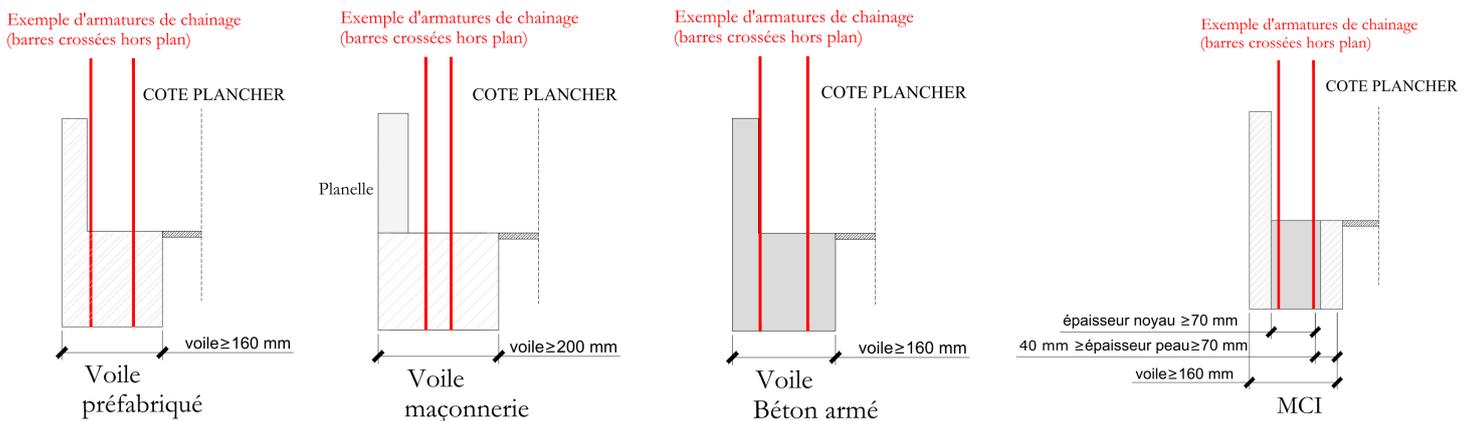


Figure 20 : Détail de la construction du mur avec mise en place du coffrage de rive après coup

- 3) Mise en place des aciers de chaînage en forme de U avec les aciers filants dans la boucle pour la liaison entre le voile et la dalle, mise en place du rupteur MVEA et insertion des aciers filant dans la boucle de l'acier. Des ligatures sont positionnées entre les aciers du rupteur et les aciers de la dalle. Afin d'assurer l'alignement des rupteurs, un glissement du capot côté intérieur doit être effectué, ce dernier en débord permet ensuite de guider l'insertion du second rupteur et de préserver la continuité. Il ne doit pas exister de vide entre deux rupteurs adjacents. La pose des rupteurs est réalisée au contact pour empêcher le vide entre rupteurs. Dans le cas d'un mur en MCI il sera nécessaire d'avoir au minimum une épaisseur de l'ensemble peau intérieure + noyaux de 12 cm.

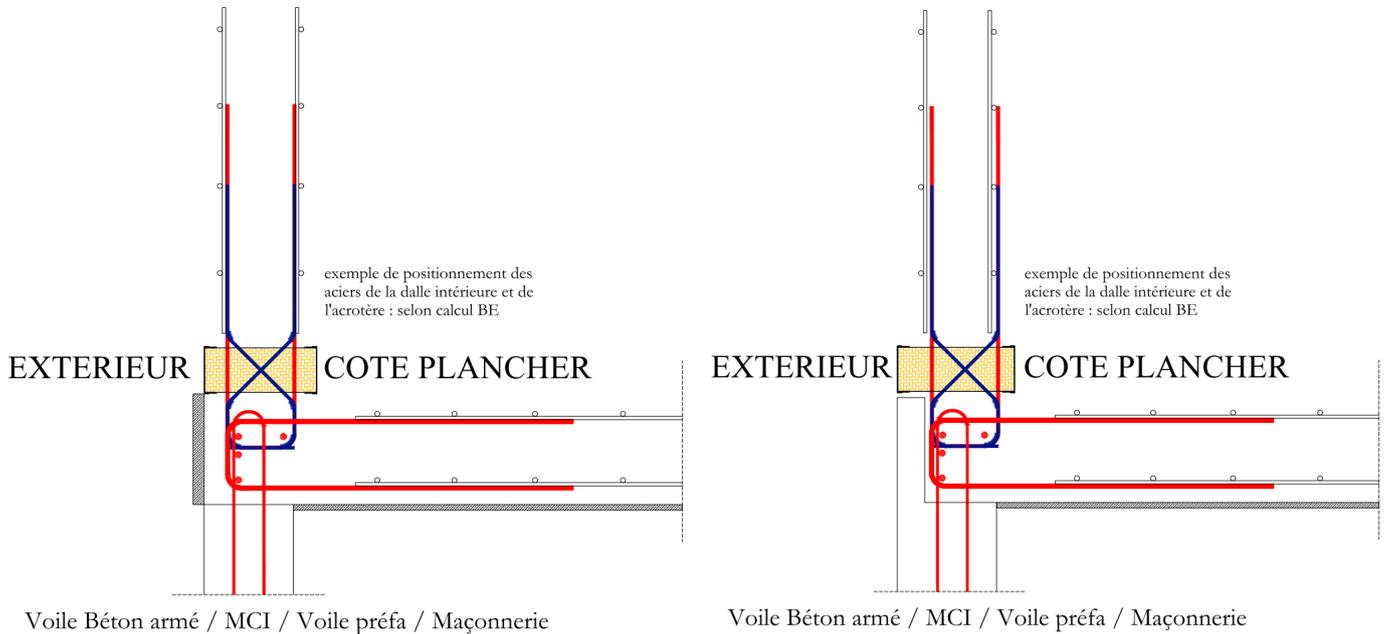


Figure 21 : Détail de mise en place avant coulage, à gauche voile mise en place du coffrage de rive après coup, à droite coffrage de rive coulé avec le voile.

- 4) Coulage du béton au niveau de la dalle

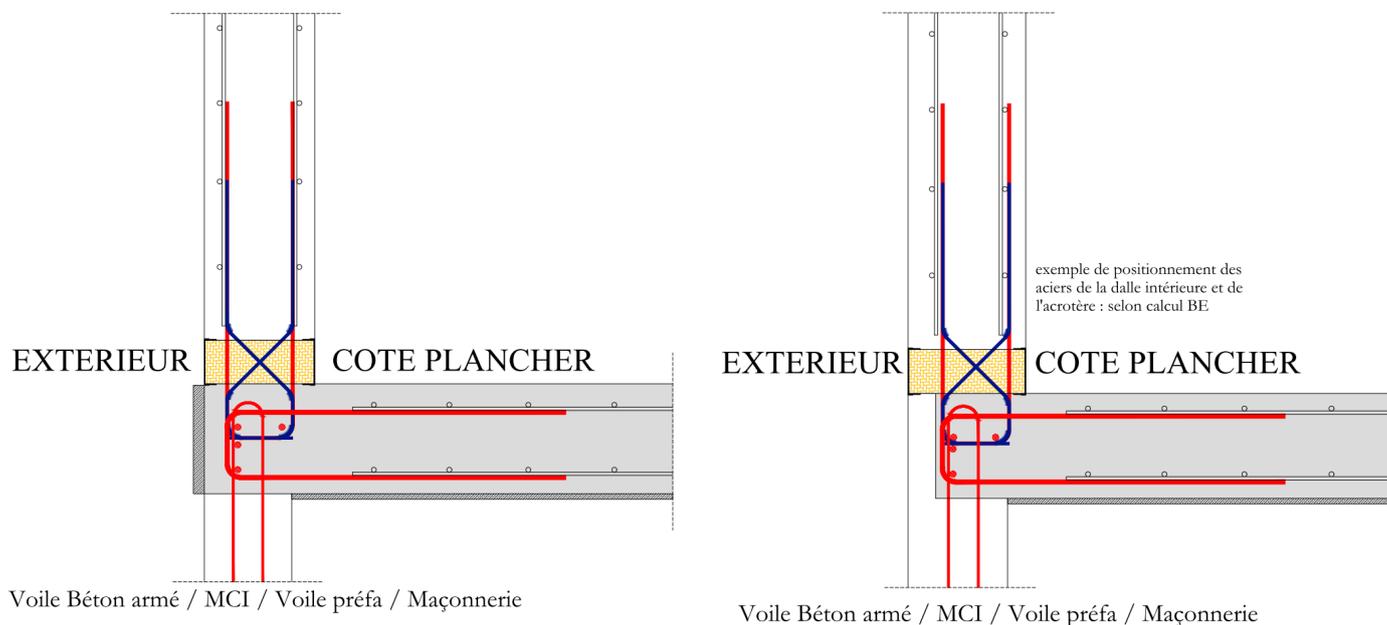


Figure 22 : Détail après coulage du béton de la dalle, à gauche voile mise en place du coffrage de rive après coup, à droite coffrage de rive coulé avec le voile.

5) Séchage et dépose du coffrage

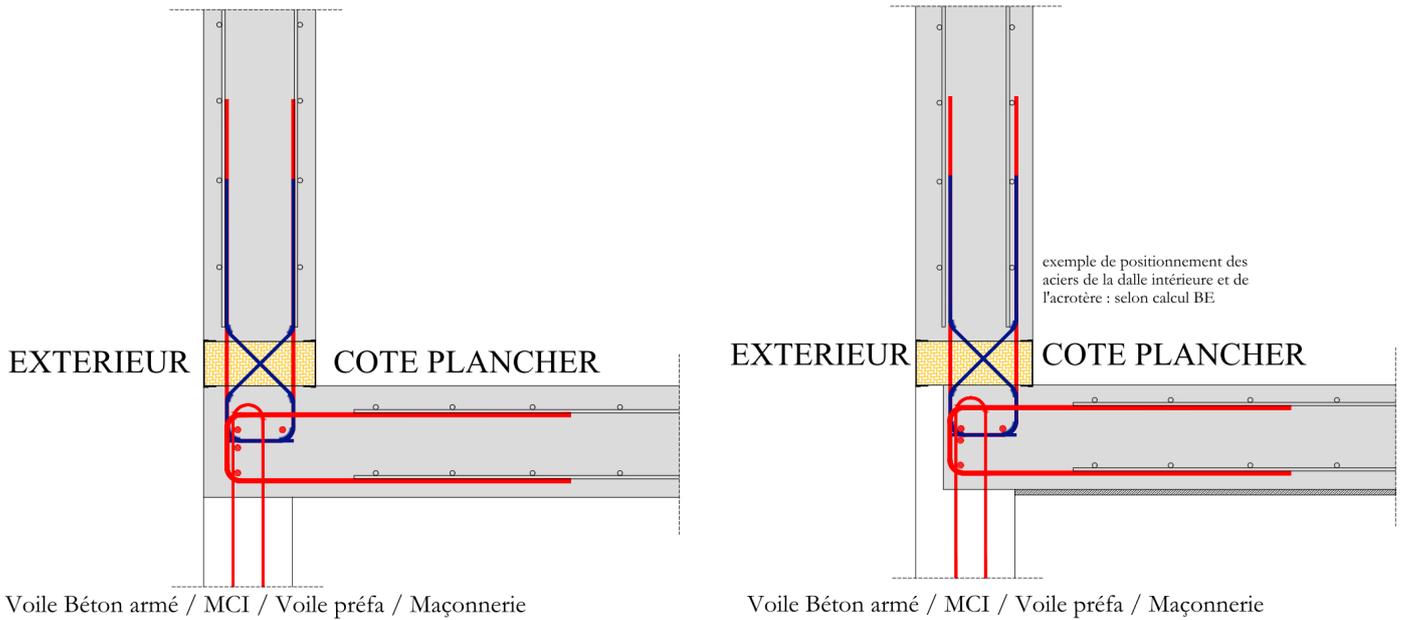


Figure 23 : détail final après coulage de l'acrotère à gauche voile mise en place du coffrage de rive après coup, à droite coffrage de rive coulé avec le voile.

2.10.5. Cinématique de pose pour le rupteur MVE

2.10.5.1. Cas avec dalle pleine côté intérieur et extérieur

- 1) Le mur (préfabriqué, coulé en place, MCI, maçonnerie) est construit jusqu'à l'arase inférieure de la dalle et doit être prévu avec une largeur d'appui suffisante pour mettre en place le rupteur.
- 2) Mise en place du coffrage étayé de la dalle

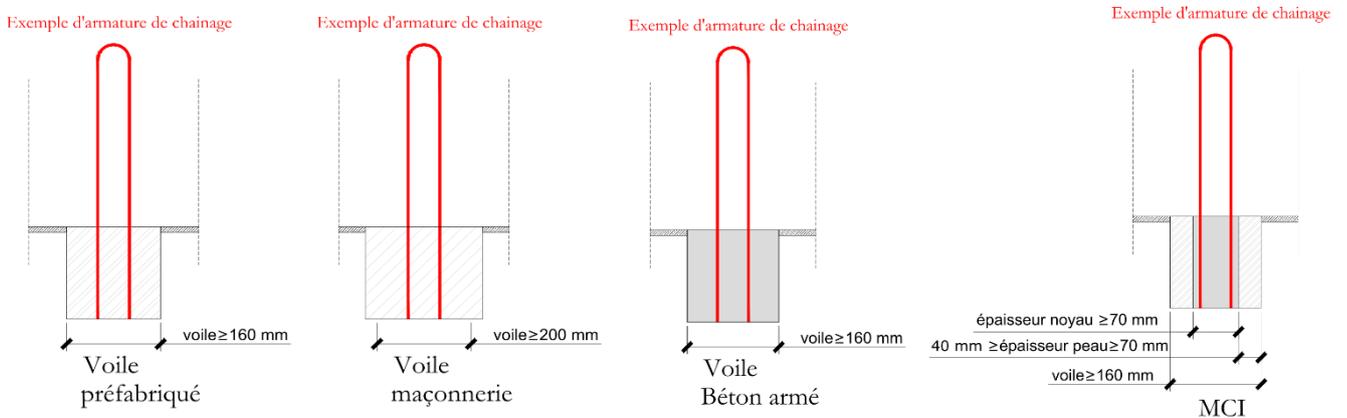


Figure 24 : Détail de l'étape 1 et 2 Construction du mur et mise en place du coffrage étayé

- 3) Les ISOTEC RT+ en ITE sont posés sur le coffrage de plancher étayé, de sorte que l'isolant soit contre le mur de façade, dans le prolongement du futur doublage extérieur.

Le rupteur MVE est placé sur le coffrage, Mise en place des aciers de la dalle et des aciers complémentaires. Les aciers complémentaires correspondent aux filants au minimum en HA6 placés devant les butons qui peuvent être tenu par des ligatures au niveau du chaînage. Des ligatures sont positionnées entre les aciers du rupteur et les aciers de la dalle. Afin d'assurer l'alignement des rupteurs, un glissement du capot supérieur doit être effectué, ce dernier en débord permet ensuite de guider l'insertion du second rupteur et de préserver la continuité. Il ne doit pas exister de vide entre deux rupteurs adjacents. La pose des rupteurs est réalisée au contact pour empêcher le vide entre rupteur.

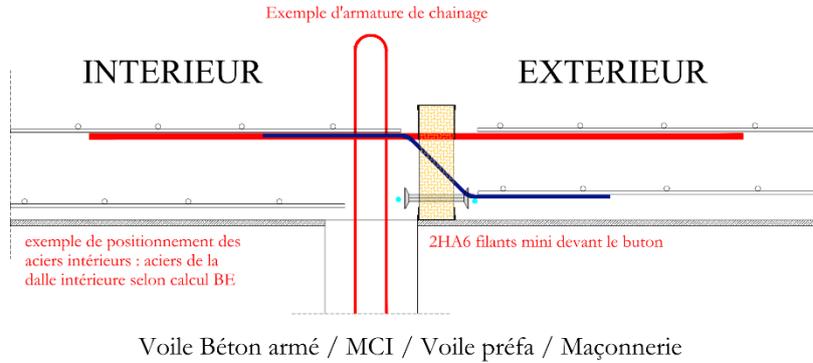


Figure 25 : Détail de l'étape 3 : mise en place des rupteurs et des aciers

- 4) Coulage du béton et séchage, puis dépose du coffrage.

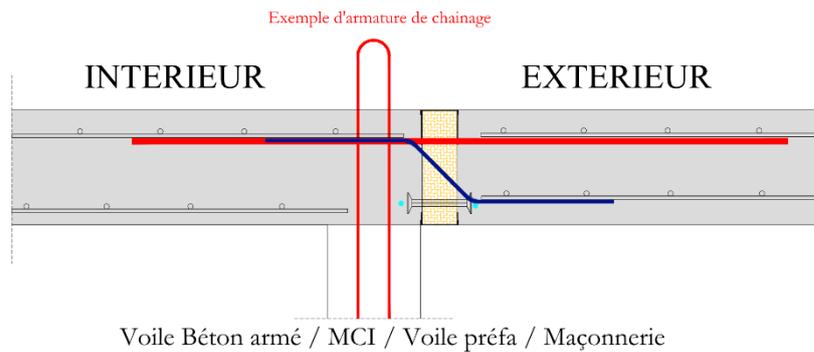


Figure 26 : détail final après coulage de la dalle

2.10.5.2. Cas avec prédalle quel que soit le côté concerné :

- 1) Le mur (préfa, coulé en place, MCI, maçonnerie) est construit jusqu'à l'arase inférieure de la dalle et doit être prévu avec une largeur d'appui suffisante pour mettre en place le rupteur.
- 2) Mise en place des prédalles d'un seul côté ou des deux côtés du mur, et mise en place du coffrage étayé côté extérieur. Dans le cas de la pose d'une prédalle d'un seul côté, se reporter au §2.10.5.1 pour le côté où la dalle est coulée en place.

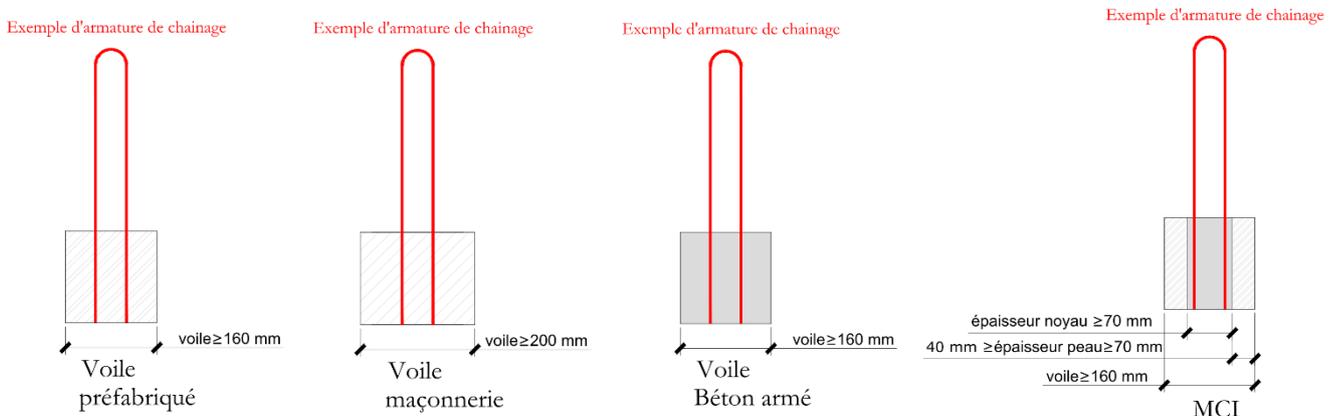


Figure 27 : Détail de la construction du mur

3) Déplier les aciers de suspentes au niveau de la rive de la prédalle.

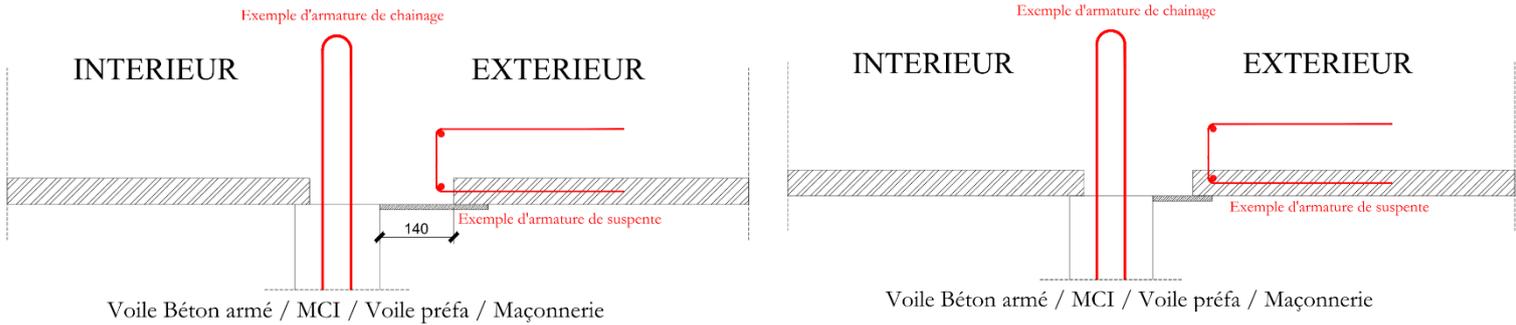


Figure 28 : Détail avant mise en place des rupteurs et des aciers, à gauche dans le cas d'un décalage de la prédalle, à droite dans le cas où la prédalle est positionnée au nu du rupteur

4) Les ISOTEC ITE RT+ en ITE sont posés sur le coffrage de plancher étayé, de sorte que l'isolant soit contre le mur de façade, dans le prolongement du futur doublage extérieur.

Le rupteur MVE est placé sur le coffrage, Mise en place des aciers de la dalle et des aciers complémentaires. Les aciers complémentaires correspondant aux filants au minimum en HA6 placés devant le buton qui peuvent être tenu par des ligatures au niveau du chaînage. Des aciers filants en partie supérieure de la suspente sont mise en place. Des ligatures sont positionnées entre les aciers du rupteur et les aciers des prédalles. Afin d'assurer l'alignement des rupteurs, un glissement du capot supérieur doit être effectué, ce dernier en débord permet ensuite de guider l'insertion du second rupteur et de préserver la continuité. Il ne doit pas exister de vide entre deux rupteurs adjacents. La pose des rupteurs est réalisée au contact pour empêcher le vide entre rupteur.

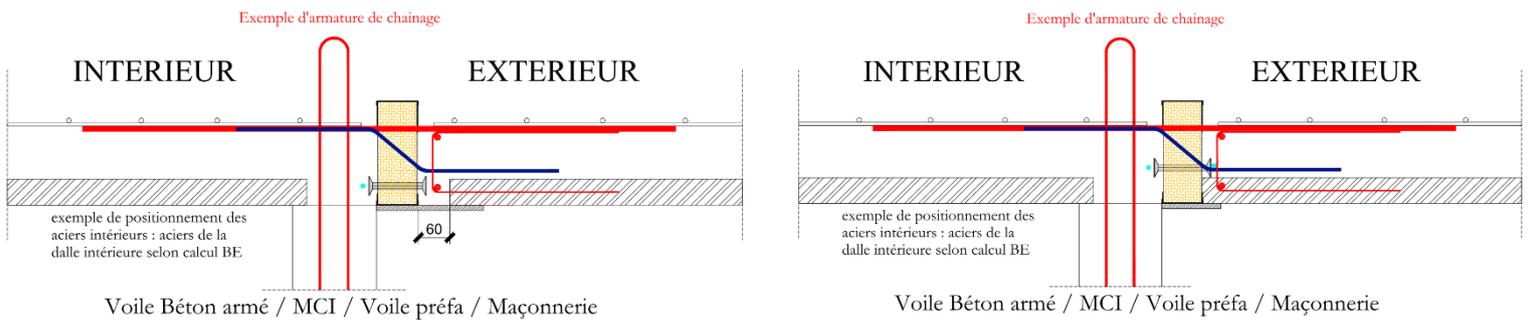


Figure 29 : Détail de l'étape 3 : mise en place des rupteurs et des aciers, à gauche dans le cas d'un décalage de la prédalle, à droite dans le cas où la prédalle est positionnée au nu du rupteur

5) Coulage du béton et séchage, puis dépose du coffrage.

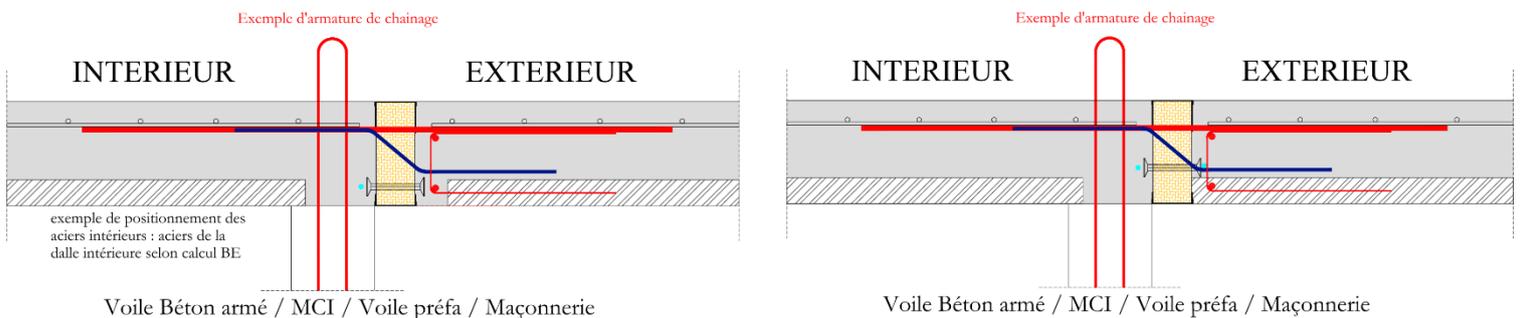


Figure 30 : détail final après coulage de la dalle, à gauche dans le cas d'un décalage de la prédalle, à droite dans le cas où la prédalle est positionnée au nu du rupteur

2.10.6. Cas particulier des passages de réseaux

Il y a deux possibilités pour effectuer le passage des réseaux :

- Soit le passage est effectué dans le rupteur à travers la laine de roche entre deux aciers inox sous réserve de respecter les conditions ci-dessous :

La dimension de la réservation sera au maximum de 40 x 40 mm pour une réservation.
Elle devra être positionnée au centre des peignes inox et des aciers du rupteur.

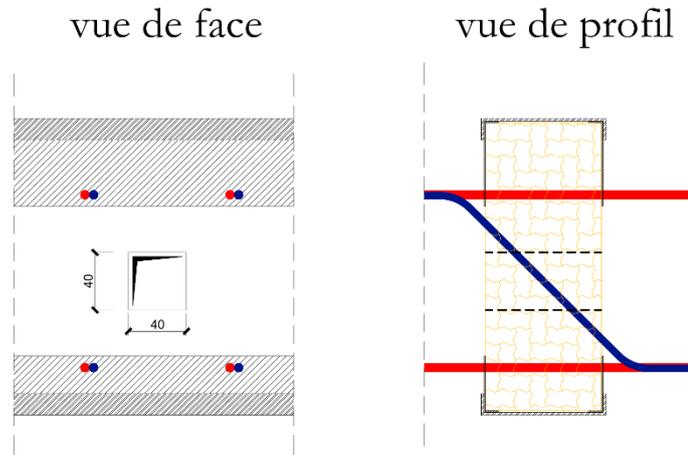


Figure 31 : Détail de la réservation de dimension maximale 40 mm x 40 mm pour le passage de la gaine

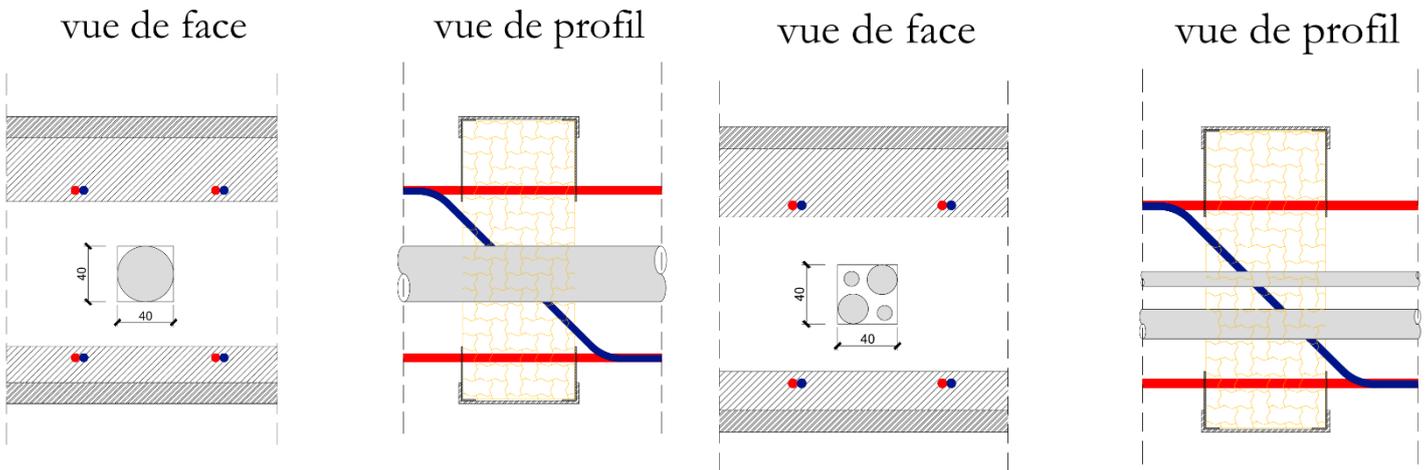


Figure 32 : Détail de passage de gaine PVC, à gauche pour le cas d'une seule gaine dans la réservation, à droite pour le cas de plusieurs gaines PVC dans la réservation.

- Soit le passage est effectué entre deux rupteurs. Sur la largeur de la réservation, le coefficient thermique sera pris égale à la valeur thermique d'une liaison béton-armé-béton armé tenant compte du taux de ferrailage conformément aux règles Th-Bât Edition 2017.

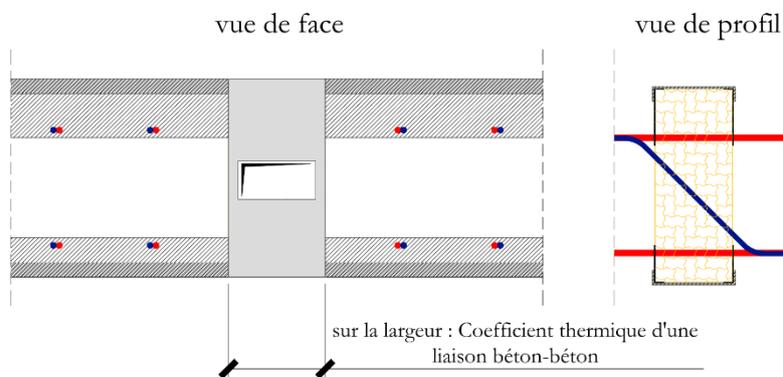


Figure 33 : Exemple de détail dans le cas d'une réservation entre deux rupteurs

2.11. Résultats expérimentaux

2.11.1. Mécanique

Des essais mécaniques ont été réalisés sur les modèles ITI qui ont vérifié le mode de transmission de charge avec des armatures disposées en treillis, et validé la méthode de dimensionnement également utilisée pour la gamme ITE.

- Rapport CSTB ES 553 04 0025
- Rapport MRF 14 26052314 Essai n°1

2.11.2. Feu

Rapport d'essai	Configuration testée	Appréciation de laboratoire	Configurations visées	Classement feu
RS10-014	MVE	AL 19-256	MVE	REI 120*
RS10-013	VIP		MVEA VE VEP	

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

2.11.3. Acoustique

- Etude de performances acoustiques en transmission latérale d'une jonction en T avec rupteur (Etude CSTB n° ER712.04.141).
- F.E.S.T N°QA07-B du CERQUAL

2.11.4. Thermique

Etude Thermique :

- Rapport CSTB: DEIS/HTO – 2019 – 075 - FaL/LB - N° SAP 70068245

2.12. Références

2.12.1. Données Environnementales

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

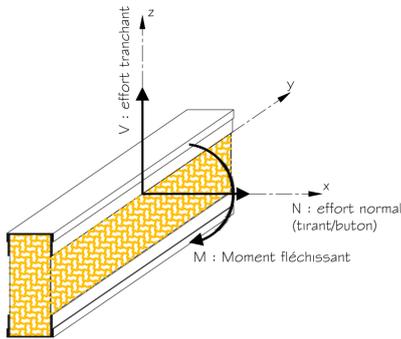
2.12.2. Autres références

CLIENT	CHANTIER	ml
Bouygues HR	Quai Henri 4 – Paris 4	450
GTM	Rue de Saussure – Paris 17	270
Lainé Delau	M9 D2 ZAC – Paris 13	500
Léon Grosse	Puchet – Paris 18	260
SPH	Logements rue de Boissy st Leger – Quincy/Sénart	115
Bouygues	116 log. rue Dolet - Malakhoff	125
Chantier moderne	Logements du centre de secours – Livry Gargan	125

2.13. Annexes du Dossier Technique

Annexe 1 – Données techniques sur les modèles MVE

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



PLAKA – ISOTEC RT+ en ITI			MVE 4.8/4.6/4.12	MVE 4.10/4.6/4.12	MVE 5.10/5.6/5.12	MVE 6.10/6.6/6.12	MVE 8.10/8.6/8.12	MVE 10.10/10.6/10.12	MVE 12.10/12.6/12.12	MVE 12.12/12.6/12.12	MVE 14.10/14.6/14.12	MVE 14.12/14.6/14.12
Longueur de l'élément			1 m	1 m	1 m	1 m	1 m	1 m	1 m	1 m	1 m	1 m
Armatures ancrées tendues			4Ø8	4Ø10	5Ø10	6Ø10	8Ø10	10Ø10	12Ø10	12Ø12	14Ø10	14Ø12
Armatures en diagonale			4Ø6	4Ø6	5Ø6	6Ø6	8Ø6	10Ø6	12Ø6	12Ø6	14Ø6	14Ø6
Butons comprimés			4Ø12	4Ø12	5Ø12	6Ø12	8Ø12	10Ø12	12Ø12	12Ø12	14Ø12	14Ø12
Effort tranchant Résistant de calcul V_{Rd} [kN/ml]	$d = 87$ mm et $d = 97$ mm		31,61	31,61	39,51	47,41	63,22	79,02	94,82	94,82	110,63	110,63
	$107 \leq d \leq 147$ mm		34,77	37,77	43,46	52,16	69,51	86,93	104,31	104,31	121,70	121,70
Effort normal résistant de calcul N_{Rd} [kN/ml]			76,36	119,31	149,14	178,97	238,62	298,28	357,94	511,45	417,59	596,96
Moment Résistant de calcul M_{Rd} [kN.m/ml] Pour $V_{Ed} = 0$	$d = 87$ mm	$N_{Ed} = 0$	6,64	10,38	12,98	15,57	20,76	25,95	31,14	44,50	36,33	51,91
	$d = 97$ mm	$N_{Ed} = 0$	7,41	11,57	14,47	17,36	23,15	28,93	34,72	49,61	40,51	57,88
	$d = 107$ mm	$N_{Ed} = 0$	8,17	12,77	15,96	19,15	25,53	31,92	38,30	54,73	44,68	63,85
	$d = 117$ mm	$N_{Ed} = 0$	8,93	13,96	17,45	20,94	27,92	34,90	41,88	59,84	48,86	69,81
	$d = 127$ mm	$N_{Ed} = 0$	9,70	15,15	18,94	22,73	30,31	37,88	45,46	64,95	53,03	75,78
	$d = 137$ mm	$N_{Ed} = 0$	10,46	16,36	20,43	24,52	32,69	40,86	49,04	70,07	57,21	81,75
	$d = 147$ mm	$N_{Ed} = 0$	11,22	17,54	21,92	26,31	35,08	43,85	52,62	75,18	61,39	87,71
	$87 \leq d \leq 147$ mm	$N_{Ed} = N_{Rd}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Les valeurs résistantes M_{Rd} , V_{Rd} , N_{Rd} peuvent-être calculées par interpolations linéaires

Se reporter au §2.8.1.3 pour vérifier la compatibilité du bras de levier avec l'épaisseur du plancher.

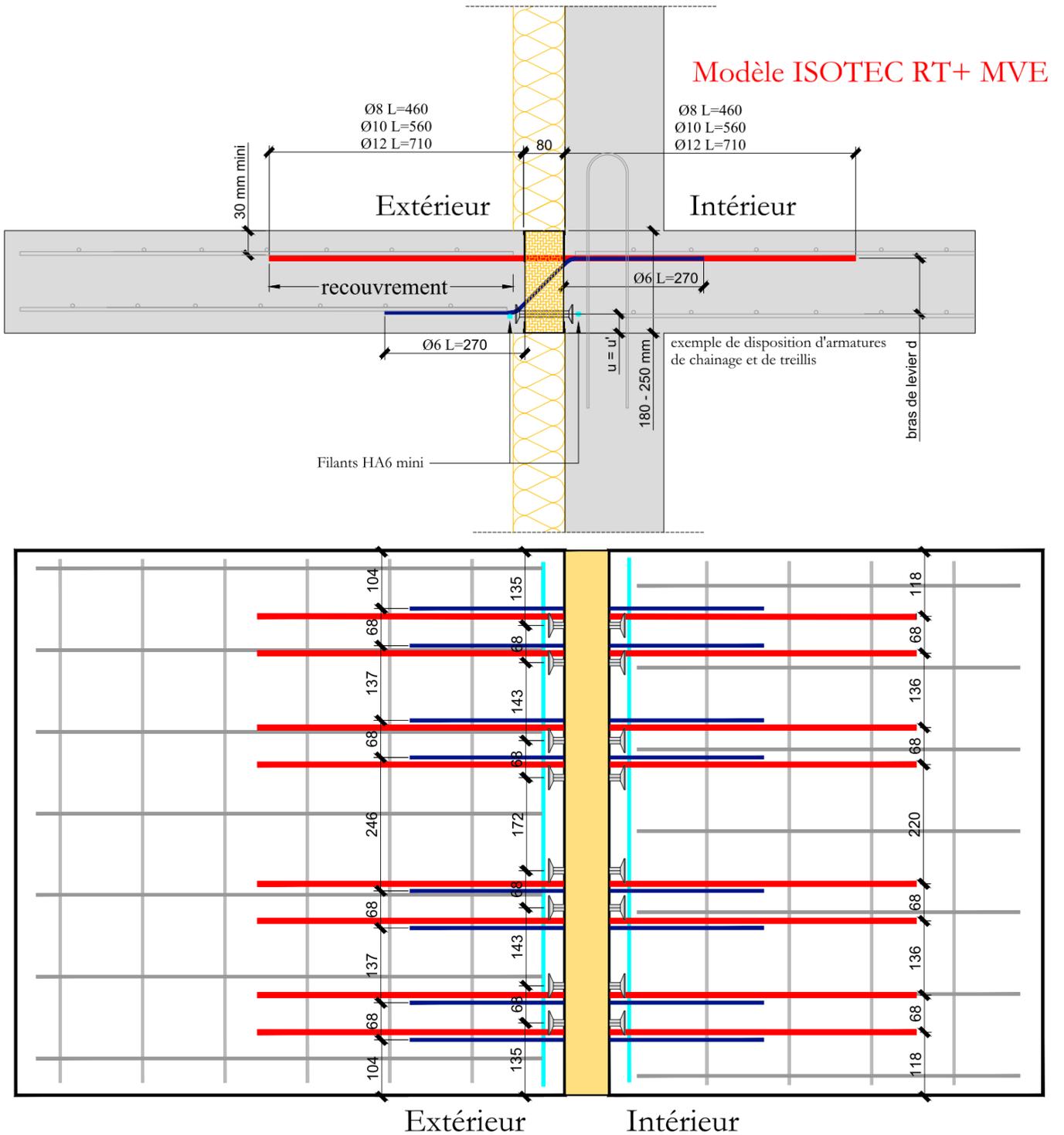


Figure 34 : Modèles MVE- exemple du modèle MVE 20/8.10/8.6/8.12 d=107 u=37 u'=37

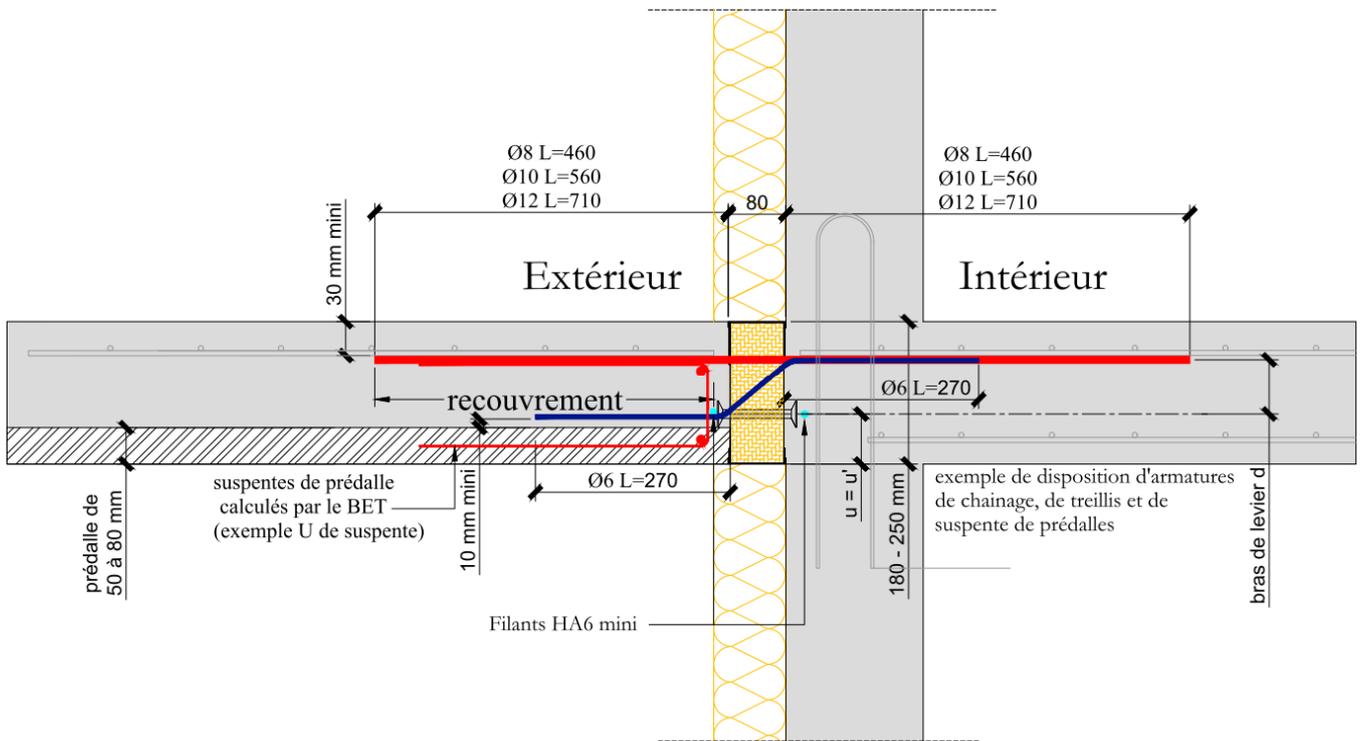


Figure 37 : Modèle MVE, prédalle uniquement au niveau du balcon, balcon non étanché, altimétrie du buton et de la diagonale identique

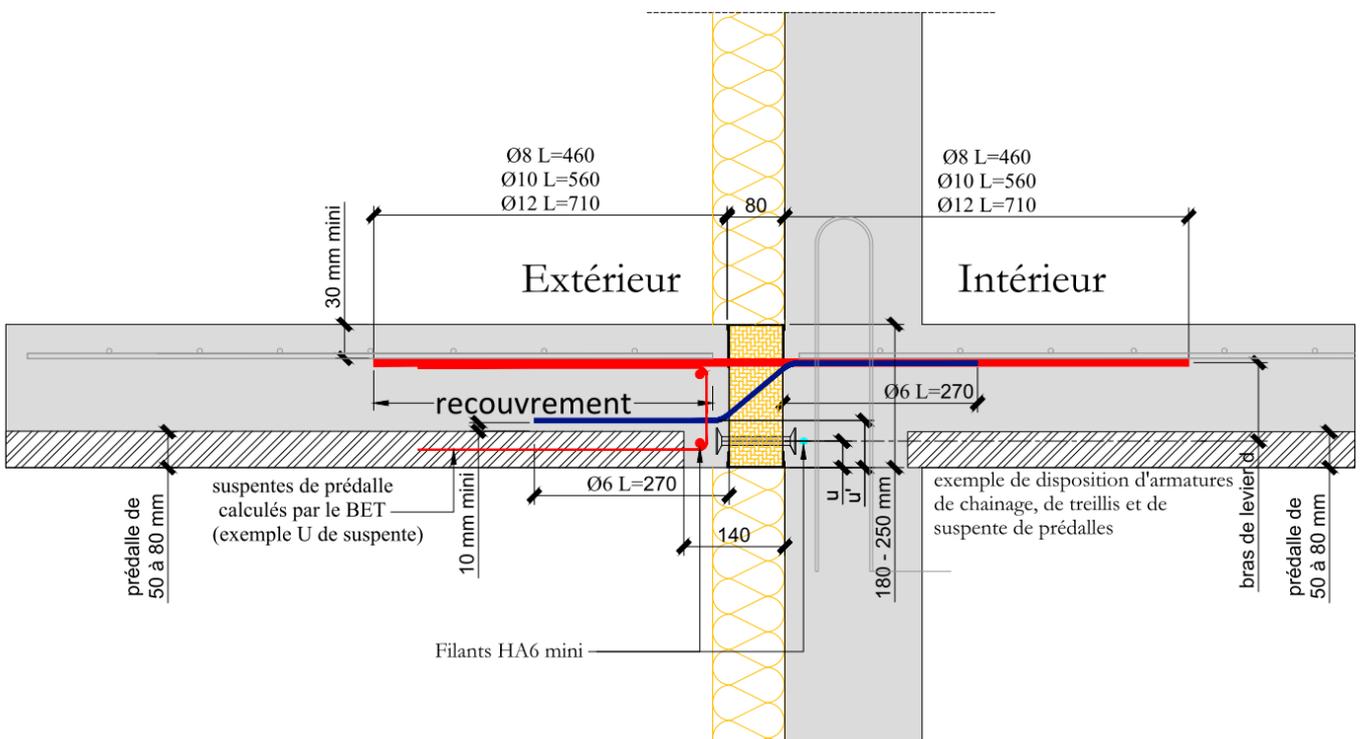


Figure 38 : Modèle MVE, prédalle au niveau du balcon et de la dalle intérieure, altimétrie de la diagonale et du buton différente

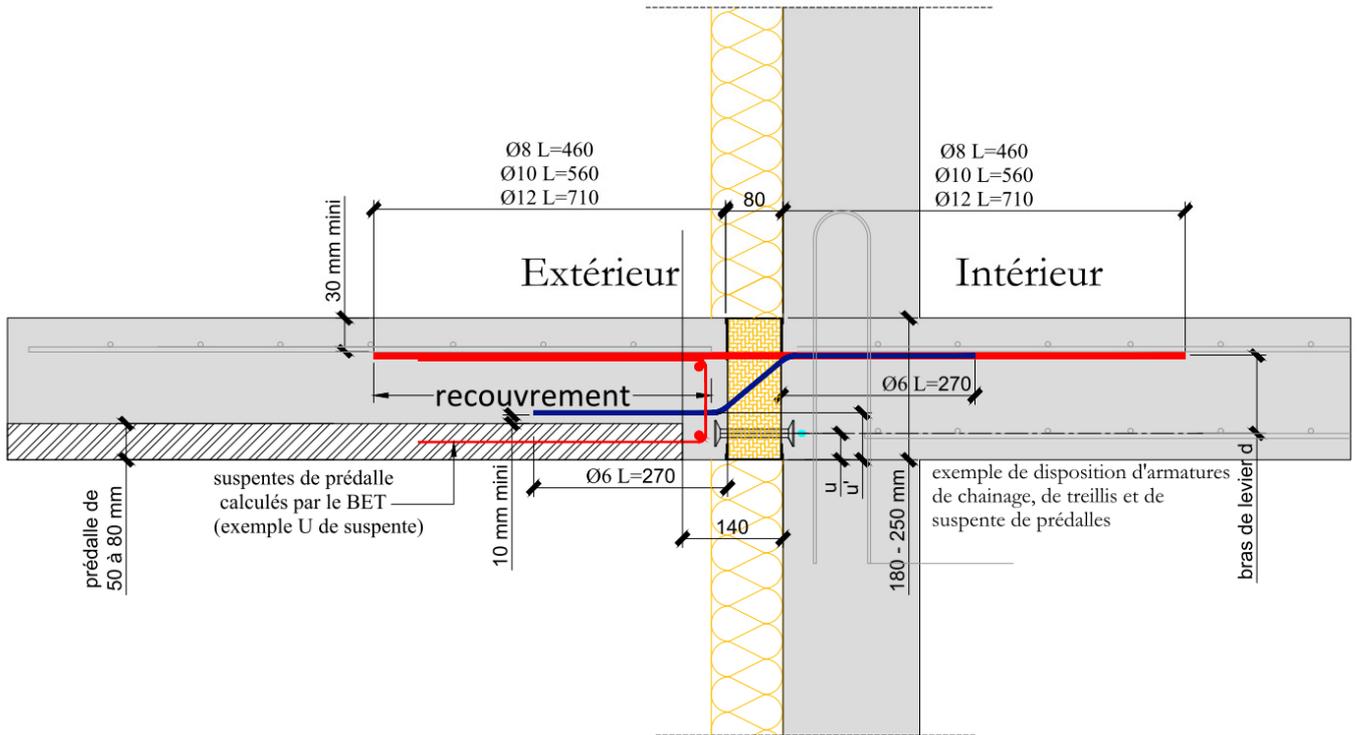
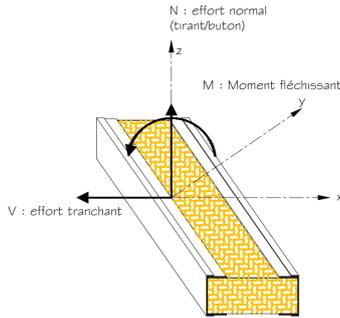


Figure 39 : Modèle MVE, prédalle au niveau du balcon uniquement, altimétrie de la diagonale et du buton différente

Annexe 2 – Données techniques sur les modèles MVEA

Les valeurs indiquées sont des valeurs admissibles de sollicitations aux ELU. Elles ont été obtenues en tenant compte d'un cas enveloppe d'efforts au vent.



PLAKA – ISOTEC RT+ en ITE	MVEA 4.6/2x4.6			MVEA 6.6/2x3.6			MVEA 6.8/2x6.6			
Longueur de l'élément	1 m			1 m			1 m			
Armatures ancrées tendues	4Ø6			6Ø6			6Ø8			
Armatures en diagonal d'un côté	4Ø6			3Ø6			6Ø6			
Armatures en diagonal côté opposé	4Ø6			3Ø6			6Ø6			
Armatures ancrées comprimées	4Ø6			6Ø6			6Ø8			
Effort normal Résistant de calcul N_{Rd} [kN/ml]	74,99			112,48			213,54			
Bras de levier d [mm]	100	120	144	100	120	144	100	120	142	
Effort tranchant résistant de calcul V_{Rd} [kN/ml]	34,77	34,77	40,28	26,08	26,08	30,21	47,41	52,16	56,50	
Moment Résistant de calcul M_{Rd} [kN/ml] pour $V_{Ed} = 0$	$N_{Ed} = 0$	3,75	4,50	5,40	5,62	6,75	8,10	10,68	12,81	15,16
	$N_{Ed} = N_{Rd}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Le moment résistant M_{Rd} peut-être calculé par interpolations linéaires

Se reporter au §2.8.1.3 pour vérifier la compatibilité du bras de levier avec l'épaisseur du plancher.

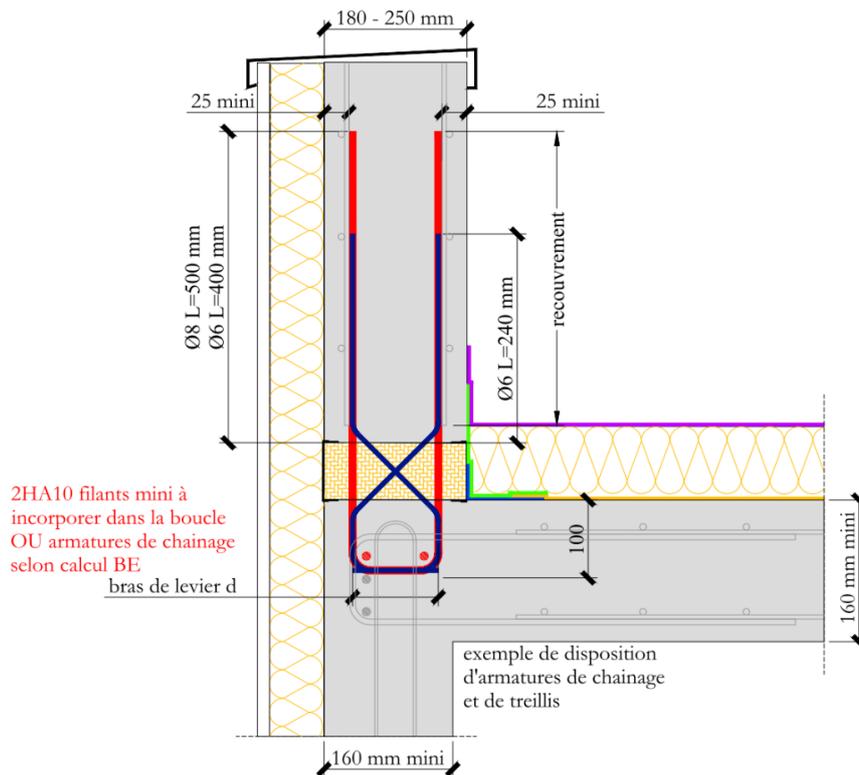


Figure 40 : Modèles MVEA, cotation

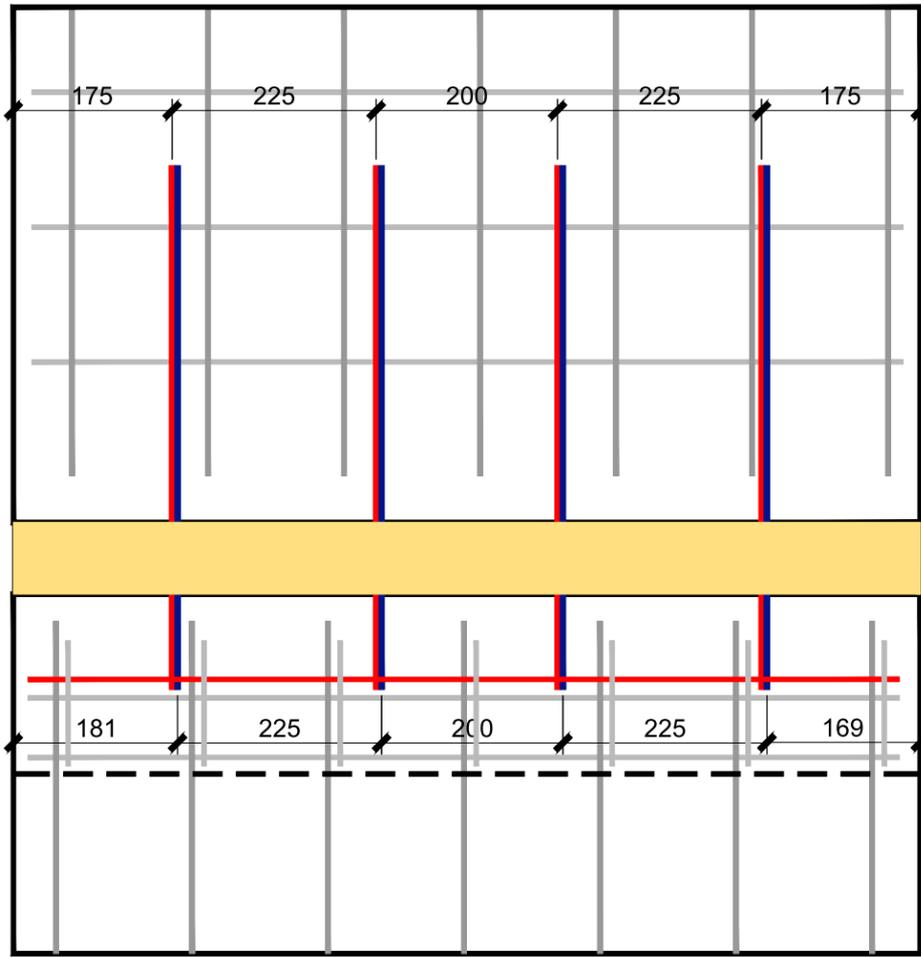


Figure 41 : Positionnement des aciers en vue en plan – Exemple modèle MVEA 4.6/2x4.6 d=120 u=30

COUPE A-A

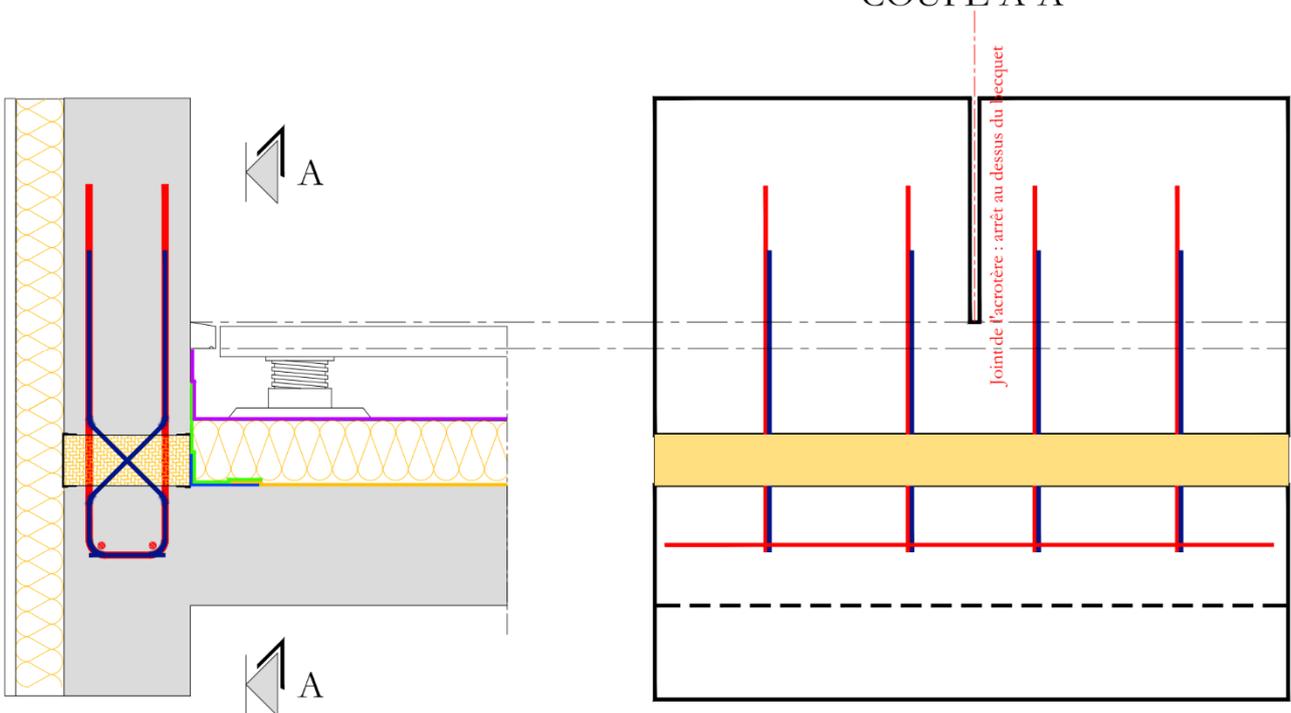


Figure 42 : Positionnement sur toiture-terrace étanchée avec dalle sur plots conforme au CPT 3794 de février 2018, avec détail de l'arrêt du joint de l'acrotère

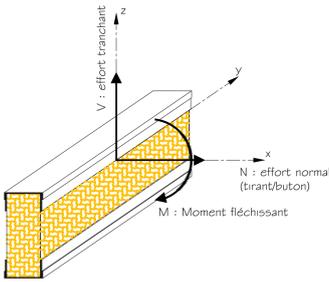
Annexe 3 – Données techniques sur les modèles VE

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

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

L'effort normal sollicitant N_{ed} est l'effort normal autre que ceux provenant du vent ou du retrait.

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



PLAKA – ISOTEC RT+ en ITE		VE 3.6/3.6 (**)	VE 4.6/4.6	VE 5.6/5.6	VE 6.6/6.6	VE 4.8/4.6	VE 5.8/5.6	VE 6.8/6.6	VE 8.8/8.6	VE 10.8/10.6	VE 10.8/10.8	VE 12.8/12.6	VE 12.8/12.8
Longueur de l'élément		1 m	1 m	1 m	1 m	1 m	1 m	1 m	1 m	1 m	1 m	1 m	1 m
Armatures ancrées tendues		3 Ø 6	4 Ø 6	5 Ø 6	6 Ø 6	4 Ø 8	5 Ø 8	6 Ø 8	8 Ø 8	10 Ø 8	10 Ø 8	12 Ø 8	12 Ø 8
Armatures en diagonal		3 Ø 6	4 Ø 6	5 Ø 6	6 Ø 6	4 Ø 6	5 Ø 6	6 Ø 6	8 Ø 6	10 Ø 6	10 Ø 8	12 Ø 6	12 Ø 8
Barres comprimées		3 Ø 6	4 Ø 6	5 Ø 6	6 Ø 6	4 Ø 8	5 Ø 8	6 Ø 8	8 Ø 8	10 Ø 8	10 Ø 8	12 Ø 8	12 Ø 8
Effort tranchant Résistant de calcul V_{Rd} [kN/ml]	$d=100$ mm	26,08	34,77	43,49	52,16	31,61	39,51	47,41	63,22	79,02	140,48	94,82	168,57
	$d=120$ mm	26,08	34,77	43,49	52,16	34,77	43,46	52,16	69,54	86,93	154,54	104,31	185,44
	$d=132$ mm	26,08	34,77	43,46	52,16	34,77	43,46	52,16	69,54	86,93	154,54	104,31	185,44
	$d=142$ mm	-	-	-	-	40,28	50,35	60,42	80,56	100,70	170,02	120,84	214,83
	$d=144$ mm	30,21	40,28	50,35	60,42	-	-	-	-	-	-	-	-
	$d=152$ mm	-	-	-	-	40,28	50,35	60,42	80,56	100,70	179,02	120,84	214,83
	$d=154$ mm	30,21	40,28	50,35	60,42	-	-	-	-	-	-	-	-
	$d=164$ mm	30,21	40,28	50,35	60,42	40,28	50,35	60,42	80,56	100,70	179,02	120,84	214,83
	$d=174$ mm	30,21	40,28	50,35	60,42	40,28	50,35	60,42	80,56	100,70	179,02	120,84	214,83
	$d=182$ mm	-	-	-	-	40,28	50,35	60,42	80,56	100,70	179,02	120,84	214,83
	$d=184$ mm	31,94	42,58	53,23	63,88	-	-	-	-	-	-	-	-
$d=194$ mm	31,94	42,58	53,23	63,88	42,58	53,23	63,88	85,17	106,46	189,27	127,75	227,12	
Effort normal résistant de calcul N_{Rd} [kN/ml]		55,69	74,25	92,82	111,38	140,89	176,11	211,33	281,78	352,22	352,22	422,66	422,66
Moment Résistant de calcul M_{Rd} [kN.m/ml] pour $V_{Ed} = 0$	$d = 100$ mm $N_{Ed} = 0$	2,89	3,86	4,82	5,79	7,34	9,17	11,01	14,68	18,34	18,34	22,01	22,01
	$d = 120$ mm $N_{Ed} = 0$	3,47	4,63	5,79	6,95	8,81	11,01	13,21	17,61	22,01	22,01	26,42	26,42
	$d = 132$ mm $N_{Ed} = 0$	3,82	5,09	6,37	7,64	9,69	12,11	14,53	19,37	24,22	24,22	29,06	29,06
	$d = 142$ mm $N_{Ed} = 0$	-	-	-	-	10,42	13,02	15,63	20,84	26,05	26,05	31,26	31,26
	$d = 144$ mm $N_{Ed} = 0$	4,17	5,56	6,95	8,33	-	-	-	-	-	-	-	-
	$d = 152$ mm $N_{Ed} = 0$	-	-	-	-	11,15	13,94	16,73	22,31	27,88	27,88	33,46	33,46
	$d = 154$ mm $N_{Ed} = 0$	4,46	5,94	7,43	8,91	-	-	-	-	-	-	-	-
	$d = 164$ mm $N_{Ed} = 0$	4,75	6,33	7,91	9,49	12,03	15,04	18,05	24,07	30,09	30,09	36,10	36,10
	$d = 174$ mm $N_{Ed} = 0$	5,04	6,71	8,39	10,07	12,77	15,96	19,15	25,54	31,92	31,92	38,30	38,30
	$d = 182$ mm $N_{Ed} = 0$	-	-	-	-	13,36	16,69	20,03	26,71	33,39	33,39	40,07	40,07
	$d = 184$ mm $N_{Ed} = 0$	5,32	7,10	8,87	10,65	-	-	-	-	-	-	-	-
	$d = 194$ mm $N_{Ed} = 0$	5,61	7,49	9,36	11,23	14,24	17,79	21,35	28,47	35,59	35,59	42,71	42,71
$100 \text{ mm} \leq d \leq 194 \text{ mm}$ $N_{Ed} = N_{Rd}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Les valeurs résistantes M_{Rd} , V_{Rd} , N_{Rd} peuvent-être calculées par interpolations linéaires

Se reporter au §2.8.1.3 pour vérifier la compatibilité du bras de levier avec l'épaisseur du plancher.

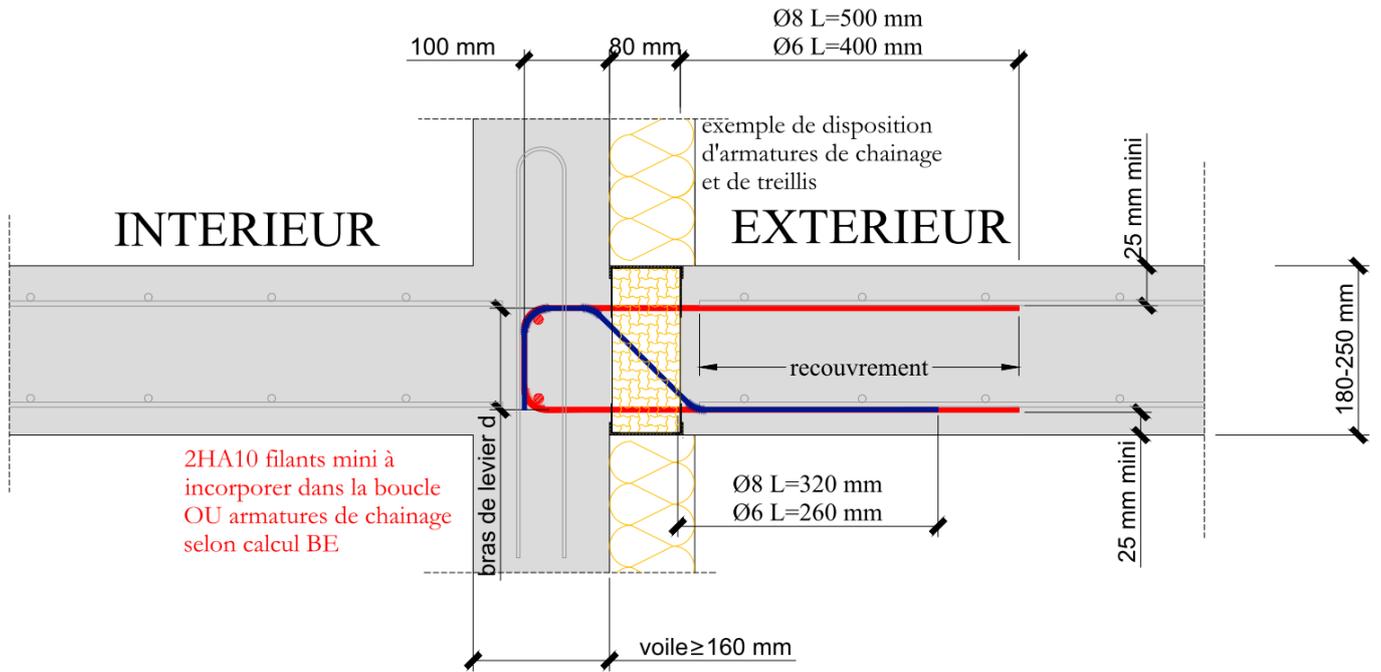


Figure 43 : Coupe type du rupteur VE avec loggia/balcon/coursive non étanchée

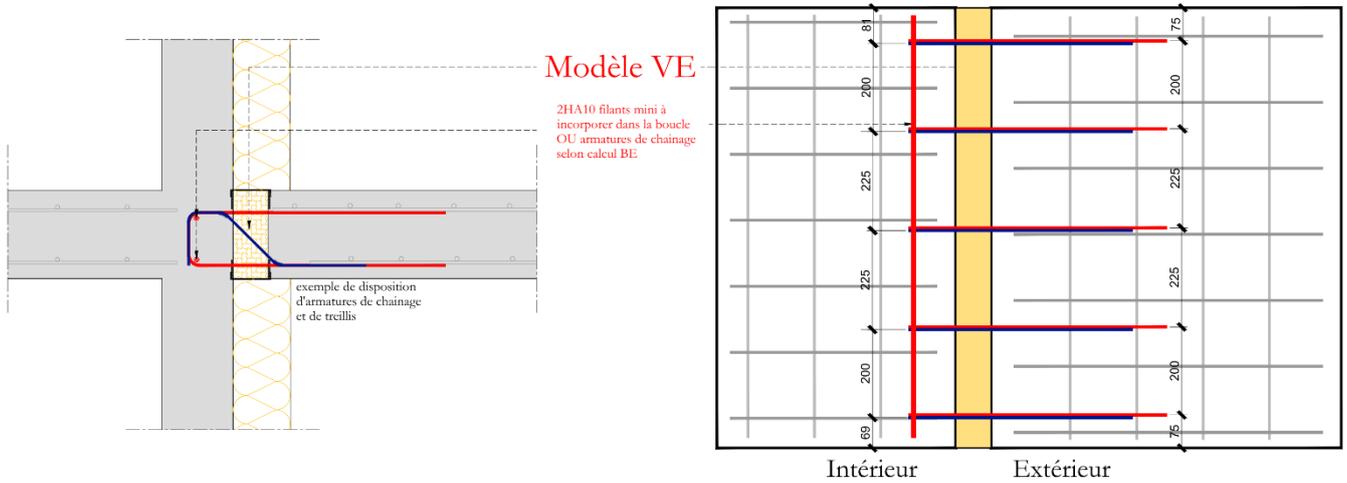
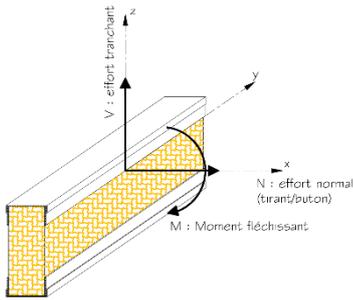


Figure 44 : Positionnement en vue en plan - exemple modèle VI 20/5.6/5.6 d=120 u=30

Annexe 4 – Données techniques sur les modèles VEP



Les valeurs indiquées sont des valeurs admissibles aux ELU.

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

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

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

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

PLAKA – ISOTEC RT+ en ITE		VEP 3.6/3.6 (**)	VEP 4.6/4.6	VEP 5.6/5.6	VEP 6.6/6.6	VEP 4.8/4.6	VEP 5.8/5.6	VEP 6.8/6.6	VEP 8.8/8.6	VEP 10.8/10.6	VEP 10.8/10.8	VEP 12.8/12.6	VEP 12.8/12.8
Longueur de l'élément		1 m	1 m	1 m	1 m	1 m	1 m	1 m	1 m	1 m	1 m	1 m	1 m
Armatures ancrées tendues		3 Ø 6	4 Ø 6	5 Ø 6	6 Ø 6	4 Ø 8	5 Ø 8	6 Ø 8	8 Ø 8	10 Ø 8	10 Ø 8	12 Ø 8	12 Ø 8
Armatures en diagonal		3 Ø 6	4 Ø 6	5 Ø 6	6 Ø 6	4 Ø 6	5 Ø 6	6 Ø 6	8 Ø 6	10 Ø 6	10 Ø 8	12 Ø 6	12 Ø 8
Butons comprimés		3 Ø 6	4 Ø 6	5 Ø 6	6 Ø 6	4 Ø 8	5 Ø 8	6 Ø 8	8 Ø 8	10 Ø 8	10 Ø 8	12 Ø 8	12 Ø 8
Effort tranchant Résistant de calcul V_{Rd} [kN/ml]	$d = 77$ mm	21,15	28,20	35,26	42,31	28,20	35,26	42,31	56,41	70,51	125,35	84,61	150,42
	$d = 97$ mm	-	-	-	-	34,77	43,46	52,16	69,54	86,93	140,48	104,31	168,57
	$d = 99$ mm	26,08	34,77	43,46	52,16	-	-	-	-	-	-	-	-
	$d = 127$ mm	28,25	37,67	47,09	56,50	37,67	47,09	56,50	75,34	94,17	167,42	113,01	200,90
Effort normal résistant de calcul N_{Rd} [kN/ml]		55,69	74,25	92,82	111,38	140,89	176,11	211,33	281,78	352,22	352,22	422,66	422,66
Moment Résistant de calcul M_{Rd} [kN.m/ml] pour $V_{Ed} = 0$	$d = 77$ mm $N_{Ed} = 0$	2,23	2,97	3,71	4,46	5,56	7,06	8,48	11,30	14,13	14,13	16,95	16,95
	$d = 97$ mm $N_{Ed} = 0$	-	-	-	-	7,12	8,90	10,68	14,24	17,79	17,79	21,35	21,35
	$d = 99$ mm $N_{Ed} = 0$	2,86	3,82	4,77	5,73	-	-	-	-	-	-	-	-
	$d = 127$ mm $N_{Ed} = 0$	3,68	4,90	6,13	7,35	9,35	11,65	13,98	18,64	23,30	23,30	27,96	27,96
	$77 \leq d \leq 127$ mm $N_{Ed} = N_{Rd}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Les valeurs résistantes M_{Rd} , V_{Rd} , N_{Rd} peuvent-être calculées par interpolations linéaires

Se reporter au §2.8.1.3 pour vérifier la compatibilité du bras de levier avec l'épaisseur du plancher.

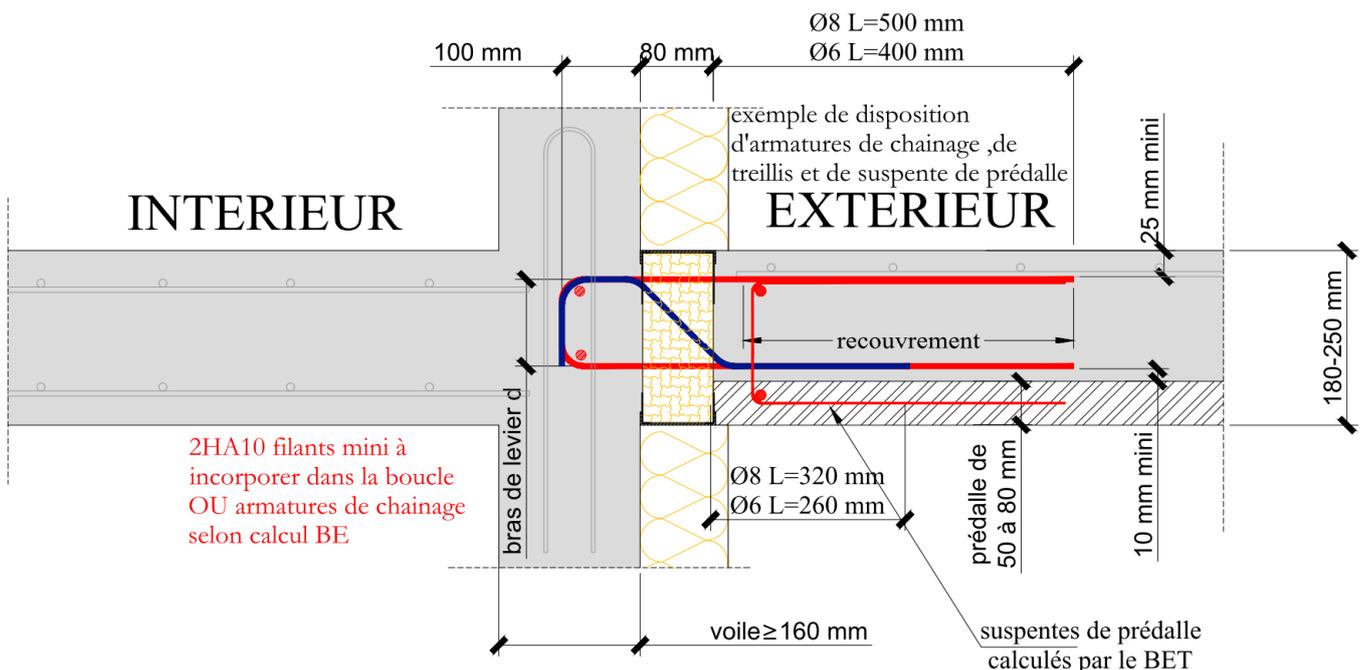


Figure 45 : Coupe type du rupteur VEP avec loggia/balcon/coursive non étanché

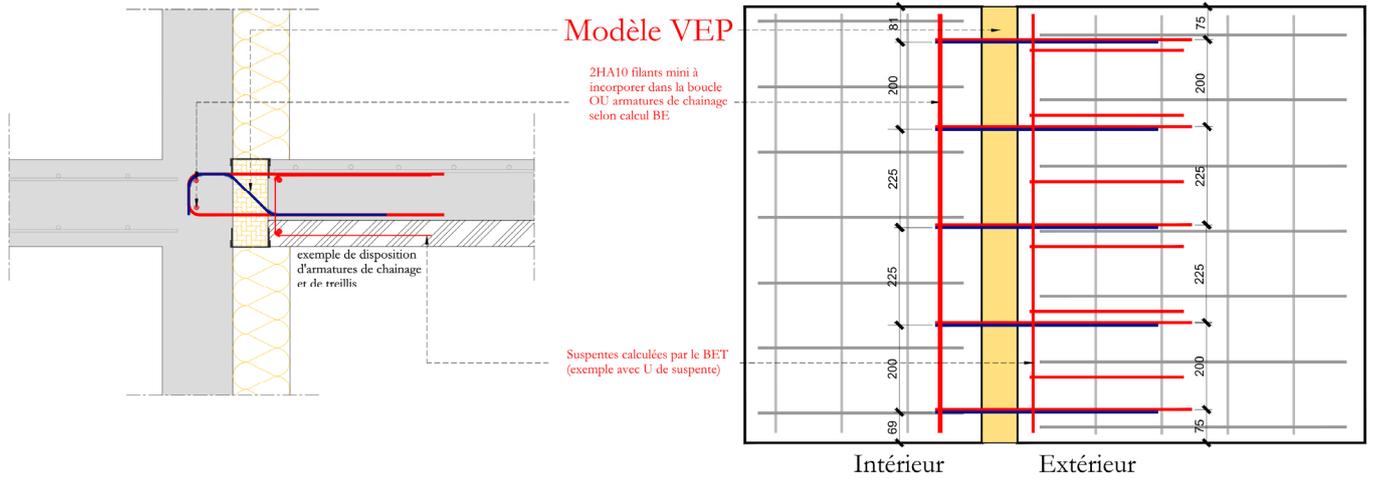


Figure 46 : Positionnement en vue en plan - exemple modèle VIP 20/5.6/5.6 d=120 u=70

Annexe 5 – Longueurs maximales entre joints de fractionnement

L'objet de cette partie est de donner la longueur maximale libre $L_{b,max}$ en-dessous de laquelle la dilatation libre des éléments structuraux (balcons, loggia, acrotère, etc.) reliés à la façade n'entraîne pas la plastification des aciers du rupteur thermique dans le cas d'une isolation extérieure.

Le calcul de la longueur maximale s'effectue avec la formule suivante :

$$L_e = \frac{(e_{isolant} + 2\phi)^2 \mu}{\phi} \left(k_1 - k_2 \tau \frac{1 + 0,3r}{1,35 + 1,5r} \right)$$

$$L_{b,max} = \min(L_e; 12m)$$

Avec :

- $k_1 = 9,150 \cdot 10^{-3}$
- $k_2 = 5,683 \cdot 10^{-3}$
- μ : correspond au coefficient dépendant du type de liaison entre segment de façade. $\mu=1$ pour un segment de façade libre-fixe, $\mu=2$ pour un segment de façade libre-libre
- $e_{isolant}$: épaisseur de l'isolant en mm
- ϕ : le diamètre maximum dans le rupteur en mm
- τ : taux de travail max à l'ELU des barres du rupteur
- $r : \frac{Q_k}{G_k}$
- L_e longueur libre en mètre et $L_{b,max}$ la longueur libre maximale en mètre

Le tableau ci-dessous indique les valeurs de $L_{b,max}$ en fonction du taux de travail des armatures et du plus gros diamètre du rupteur.

Tableau 4 : Longueur maximale $L_{b,max}$ de l'élément structural en mètres (balcon, loggia, acrotère)

$r = \frac{Q_k}{G_k}$	$0 \leq r < 0,3$			$0,3 \leq r < 0,6$			$0,6 \leq r$			
	$100 \geq \tau > 75$	$75 \geq \tau > 50$	$50 \geq \tau$	$100 \geq \tau > 75$	$75 \geq \tau > 50$	$50 \geq \tau$	$100 \geq \tau > 75$	$75 \geq \tau > 50$	$50 \geq \tau$	
Diamètre ϕ max des barres du rupteur (mm)	6	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00
	8	11,38	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00
	10	9,88	11,98	12,00	11,42	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00
	12	8,90	10,80	12,00	10,29	11,84	12,00	11,12	12,00	12,00

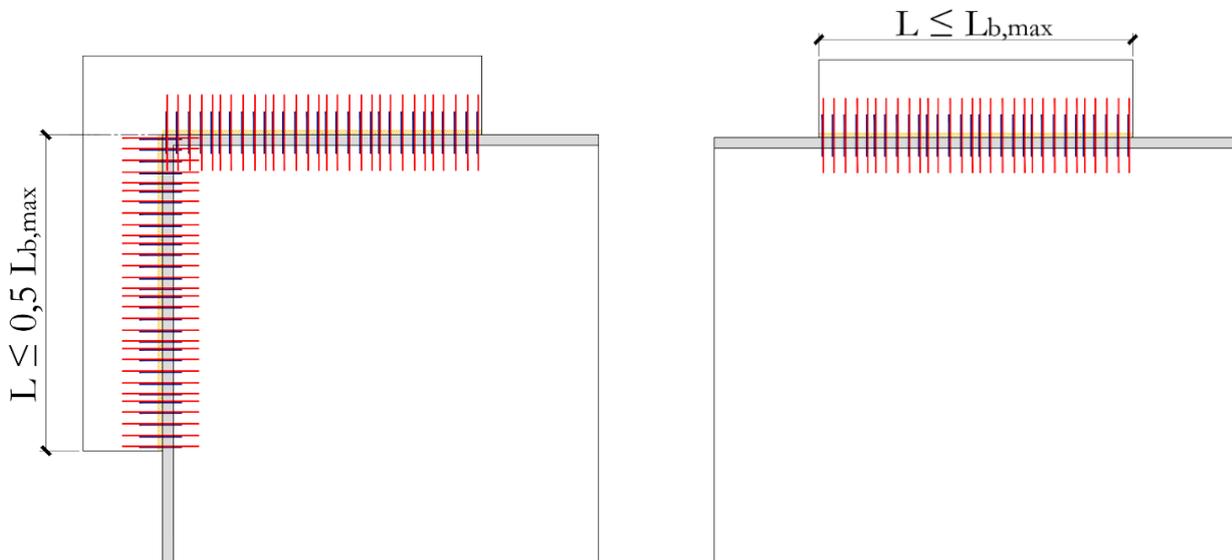
Note : Si r est inconnu, considérer le cas $r = 0$. Si τ est inconnu, considérer le cas $\tau = 100\%$. Les propriétés d'aciers inox des rupteurs suivantes sont utilisées pour le calcul de $L_{b,max}$: $E = 170\,000\text{ MPa}$ et $f_{yk} = 700\text{ MPa}$.

Dispositions constructives pour les rupteurs

L'ensemble des dispositions constructives est valable pour les rupteurs VE, VEP, MVEA et MVE.

Les dessins des rupteurs ci-dessous peuvent être assimilés à l'ensemble de la gamme ISOTEC RT+ ITE :

Le ferrailage transversal des balcons et acrotères doit être conforme aux dispositions du §2.3.3(3) de la FD P18-717



Annexe 6 – Calculs des ponts thermiques

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

Les modèles géométriques pour le calcul sont directement issus des éléments techniques fournis par le titulaire.

Les conditions aux limites sont des Règles Th-Bât.

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

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

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

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

- Conductivité thermique de l'isolant du mur comprise entre 0,03 W/(m.K) et 0,04 W/(m.K)
- Acier inox de conductivité thermique ≤ 15 W/(m.K) conformément à l'EN 10088-1
- Epaisseur de plancher ≤ 25 cm
- Isolation du rupteur d'épaisseur 8 cm et de conductivité thermique égale à 0,038 W/(m.K)
- Pour les modèles MVE : l'épaisseur du mur en béton doit être ≥ 16 cm et l'épaisseur de l'isolant du mur doit être ≥ 10 cm
- Pour les modèles MVEA : l'épaisseur du mur en béton et de l'acrotère doivent être ≤ 20 cm et l'épaisseur de l'isolant en toiture doit être ≥ 8 cm
- Pour les modèles VE et VEP : l'épaisseur du mur en béton doit être ≥ 16 cm et l'épaisseur de l'isolant doit être ≥ 8 cm
- Les fibres de l'isolant doivent être perpendiculaires au flux de chaleur

Tableau 5 : Calcul des coefficients thermiques ψ pour les rupteurs MVE, MVEA, VE et VEP

MODELE ISOTEC RT+	Epaisseur du plancher (cm)	Coefficient $\psi^{(1)(2)}$ en W/(m.K)			
		Plancher haut	Plancher intermédiaire		
MVE 4.8/4.6/4.12	20		0,19		
MVE 4.10/4.6/4.12			0,22		
MVE 5.10/5.6/5.12			0,26		
MVE 6.10/6.6/6.12			0,29		
MVE 8.10/8.6/8.12			0,32		
MVE 10.10/10.6/10.12			0,36		
MVE 12.10/12.6/12.12			0,39		
MVE 12.12/12.6/12.12			0,42		
MVE 14.10/14.6/14.12			0,45		
MVE 14.12/14.6/14.12			0,49		
MVEA 4.6/2x4.6			20	0,21	
MVEA 6.6/2x3.6	0,23				
MVEA 6.8/2.6.6	0,24				
VE 3.6/3.6	20		0,14		
VE 4.6/4.6			0,15		
VE 5.6/5.6			0,16		
VE 6.6/6.6			0,17		
VE 4.8/4.6			0,17		
VE 5.8/5.6			0,19		
VE 6.8/6.6			0,20		
VE 8.8/8.6			0,22		
VE 10.8/10.6			0,24		
VE 10.8/10.6			0,26		
VE 12.8/12.6			0,28		
VE 12.8/12.8			0,29		
VEP 3.6/3.6			20		0,13
VEP 4.6/4.6					0,14
VEP 5.6/5.6	0,16				
VEP 6.6/6.6	0,17				
VEP 4.8/4.6	0,17				
VEP 5.8/5.6	0,19				
VEP 6.8/6.6	0,21				
VEP 8.8/8.6	0,23				
VEP 10.8/10.6	0,25				
VEP 10.8/10.6	0,27				
VEP 12.8/12.6	0,28				
VEP 12.8/12.8	0,30				

(1) Pour les rupteurs de la gamme MVE :

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

Pour des planchers de 18 cm et pour :

- Les gammes de rupteurs inférieures ou égales (avec moins ou une quantité identique d'armatures) au MVE 8.10/8.6/8.12, les valeurs du coefficient Ψ diminuent de 0,02 W/m.K
- Les gammes de rupteurs strictement supérieures (avec plus d'armatures) au MVE 8.10/8.6/8.12, les valeurs du coefficient Ψ diminuent de 0,01 W/m.K

(2) Pour les rupteurs de la gamme VE et VEP

Les valeurs du coefficient Ψ augmentent de 0,01 W/m.K pour des planchers de 22 cm d'épaisseur, de 0,02 W/m.K pour des planchers de 25 cm d'épaisseur et diminuent de 0,01 W/m.K pour des planchers de 18 cm d'épaisseur.

Calcul du coefficient dans le cas de passages de réseaux

Le coefficient des rupteurs avec l'intégration de passages de gaine PVC de section maximale de 40 mm x 40 mm en W/(m.K) se calcule comme ceci :

$$\psi_{\text{rupteur avec } n \text{ passage de gaine PVC}} = \psi_{\text{rupteur}} + n \chi$$

$\psi_{\text{rupteur avec } n \text{ passage de gaine PVC}}$: coefficient calculé pour 1 mètre en W/(m.K)

ψ_{rupteur} : coefficient thermique des rupteurs selon tableau 5 de l'annexe 6.

n : le nombre de passages de gaines PVC par mètre linéaire. Cependant si plusieurs gaines passent dans une seule section de 40 mm x 40 mm alors il s'agit que d'un seul passage.

χ : le coefficient de pont thermique ponctuel dû au passage d'une gaine PVC de section maximale de 40mm x 40mm. Le calcul étant effectué sur un mètre linéaire l'unité de χ est en W/(m.K) et est égal à 0,01 W/(m.K).

Dans le cas d'un passage de gaines effectué entre deux rupteurs. Sur la largeur de la réservation, le coefficient thermique sera pris égal à la valeur thermique d'une liaison béton armé-béton armé.

Annexe 7 - Etanchéité

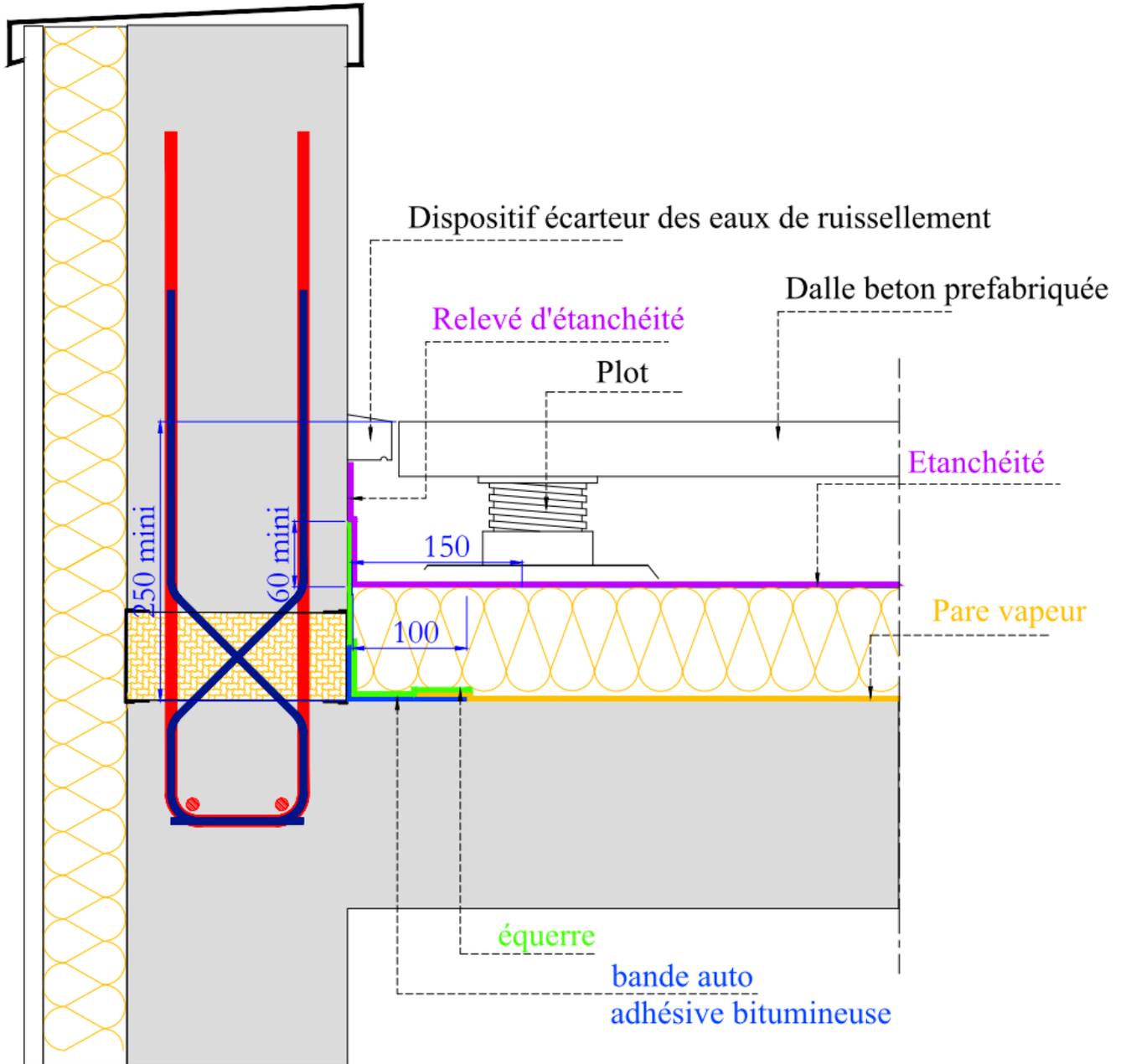


Figure 47 : Toitures terrasses

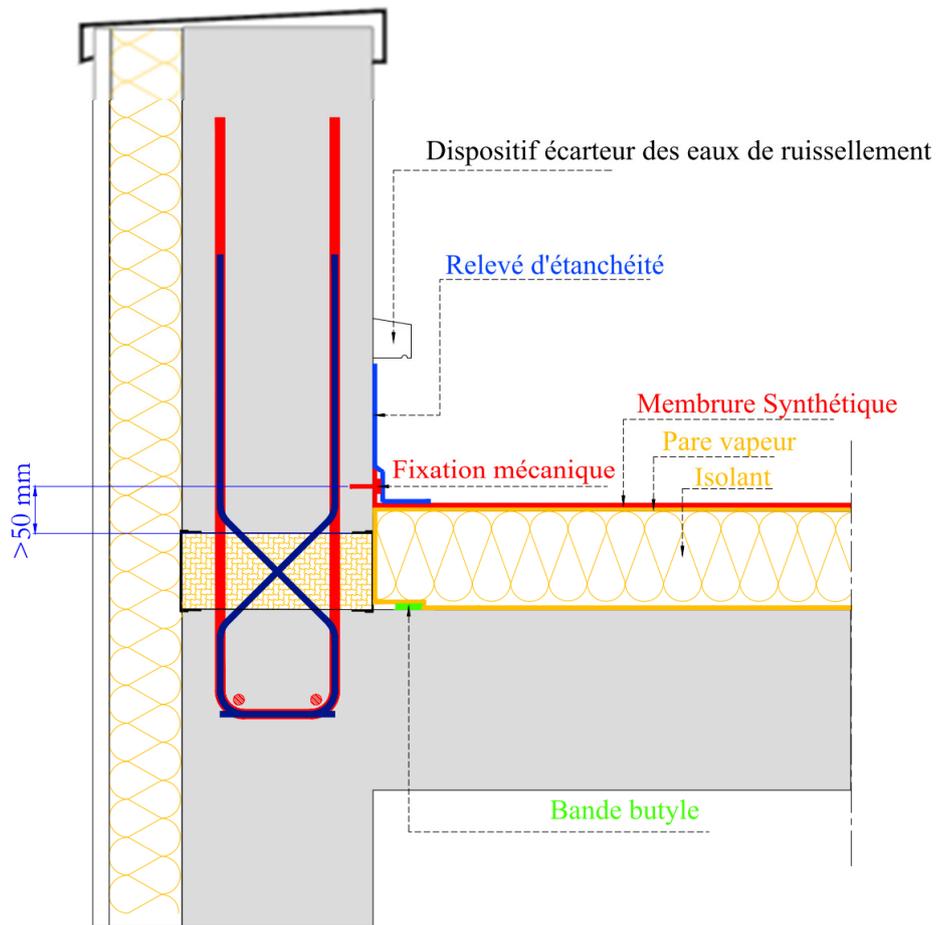


Figure 48 : Fixation en périphérie de toiture dans le relief

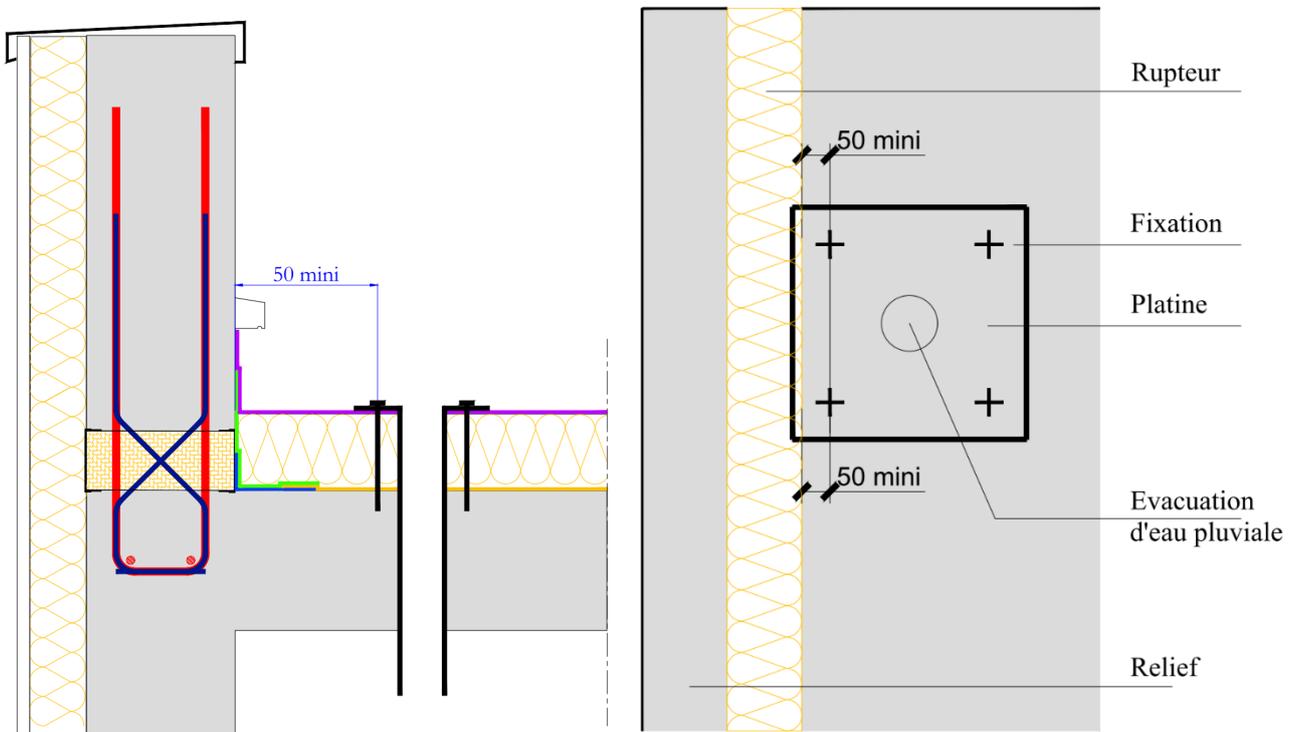


Figure 49 : Réserve dans le béton en toiture-terrasse

BALCONS/TERRASSE/COURSIVE

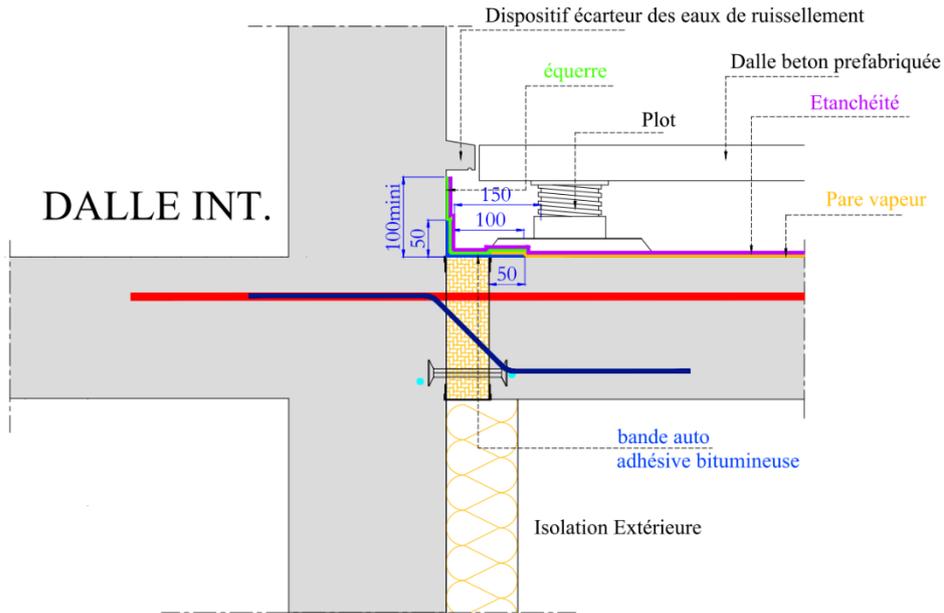


Figure 50 : Modèle MVE et VE/VEP, dalle sur plots

BALCONS/TERRASSE/COURSIVE

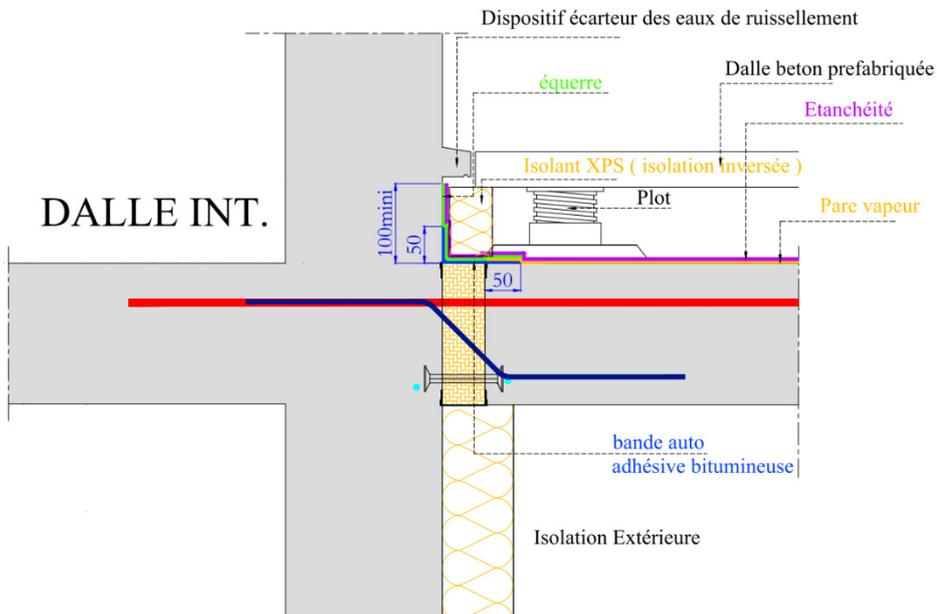


Figure 51 : Modèle MVE, dalle sur plots avec isolation sous dalle sur plot

BALCONS/TERRASSE/COURSIVE

Dispositif écarteur des eaux de ruissellement

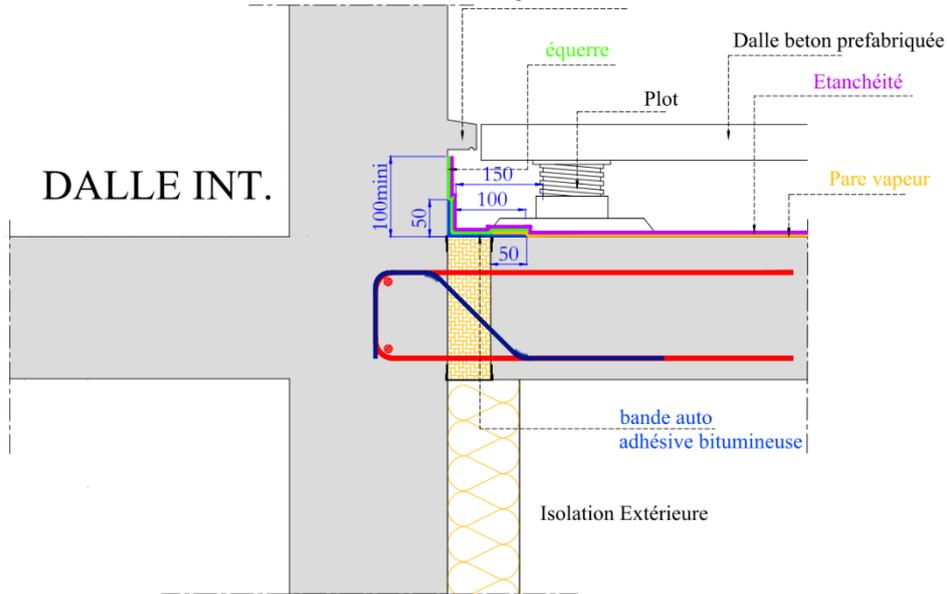


Figure 52 : Modèle VE/VEP, dalle sur plots

BALCONS/TERRASSE/COURSIVE

Dispositif écarteur des eaux de ruissellement

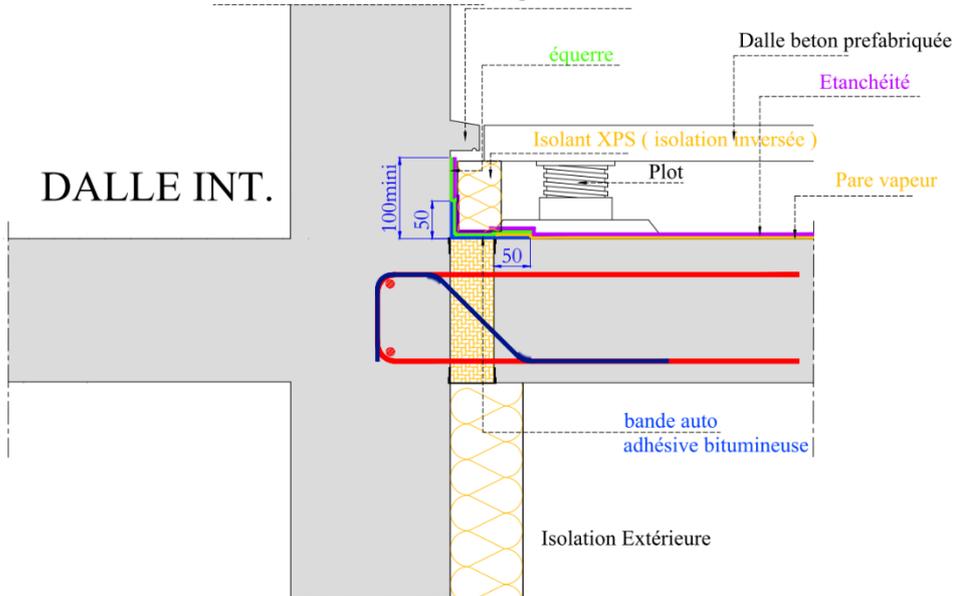


Figure 53 : Modèle VE ou VEP, dalle sur plots avec isolation sous dalle sur plot

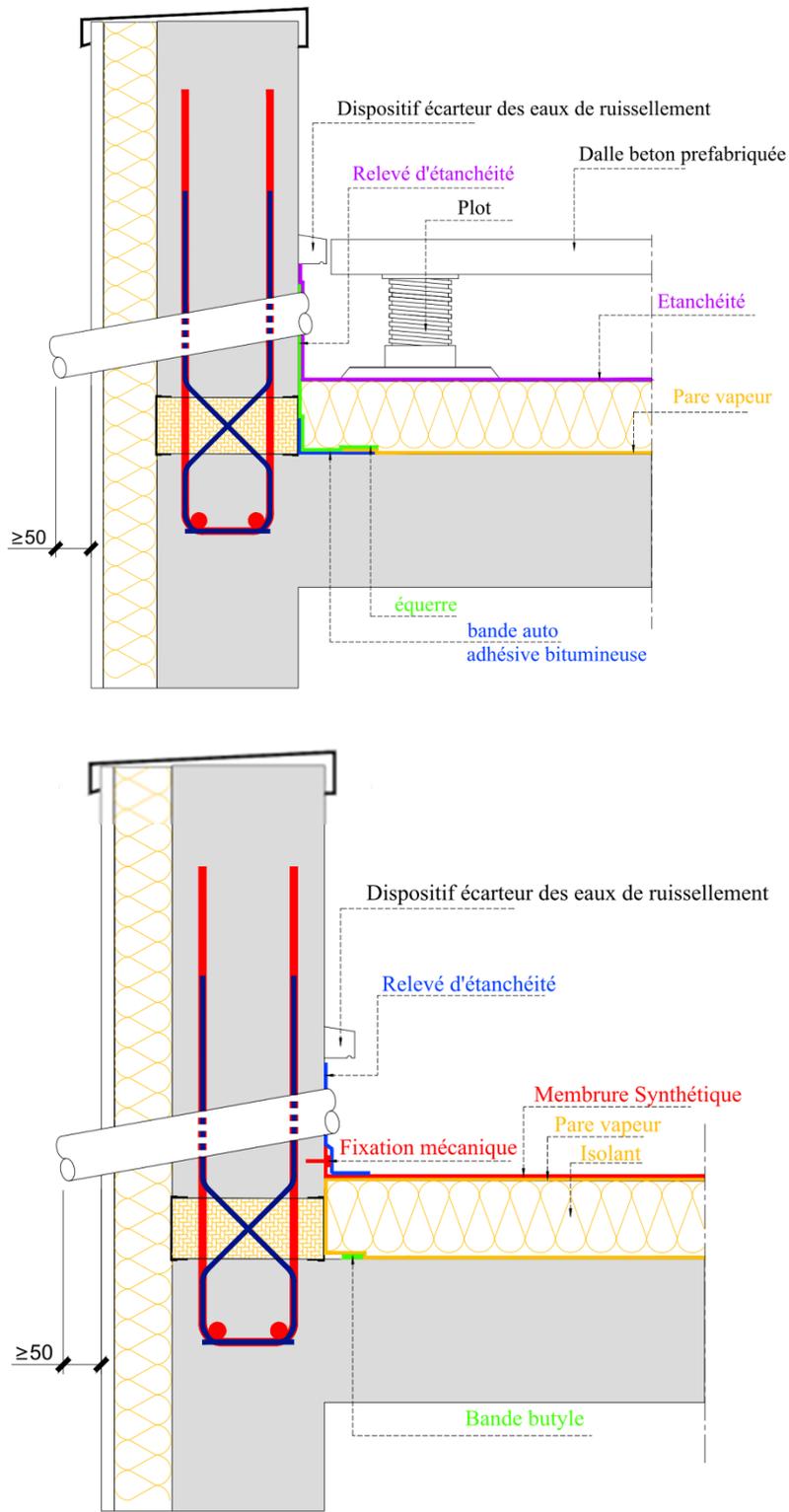


Figure 54 : principe des barbacanes avec quelques exemples de coupes