

Sur le procédé

Procédé de rupteurs de ponts thermiques Slabe 6

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

Titulaire(s) : Société COHB Industrie

Internet : <http://cohb-industrie.com/>

Groupe Spécialisé n° 3.1 - Planchers et accessoires de plancher

Versions du document

Version	Description	Rapporteur	Président
3	<p>Cette version, examinée par le GS n°3.1 le 25 mai 2023, annule et remplace l'Avis Technique 3.1/16-368_V2. Elle intègre les modifications suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ajout du modèle SLABE 6 D • Ajout de l'utilisation des aciers bi-matière (inox/acier carbone) • Ajout de l'utilisation des enveloppes en polypropylène • Mise à jour des performances thermiques et acoustiques • Mise à jour de la trame 	Etienne PRAT	Roseline BERNARDIN-EZRAN

Descripteur :

Les rupteurs de ponts thermiques SLABE 6 sont des composants de construction destinés à traiter principalement les ponts thermiques entre les murs de façade (en béton armé ou maçonneries) et les dalles de planchers en béton armé coulés en place ou dalles à prédalles en béton armé ou précontraint, avec des épaisseurs de dalle de 20 cm minimum.

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

Le procédé des rupteurs SLABE 6 comprend :

- Les modèles SLABE 6 Z, le SLABE 6 ZN : pour les liaisons dalle-façade
- Le modèle SLABE 6 BZN : pour les liaisons dalle-façade avec balcon avec moment en provenance du balcon (balcons en porte-à-faux coulés sur place par exemple)
- Les modèles SLABE 6 RF (sans barres d'armature) et le SLABE 6 RFU (avec barres d'armature) : pour les liaisons refend-façade.
- Les modèles de rupteur thermique SLABE 6 D (sans barres d'armature) et SLABE 6 C (avec barres d'armature) dit de découpe.

L'application ne vise que les solutions en isolation thermique par l'intérieur.

Table des matières

1	Avis du Groupe Spécialisé	5
1.1	Domaine d'emploi accepté.....	5
1.1.1	Zone géographique.....	5
1.1.2	Ouvrages visés.....	5
1.2	Appréciation	6
1.2.1	Aptitude à l'emploi du procédé	6
1.2.2	Durabilité	7
1.2.3	Impacts environnementaux	7
1.3	Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé	7
2	Dossier Technique	9
2.1	Mode de commercialisation.....	9
2.1.1	Coordonnées.....	9
2.1.2	Identification	9
2.2	Description	9
2.2.1	Principe.....	9
2.2.2	Caractéristiques des composants.....	10
2.3	Identification des produits	11
2.4	Règles de conception.....	12
2.4.1	Généralités	12
2.4.2	Règles de dimensionnement structurales.....	12
2.4.3	Sécurité incendie.....	15
2.4.4	Isolation thermique.....	16
2.4.5	Isolation acoustique.....	17
2.4.6	Traitement des ouvrants.....	17
2.4.7	Etanchéité des toitures - terrasses.....	17
2.5	Dispositions de mise en œuvre.....	19
2.5.1	Généralités	19
2.5.2	Cinématiques de pose	20
2.5.3	Cas des prédalles	20
2.5.4	Cas des MCI.....	20
2.5.5	Cas des maçonneries	21
2.5.6	Cas des refends.....	21
2.6	Assistance technique	21
2.7	Coordination des études.....	21
2.7.1	En situation courante	21
2.7.2	En situation sismique	22
2.8	Principes de fabrication et de contrôle de cette fabrication.....	22
2.8.1	Fabrication et contrôles	22
2.8.2	Livraison	22
2.9	Mention des justificatifs	23
2.9.1	Résultats expérimentaux	23
2.9.2	Références chantiers.....	24
	Annexe du Dossier Technique – Schémas de mise en œuvre	25
	ANNEXE 1a – Modèle Z	26
	ANNEXE 1a – Modèle Z	27
	ANNEXE 1a – Modèle Z	28

ANNEXE 1b – Modèle ZN	29
ANNEXE 1b – Modèle ZN	30
ANNEXE 1b – Modèle ZN	31
ANNEXE 1c - Modèle BZN	32
ANNEXE 1d - Modèle D	33
ANNEXE 1d - Modèle D	34
ANNEXE 1d - Modèle D	35
ANNEXE 1e – Modèle C	36
ANNEXE 1e – Modèle C	37
ANNEXE 1e – Modèle C	38
ANNEXE 1f – Modèle RF	39
ANNEXE 1f – Modèle RF	40
ANNEXE 1g - Modèle RFU	41
ANNEXE 2 – Démarche de modélisation (BENCHMARK)	42
ANNEXE 3 - Dispositions minimales de chainages	44
ANNEXE 4 - Principe de calepinage angles et trémies	45
ANNEXE 5 – Dispositions de mise en œuvre des rupteurs SLABE 6 avec prédalles	46
ANNEXE 6 – Dispositions de mise en œuvre des balcons	47
ANNEXE 7 – Performances acoustique du procédé Slabe 6	49

1 Avis du Groupe Spécialisé

Le procédé décrit au chapitre 2 « Dossier Technique » ci-après a été examiné par le Groupe Spécialisé qui a conclu favorablement à son aptitude à l'emploi dans les conditions définies ci-après :

1.1 Domaine d'emploi accepté

1.1.1 Zone géographique

Le présent Avis ne vise que les utilisations en France européenne.

L'utilisation du procédé dans des bâtiments nécessitant des dispositions parasismiques au sens de l'arrêté du 22 octobre 2010 modifié, est visée moyennant le respect de prescriptions données dans le présent Avis Technique.

Les rupteurs du procédé SLABE 6 sont utilisables sur des structures dans toutes zones de sismicité de France métropolitaine, pour toutes catégories d'ouvrages, et toutes classes de ductilité.

1.1.2 Ouvrages visés

Ne sont visés dans le présent Avis que les rupteurs dont l'épaisseur d'isolant est égale à 6 cm utilisés en Isolation Thermique par l'Intérieur.

L'Avis Technique n'est valable que pour les applications respectant les prescriptions techniques détaillées dans le Dossier Technique.

Cadre d'utilisation des rupteurs

Les modèles SLABE 6 Z, ZN et BZN sont utilisables sur des éléments participant au contreventement des ouvrages vis-à-vis des effets du vent au sens de la norme NF EN 1991.

Les modèles SLABE 6 ZN et BZN sont utilisables sur des éléments participant au contreventement des ouvrages vis-à-vis des effets sismiques au sens de la norme NF EN 1998-1-1 dans toute zone de sismicité de France métropolitaine (zones 1 à 4) et pour toute catégorie d'ouvrage (ouvrages de catégories I à IV) au sens de l'arrêté du 22 octobre 2010 modifié.

Les modèles SLABE 6 C et D et RF et RFU sont utilisables sur tous types d'ouvrages mais ne visent pas la reprise d'efforts verticaux et horizontaux, notamment :

- Les modèles « C » et « D » sont uniquement utilisés pour combler les espaces laissés vides inférieures ou égales à 50 cm à l'extrémité des linéaires de plancher/façade traités avec les rupteurs SLABE 6
- Les modèles SLABE RF et RFU assurent une coupure thermique verticale entre les voiles de refend et les façades. Le SLABE RF ne reprend pas d'efforts, ces derniers devant être repris par d'autres liaisons. Le modèle SLABE RFU ne reprend que les efforts de traction appliqués sur le plan du mur de refend, les autres efforts devant être repris par d'autres liaisons.

L'utilisation du système de rupteurs Slabe 6 avec un autre système de rupteurs n'est pas visée par le présent Avis Technique.

Type d'ouvrages

Pour les ouvrages nécessitant des dispositions parasismiques au sens de l'arrêté du 22 Octobre 2010 modifié, seuls les modèles ZN-s et BZN-s peuvent reprendre directement les efforts sismiques dans la limite des capacités définies en Annexe 1.

Le procédé SLABE 6 est utilisable sur des structures participant au contreventement des ouvrages, pour la reprise des efforts de vent au sens de la NF EN 1991. Sans disposition de renfort structurel complémentaire, les zones équipées du procédé de rupteurs SLABE 6 peuvent reprendre directement les efforts de vent dans la limite des capacités définies en Annexe 1.

Pour les ouvrages munis de rupteurs du procédé SLABE 6, respectant les distances entre joints de dilatation indiquées à la clause 2.3.3 de l'AN de la NF EN 1992-1-1, il n'est pas nécessaire de vérifier les efforts dus à la dilatation thermique des façades. L'application est limitée aux ouvrages non classés IGH (Immeubles de Grande Hauteur).

Type de planchers

Le procédé SLABE 6 est utilisable sur tout type de plancher d'épaisseur 20 cm minimum, en continuité ou non avec un balcon, notamment :

- Planchers bétonnés coulés en place
- Planchers avec prédalles béton armé ou précontraintes

Pour les locaux à fortes sollicitations mécaniques (charges roulantes notamment), la pose de revêtements de sol fragiles directement sur le rupteur de ponts thermiques SLABE 6 est proscrite au niveau des seuils (portes, baies, etc.).

Type de Murs

Le procédé SLABE 6 est utilisable sur tous types de murs de façade et de refends, d'épaisseur minimum 16 cm en continuité ou non avec un balcon, notamment :

- Voiles béton armé, y compris murs à coffrage intégré (MCI)
- Murs en maçonnerie tels que décrits dans la NF EN 1996-1-1, le DTU 20.1 ou un avis technique en cours de validité du procédé de maçonnerie le cas échéant. Le domaine d'emploi est limité : (i) aux maçonneries dont la résistance de calcul à la compression (f_d) dans la direction prise en considération ($f_d = f_k / \gamma_m$ au sens de la NF EN 1996-1-1) est au minimum 1,00 MPa, et (ii) aux bâtiments en maçonnerie R+4.

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

Les rupteurs de ponts thermiques du procédé SLABE 6 peuvent être mis en place dans des bâtiments avec refends, liaisonnés ou non.

1.2 Appréciation

Le présent Avis ne vaut que si le bon transit des efforts apportés par l'ouvrage jusqu'aux points d'appuis que constituent les profils des rupteurs SLABE 6 est dûment vérifié. Ce transit nécessite la réalisation d'un chaînage de rive en bordure de dalle, le long du linéaire de rupteurs SLABE 6, donné en Annexe du Dossier Technique. La présence de ce chaînage est indispensable du fait de l'incorporation des rupteurs qui modifie le cheminement des charges, en concentrant les réactions de liaison dans les zones de chacun des profils des rupteurs SLABE 6. Il s'agit donc d'ouvrages à considérer sur appuis concentrés et non pas répartis.

Le présent avis n'est valide que si l'utilisation du procédé SLABE 6 est prise en compte dans la conception globale de l'ouvrage et, le cas échéant, dans le dimensionnement des prédalles.

1.2.1 Aptitude à l'emploi du procédé

1.2.1.1 Stabilité

Les composants mis en œuvre assurent la stabilité des éléments liaisonnés, compte tenu du dimensionnement effectué conformément aux règles en vigueur. La résistance des composants est normalement assurée dans le domaine des planchers en béton armé soumis à des charges principalement statiques et situés en dehors de toute atmosphère agressive (cas courant des planchers d'habitation, pour lesquels les rupteurs trouvent la quasi-totalité de leurs applications).

1.2.1.2 Stabilité en situation sismique

Les boîtiers isolants structurels SLABE ZN et BZN peuvent être incorporés aux éléments servant au contreventement des ouvrages en situation de projet nécessitant des dispositions parasismiques au sens de l'arrêté du 22 octobre 2010 modifié, dans les conditions de conception du Dossier Technique.

1.2.1.3 Sécurité en cas d'incendie

Réaction au feu

Le classement de réaction au feu de l'isolant laine de roche d'épaisseur 60 mm est A1 selon les Euroclasses.

Le classement de réaction au feu de la mousse résolique d'épaisseur 60 mm est C-s1,d0 selon les Euroclasses.

Résistance au feu

La totalité des modèles SLABE 6 ayant pour isolant la laine de roche ou la mousse résolique, font l'objet de l'Appréciation de Laboratoire n°042076-A délivrée par le CERIB donnant lieu à une équivalence de classement afin d'estimer le degré de résistance au feu du procédé en accord avec le domaine d'emploi revendiqué.

Conformément à l'appréciation de laboratoire n°042076-A, dans les conditions d'enrobage des profils, Z et N, et des barres, et pour des sollicitations vérifiant les critères de résistance à froid telles que définies dans le Dossier Technique, les rupteurs de la gamme SLABE 6 permettent de respecter la réglementation applicable aux planchers et murs pour les applications requérant un équivalent de classement jusqu'à REI 120 pour les modèles de liaison dalle- façade et EI 120 pour les modèles de liaison refend-façade et modèle de découpe de liaison dalle-façade, avec une épaisseur d'isolant égale à 6 cm :

- Les modèles Z, ZN et BZN pour utilisation sur des façades en béton armé (y compris murs MCI) ou maçonneries en jonction avec des dalles en béton armé et prédalles (REI 120) et éventuellement associés à un modèle C ou D (EI 120).
- Les modèles RF et RFU pour utilisation à la jonction entre façades et murs de refend (EI 120).

Les conclusions de l'appréciation de laboratoire n°042076-A sont valables lorsqu'il n'y a pas de jeu entre deux rupteurs SLABE 6 adjacents.

Conformément à l'appréciation de laboratoire n°042076-A l'utilisation simultanée de rupteurs de plancher et de refend renfermant deux isolants différents (par ex. rupteur SLABE à la laine de roche sur la liaison plancher/façade et rupteur SLABE 6 à la mousse résolique sur la liaison façade/refend) n'aura pas d'impact sur la résistance au feu des éléments d'ouvrage. Les configurations de mixité validées par l'appréciation de laboratoire sont les suivantes :

- Rupteur de refend de 16 à 20 cm d'épaisseur avec isolant en laine de roche et rupteurs de plancher de 20 à 25 cm d'épaisseur avec isolant en mousse résolique ;
- Rupteur de refend de 16 à 20 cm d'épaisseur avec isolant en mousse résolique et rupteurs de plancher de 20 à 25 cm d'épaisseur avec isolant en laine de roche.

Sur une liaison (plancher ou refend) traitée avec rupteur, il n'est pas permis de mixer les isolants (laine de roche et mousse résolique).

Enfin, l'équivalence de classement revendiquée du rupteur SLABE 6 est définie par le classement minimal justifié pour les éléments de structure (murs, planchers) à l'interface desquels il est incorporé, sans dépasser REI 120.

1.2.1.4 Prévention des accidents lors de la mise en œuvre

La mise en œuvre des composants SLABE 6 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.

1.2.1.5 Isolation thermique

Les composants SLABE 6 permettent de traiter les ponts thermiques constitués normalement par la continuité des dalles de planchers avec balcons en porte-à-faux ou entre 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-Bat.

Les caractéristiques des isolants sont les suivants :

- Mousse résolique : Pain isolant conforme à la norme EN 13166+A1, de masse volumique 35 kg/m³, de conductivité thermique certifiée ACERMI $\leq 0,022 W/(m.k)$, disposant d'un rapport de classement de réaction au feu C-s1,d0 et bénéficiant d'un certificat ACERMI
- Laine de roche : Pain isolant conforme à la norme EN 13162, de masse volumique supérieur à 110 kg/m³ et de conductivité thermique certifiée ACERMI $\leq 0,038 W/(m.k)$, disposant d'un rapport de classement de réaction au feu A1 et bénéficiant d'un certificat ACERMI

Pour chaque isolant l'identification des produits est la suivante :

- Mousse résolique : KOOLTHERM K3 et K10 de chez KINGSPAN INSULATION BV, ACERMI N°10/089/603.
- Laine de roche :
 - ROCKFEU de chez ROCKWOOL France SAS, ACERMI N°07/015/445.
 - SmartRoof B de KNAUF INSULATION, ACERMI N°19/016/1383

Les isolants thermiques utilisés dans le cadre du procédé SLABE 6 sont soit en laine de roche, soit en mousse résolique. Les conductivités thermiques utiles pour le calcul sont celles affichées au §2.4.4 du Dossier Technique.

Des valeurs courantes de la transmission linéique ψ en $W/m.k$ sont données, dans l'Annexe 1 du Dossier Technique pour :

- Une épaisseur d'isolant du rupteur égale à 6 cm ;
- Une épaisseur de la dalle comprise entre 20 et 25cm.

Ces valeurs de coefficient de transmission linéique ne sont valables qu'à condition de respecter les limites de validité décrites au §2.4.4 du Dossier Technique.

1.2.1.6 Isolation acoustique

Les différents essais et études acoustiques réalisés sur les rupteurs thermiques SLABE 6 ont permis de conclure que ces derniers ont un comportement relativement neutre en comparaison avec une liaison non munie des rupteurs dans une majorité des configurations d'installation (cf. Exemples de Solutions Acoustiques, édition janvier 2014).

L'Annexe 7 présente des solutions validées avec leurs limites (notamment la présence ou non du doublage de façade) pour des exigences d'isolement à 53 et 55 dB. Le doublage de façade est de type ESA5.

Lorsqu'un isolement à 58dB est exigé, une étude acoustique spécifique devra être réalisée.

1.2.1.7 Utilisation en toiture-terrasse

La mise en œuvre du rupteur SLABE 6 en toiture-terrasse est visée par le présent Avis. Elle est réalisée conformément aux prescriptions du §2.4.7 du Dossier Technique.

1.2.2 Durabilité

Compte tenu des conditions de fabrication des composants SLABE 6 dans une usine spécialisée sous autocontrôle, ainsi que des caractéristiques de matériaux utilisés, notamment l'acier inoxydable, la durabilité des composants est équivalente à celle des produits traditionnels utilisés dans la construction. Ils ne nécessitent pas d'entretien spécifique.

1.2.3 Impacts environnementaux

1.2.3.1 Données environnementales

Le procédé de rupteur de pont thermique SLABE 6 ne fait pas l'objet d'une Déclaration Environnementale (DE) au sens de l'arrêté du 31 aout 2015.

Pour revendiquer une performance environnementale, le procédé de pont thermique SLABE doit faire l'objet d'une Déclaration Environnementale (DE) au sens de l'arrêté du 31 aout 2015.

Il est rappelé que les DE n'entrent pas dans le champ d'examen d'aptitude à l'emploi du procédé.

1.2.3.2 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.

1.3 Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

L'Avis Technique a fait l'objet d'une consultation du GS 5.2 quant à l'utilisation du procédé pour les planchers supports d'étanchéité. Les dispositions prévues pour cet usage sont décrites au §2.4.7 du Dossier Technique.

Il est rappelé qu'il appartient au titulaire d'informer les utilisateurs des conditions d'utilisation du procédé de rupteurs SLABE avec les recommandations du présent Avis.

Le GS 3.1 attire l'attention sur le fait que les conditions de recouvrement des armatures (suivant NF EN 1992-1-1 §8.7) peuvent nécessiter des treillis soudés façonnés particuliers ou nécessiter des barres HA en complément.

La pose collée de revêtements de sol fragiles directement sur la dalle est possible uniquement dans le cas de locaux à faibles ou moyennes sollicitations mécaniques. Il convient dans ce cas de respecter les dispositions du NF DTU 52.2 relatives à la flèche du support d'une part, et de prévoir un fractionnement du revêtement à la jonction entre le rupteur et la dalle d'autre part.

L'isolation en sous-face est exclue pour tout type de plancher conforme au DTU 20.12 dans le cas des planchers de toiture-terrasse.

2 Dossier Technique

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

2.1 Mode de commercialisation

2.1.1 Coordonnées

Le procédé est commercialisé par le titulaire, dont les coordonnées sont les suivantes :

COHB Industrie

ZA Noyal Sud – L'ECOPOLE

6 rue Blaise Pascal

FR – 35 530 Noyal-sur-Vilaine

Tél. : 02 57 87 29 00

Email : contact@cohb-industrie.com

Internet : <http://cohb-industrie.com/>

2.1.2 Identification

Chaque composant SLABE 6 est identifié par une étiquette indiquant la dénomination commerciale, la date de fabrication, l'épaisseur du plancher et le sens de pose sur le chantier (cf. 2.3).

2.2 Description

2.2.1 Principe

SLABE 6 est un procédé de rupteurs de ponts thermiques conçu uniquement pour l'isolation intérieure des bâtiments.

Ces rupteurs sont constitués d'une enveloppe PVC ou Polypropylène renfermant un isolant, en laine de roche ou en mousse résolique traversé par des éléments structuraux : barres d'armatures associées à un profil Z en acier inoxydable, permettant de transmettre des efforts (moments fléchissant et efforts tranchants) à travers l'isolant.

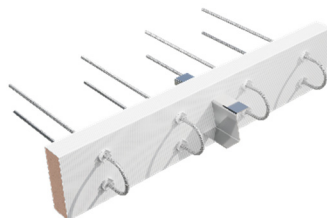


Figure 1 - Modèle Z

Le procédé de rupteurs de ponts thermiques SLABE 6 assure selon les modèles, une connexion structurale entre les murs de façades avec ou sans balcon et les éléments de structure intérieurs (planchers, murs de refends).

Le procédé de rupteurs de ponts thermiques SLABE 6 est composé de modèles structurels horizontaux (Z, ZN, BZN), de modèles verticaux (RF et RFU), l'ensemble associé ou non à des modèles de découpe (C et D).

Ainsi la gamme des rupteurs SLABE 6 comprend :

- Les modèles **SLABE 6 Z**, le **SLABE 6 ZN** : pour les liaisons dalle-façade
- Le modèle **SLABE 6 BZN** : pour les liaisons dalle-façade avec balcon avec moment en provenance du balcon (balcons en porte-à-faux coulés sur place par exemple)
- Les modèles **SLABE 6 RF** (sans barres d'armatures) et le **SLABE RFU** (avec barres d'armatures) : pour les liaisons refend-façade.
- Les modèles **SLABE 6 D** (sans barre d'armatures) et **SLABE 6 C** (avec barres d'armatures) : Ces modèles avec ou sans barres d'armatures ne possèdent pas de profil métallique en forme de Z. Ils sont destinés à être découpés pour combler les espaces laissés vides inférieurs ou égales à 50 cm à l'extrémité des linéaires de plancher/façade traités avec les rupteurs SLABE 6. L'utilisation des rupteurs C et D est limitée aux extrémités de linéaire plancher/façade directement accolées à un des appuis de la dalle (voile de refend, bande noyée, poutres, retour de façade, ...). Les linéaires où le rupteur C et D sont mis en œuvre devront disposer d'au moins 2 rupteurs Z et/ou ZN et/ou BZN.

2.2.2 Caractéristiques des composants

2.2.2.1 Profil Z

Profil unique pour tous les modèles de la gamme du procédé SLABE 6, en acier inoxydable, de géométrie spécifique, en position Z (position verticale) ou en position N (position horizontale), dont les dimensions principales sont spécifiées sur la figure ci-dessous.

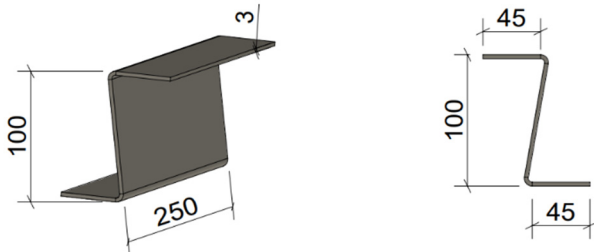


Figure 2 - détails du Profil Z

L'inox est une tôle laminée dont le type et la nuance respectent les caractéristiques minimales au sens de la norme NF EN 1993-1-4, suivantes :

- Nuance d'inox : 1.4306 / 1.4404 / 1.4301 / 1.4571 / 1.4307 / 1.4318 ou équivalent
- Résistance mécanique à la rupture : > 600 MPa
- Limite élastique : $f_y = R_{p0,2} > 340$ MPa
- Conductivité thermique : 15,0 W/(m.k)

2.2.2.2 Barres d'armatures longitudinales

Les armatures des modèles Z, ZN, C et RFU du procédé SLABE 6 peuvent être réalisées entièrement en inox ou à partir d'un assemblage bi-matière inox/carbone (la boucle ancrée dans le voile et traversant l'isolant est en acier inoxydable et une partie ancrée dans la dalle est en acier HA carbone de type B500B). L'une ou l'autre des solutions n'ont aucun impact sur les performances des modèles Z, ZN et RFU du procédé SLABE 6.

Les armatures des modèles BZN du procédé SLABE 6 sont entièrement réalisées en acier inox.

Dans le cas d'une boucle bi-matière, le raccord entre armatures d'acier inoxydable et armatures d'acier carbone est réalisé par soudure bout à bout sans métal d'apport. Tous les essais ont mis en évidence une résistance en traction de la soudure supérieure à la résistance des armatures courantes.

Les barres sont positionnées dans les réservations de l'enveloppe par des éléments de calage en matériaux de synthèse associés à des rondelles en acier.

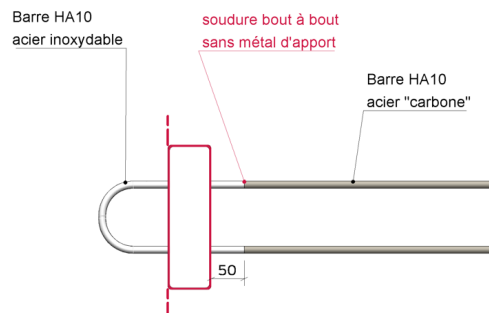


Figure 3 - Schéma des barres d'armatures longitudinales et position de la soudure des barres bi-matière inox/carbone

2.2.2.3 Acier HA inoxydable

L'acier inoxydable des barres à haute adhérence est de la famille des aciers austéno-ferritiques conforme à la NF 10088- Annexe E-2. (Nuance 4658, 1.4670, 1.4482 ou équivalent).

Les caractéristiques minimales sont les suivantes :

Résistance mécanique à la rupture : > 715 MPa

Limite élastique à 20% d'allongement : > 600 MPa

Conductivité thermique : 13 W/(m.K)

2.2.2.4 Acier HA Carbone

L'acier HA carbone est équivalent à l'acier B500B, selon la NF A35 080-1.

Les caractéristiques minimales sont les suivantes :

Résistance mécanique à la rupture : > 540 MPa

Limite élastique à 20% d'allongement : > 500 MPa

Les barres sont positionnées dans les réservations de l'enveloppe par des éléments de calage et de maintien n'ayant aucune fonction structurelle. Par exemple, nous pouvons trouver des manchons plastiques associés à des rondelles aciers.

2.2.2.5 Isolant

Les modèles du procédé SLABE 6 peuvent être constitués de deux types d'isolants d'épaisseur constante 60 mm : de la laine de roche ou de la mousse résolique (autrement appelée mousse phénolique).

Les performances thermiques, acoustiques et feu, obtenues pour les configurations du rupteur SLABE 6 avec ces deux types d'isolants sont indiquées au §2.4 « Règles de Conception ».

Les caractéristiques des isolants sont les suivantes :

- Mousse résolique : Isolant conforme à la norme NF EN 13166+A1, de masse volumique 35 kg/m³, de conductivité thermique utile $\leq 0,022 W/(m.k)$, disposant d'un rapport de classement de réaction au feu C-s1, d0 et bénéficiant d'un certificat ACERMI.
- Laine de roche : Isolant conforme à la norme EN 13162, de masse volumique supérieure à 110 kg/m³ et de conductivité thermique utile $\leq 0,038 W/(m.k)$, disposant d'un rapport de classement de réaction au feu A1 et bénéficiant d'un certificat ACERMI.

Pour chaque isolant l'identification des produits est la suivante :

- Mousse résolique : KOOLTHERM K3 et K10 de chez KINGSPAN INSULATION BV, ACERMI N°10/089/603.
- Laine de roche :
 - ROCKFEU de chez ROCKWOOL France SAS, ACERMI N°07/015/445.
 - SmartRoof B de KNAUF INSULATION, ACERMI N°19/016/1383.

2.2.2.6 Enveloppes

L'isolant du procédé SLABE 6 est systématiquement protégé par une enveloppe, en PVC ou Polypropylène. L'enveloppe a un profil spécifique pouvant être accompagné ou non de capot PVC haut et/ou bas, avec ou sans languette.

Les enveloppes sont adaptées aux différentes hauteurs (H) de dalles courantes pour les modèles de plancher : de 200 à 250 mm. Pour les modèles de refends, la hauteur (H) de l'enveloppe est adaptée à l'épaisseur du mur : de 160 à 200mm. Sur le schéma ci-contre, les dimensions sont en mm.

L'enveloppe dispose de réservations pour le passage des armatures HA et pour le passage des profils en acier inoxydable Z ou N.

Pour les modèles Z-P, ZN-P et BZN-P, le profil de l'enveloppe est identique aux modèles Z, ZN et BZN. Seule la position des perçages diffère : les profils et les barres sont remontés de 15 mm.

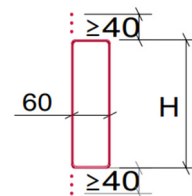


Figure 4 - Enveloppe

2.2.2.7 Capot de protection et languettes

Selon les contraintes et besoins spécifiques de chaque opération et en concertation avec le client, l'enveloppe en Polypropylène peut être équipée d'un capot PVC possédant ou non une languette. S'il possède une languette, le capot porte la dénomination Ch ; sinon il porte la dénomination Cu. Les capots Cu et Ch peuvent être fixés l'un et l'autre sur la face inférieure ou supérieure du rupteur : voir Figure 5 - Capots.

Les capots sont directement mis en place sur le chantier par emboîtement.

Les géométries compatibles de l'enveloppe Polypropylène et du capot PVC permettent un assemblage résistant et homogène de l'ensemble.

Les languettes n'ont aucune incidence sur la performance globale du procédé.

La hauteur des languettes est adaptée en fonction de l'application visée (plancher, balcon, refend) et des conditions du chantier. Dans le cas où une languette est présente, celle-ci aura une hauteur minimale de 40mm.

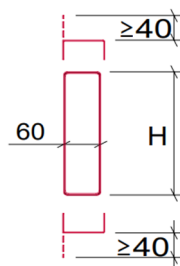


Figure 5 - Capots

2.3 Identification des produits

Le procédé SLABE 6 permet une continuité de l'isolation intérieure du bâtiment au niveau des planchers et des refends.

Les différents modèles sont décrits en *Annexe 1* du Dossier Technique (dimensions du procédé, position des profils métalliques et barres en acier, ...), avec notamment : Z, ZN, C ou D pour les configurations de plancher, BZN pour les configurations de balcon, RF ou RFU pour les configurations de refend.

La référence produit permet d'identifier les produits et les conditions de mise en œuvre :

Procédé - Modèle - Ep. - Prédalle - Sismique - Nombre de barres, Φ_b , matière - Isolant

Procédé : précise le procédé SLABE 6 ;

Modèle : indique le type de liaison (Z, ZN, C ou D pour les configurations de plancher, BZN pour les configurations de balcon, RF ou RFU pour les configurations de refend) ;

Ep. : indique l'épaisseur de plancher ou de refend (en cm), notamment pour les configurations de plancher ou de balcon 20 à 25 cm et pour les configurations de refend 16 à 20 cm ;

Prédalle : la présence d'un P indique la configuration en prédalle avec un décalage des éléments métalliques ;

Sismique : la présence d'un s indique une utilisation en zone sismique ;

Nombre de Barres : indique le nombre de barres en « U » présentes dans le rupteur

Φ_b : indique le diamètre des barres (10 pour HA10) ;

Matière : précise si les U sont en bi-matière (BM) ;

Isolant : indique le type d'isolant (LR=Laine de roche ; MR=mousse résolique)

Par exemple :

- Une liaison voile – plancher faite par le modèle Z, avec un plancher de 20cm, des barres de diamètres 10mm tout en acier inoxydable, en zone sismique et avec un isolant Mousse Résolique d'épaisseur 6cm aura la dénomination suivante : SLABE 6 – Z – 20 – s – 4U10 – MR
- Une liaison de refend, avec une épaisseur de refend de 20 cm, avec un isolant Laine de Roche et des barres de 10mm aura la dénomination suivante : SLABE 6 – RFU – 20 – 4U10 – LR
- Une liaison voile – plancher faite par le module ZN, avec un plancher de 20cm, des barres de diamètre 10mm en bi-matière acier inox – acier carbone et un isolant Mousse Résolique d'épaisseur 6cm aura la dénomination suivante : SLABE 6 – ZN – 20 – 4U10BM – MR.

Pour les capots avec ou sans languette, l'identification se fait telle que :

Procédé - Accessoire

Procédé : précise le procédé SLABE 6 ;

Accessoire : indique le type de capot (« Ch » pour capot avec languette ; « Cu » pour capot sans languette).

Par exemple, un linéaire de capots avec languette aura la dénomination suivante : SLABE 6 - Ch.

2.4 Règles de conception

2.4.1 Généralités

Les règles de conception visent à informer l'utilisateur de l'impact de la présence du rupteur de procédé SLABE 6 sur la conception d'un ouvrage, et notamment sur la sécurité incendie, la performance acoustique, la performance thermique et le traitement d'étanchéité des toitures terrasses.

Le concepteur peut se baser sur les performances ci-après et aucune justification complémentaire n'est à mener.

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 SLABE 6 sont les suivantes :

- NF EN 1990 (EUROCODE 0) et son annexe nationale pour la définition des combinaisons d'action à prendre en considération
- NF EN 1991 (EUROCODE 1) et son annexe nationale pour la définition des charges permanentes et d'exploitation
- NF EN 1992 (EUROCODE 2) et son annexe nationale pour les calculs béton armé
- NF EN 1993 (EUROCODE 3) et son annexe nationale pour les calculs des résistances à la compression et à la traction des barres, pour les calculs de la résistance au cisaillement du profil en acier inoxydable
- NF EN 1996 (EUROCODE 6) et son annexe nationale pour les calculs maçonnerie
- NF EN 1998 (EUROCODE 8) et son annexe nationale pour le calcul de la résistance au séisme
- Règles Th-Bat pour le calcul des caractéristiques d'isolation thermique des parois ;
- Norme Européenne NF EN 12354 pour le calcul d'isolement acoustique.

2.4.2 Règles de dimensionnement structurales

Le dimensionnement consiste à effectuer le choix des modèles du procédé SLABE 6 sur la base des efforts agissants.

2.4.2.1 Fonctionnement mécanique du rupteur SLABE 6

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

- Les moments fléchissants sont équilibrés à travers la bande isolante en partie par les armatures supérieures et inférieures en acier inoxydable, positionnées sans décalage entre elles et en partie par les profils en acier inoxydable.
- Les efforts tranchant (vertical) et de cisaillement (horizontal) sont équilibrés en partie par les armatures supérieures et inférieures en acier inoxydable, positionnées sans décalage entre elles et en partie par les profils en acier inoxydable.
- Les effets de traction/compression sollicitant la liaison sont repris par les barres en acier inoxydables.

Les valeurs de performances des rupteurs SLABE présentées dans le Dossier Technique sont calculées suivant le mode de fonctionnement décrit ci-dessus et tiennent compte de la concomitance des effets (flexion, cisaillement vertical et horizontal) de telle sorte que les vérifications globales sont à réaliser en comparant indépendamment les efforts agissant E_d aux valeurs Résistantes R_d .

2.4.2.2 Principe de dimensionnement

Les rupteurs de ponts thermiques structuraux du procédé SLABE 6 (Slabe Z, Slabe ZN, Slabe BZN et RFU) transmettent les charges gravitaires et participent au comportement global de l'ouvrage au niveau de la reprise des efforts de vents, de dilatation thermique et dans certains cas des efforts sismiques. La transmission des efforts au moyen du procédé SLABE 6 doit tenir compte des points singuliers (présence d'éventuels modules de découpes, dispositions spécifiques aux angles et aux trémies, etc.)

Le dimensionnement consiste en la vérification suivante : les sollicitations, le long de la liaison où doivent être incorporés les rupteurs, en effort tranchant (vertical : charges permanentes et d'exploitation de plancher), cisaillement (horizontal : charges de vent à la liaison dalle/façade) et moments de flexion, doivent être inférieures aux valeurs de calculs données en Annexe 1.

Dans le cas des ouvrages ayant une forme régulière, rectangulaire, en L ou en U, les calculs des sollicitations doivent être réalisés de façon traditionnelle, sans tenir compte de la présence de rupteurs dans l'ouvrage considéré.

Pour les cas statiques, le bureau d'études structure dimensionne l'ouvrage sans tenir compte de la présence des rupteurs du procédé SLABE 6. Le choix du modèle de rupteurs de ponts thermiques du procédé SLABE 6 est réalisé sur base des efforts agissants lors de ce calcul.

Pour les cas sismiques, la présence du procédé SLABE 6 ne modifie pas le comportement global de l'ouvrage. Le bureau d'études dimensionne l'ouvrage et détermine les efforts agissants sur le rupteur de ponts thermiques du procédé SLABE 6 suivant une des méthodes décrites ci-après

Il convient de noter que même si les modèles C et D ne participent pas à la reprise d'effort lors du calcul de stabilité, la présence de ces derniers doit être pris en compte dans l'analyse structurale afin de quantifier un éventuel report de charge sur les rupteurs adjacents.

2.4.2.3 Efforts agissants

Le bureau d'études structure en charge du projet détermine les efforts agissants à la liaison plancher/façade suivant la NF EN 1990 et son Annexe Nationale.

Pour les cas statiques, les efforts agissants sur le rupteur SLABE 6 sont générés notamment par :

- Les charges gravitaires issues des planchers (Poids propre, charges permanentes et charges d'exploitation, ...), qui sont transmises à la façade via le rupteur SLABE 6 selon les lois de la RDM en considérant un appui rotulé (effort V_z). De plus en présence d'un élément en porte-à-faux, un moment de flexion est à considérer.
- Les efforts de vent, qui sont appliqués perpendiculairement à la façade et sont transmis à la structure par l'intermédiaire des rupteurs SLABE 6 sous forme d'efforts de traction/compression (N_x) et de cisaillement horizontal ($V_{y,w}$)
- L'intégration dans un ouvrage de systèmes de traitement de ponts thermiques en isolation thermique par l'intérieur impose la vérification des effets de dilatation thermique des façades aux états limites de service sous actions combinées (NF EN 1990 et son annexe nationale) et du retrait de la façade et du plancher, induisant des efforts horizontaux (V_y) dans les rupteurs SLABE 6 et pour lesquels il convient d'assurer la non-plastification des éléments structuraux. Les capacités résistantes des différents produits de la gamme et les dispositions constructives proposées en Annexes 1, 3 et 4 prennent en compte ces effets. Pour le domaine d'emploi défini dans le présent avis technique ces effets ne sont donc pas à vérifier.

Pour les situations accidentelles les efforts agissants sur le rupteur du procédé SLABE 6 sont générés notamment par :

- La robustesse (par exemple défaillance d'un élément porteur) et les efforts de vent accidentel et localisé de 600 Kg/m² appliqué à la façade. Les capacités résistantes des différents produits de la gamme et les dispositions constructives proposées en Annexes 1, 3 et 4 prennent en compte les situations accidentelles de robustesse et de vent accidentel localisé. Pour le domaine d'emploi défini dans le présent avis technique ces situations accidentelles ne sont donc pas à justifier.
- Les sollicitations sismiques, lorsque l'arrêté du 22 octobre 2010 modifié impose des vérifications sismiques. Ces dernières induisent des efforts horizontaux ($V_{y,s}$) et des efforts verticaux ($V_{z,s}$). Étant donné le domaine d'emploi défini dans ce document, la vérification sous action sismique verticale n'est pas à effectuer.

2.4.2.4 Combinaison d'actions

Le bureau d'études structure en charge du projet réalise les combinaisons d'actions suivant la NF EN 1990 et son Annexe Nationale et mène les vérifications définies ci-après.

2.4.2.5 Vérification ELU

Il convient de vérifier l'aptitude d'emploi des rupteurs de ponts thermiques SLABE 6 aux états limites ultimes sous actions combinées (NF EN 1990 et son Annexe Nationale).

La vérification des capacités des rupteurs du procédé SLABE 6 de plancher consiste à comparer les efforts agissants ($V_{z,Ed}$ et $V_{y,Ed,w}$) avec les capacités résistantes d'effort tranchant vertical ($V_{z,Rd}$) et d'effort tranchant horizontal de vent ($V_{y,Rd,w}$) données en Annexe 1.

La convention de signe retenue est la suivante :

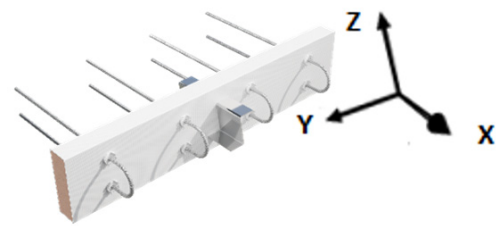


Figure 6 - Convention de signe

La vérification des capacités des rupteurs du procédé SLABE 6 de balcon consiste à comparer les efforts agissants de plancher ($V_{y,Ed,w}$ et $V_{z,Ed}$) avec les capacités résistantes de calcul d'effort tranchant horizontal de vent ($V_{y,Rd,w}$) et d'effort tranchant vertical ($V_{z,Rd}$) données en Annexe 1. A partir de l'effort tranchant vertical ($V_{z,Ed}$), sur la base des tableaux des capacités résistantes des rupteurs SLABE 6 BZN présentés en Annexe 1, les valeurs de moment de flexion résistant ($M_{y,Rd}$), sont à comparer à la part de moment de flexion ($M_{y,Ed}$) agissant.

La vérification des capacités des rupteurs du procédé SLABE 6 de Refend (RFU uniquement) consiste à comparer les efforts agissants ($N_{x,Ed}$) avec les capacités résistantes normales ($N_{x,Rd}$) données en Annexe 1.

Les valeurs des moments admissibles indiquées sont données au nu du mur pour les modèles de rupteurs SLABE 6 Z et ZN et à l'axe du mur pour le modèle de rupteur SLABE 6 BZN.

Il est également possible de réaliser une analyse structurelle complète ELU en utilisant les raideurs données en Annexe 1 (Une démarche de modélisation avec un exemple d'application (BENCHMARK) est proposée en Annexe 2). Cette analyse est réalisée par le bureau d'études structure en charge du projet. Dans le cas d'une modélisation complète, les efforts tranchants horizontaux agissants ($V_{y,Ed}$) seront comparés aux efforts tranchants horizontaux résistants ($V_{y,Rd}$) donnés en Annexe 1 en fonction du modèle de rupteur SLABE 6.

2.4.2.6 Dispositions et vérifications ELS

L'intégration dans un ouvrage de systèmes de traitement de ponts thermiques en isolation thermique par l'intérieur impose la vérification des effets de dilatation thermique des façades aux états limites de service sous actions combinées (NF EN 1990 et son Annexe Nationale), pour lesquels il convient d'assurer la non-plastification des éléments structuraux. Pour les bâtiments munis de rupteurs du procédé SLABE 6, la vérification aux ELS a été validée pour l'ensemble du domaine d'emploi du présent avis technique. Aucune vérification complémentaire n'est à mener par le bureau d'études en charge de l'opération.

2.4.2.7 Vérification ELU accidentelle

L'intégration dans un ouvrage de systèmes de traitement de ponts thermiques en isolation thermique par l'intérieur impose la justification des procédés pour des situations de projet accidentelles, telles qu'une action accidentelle (action sismique, suppression d'un élément porteur ou vent de tornade localisé).

Les produits de la gamme du procédé SLABE 6 ont été justifiés pour des situations de projet accidentelles, telles qu'une action accidentelle (suppression d'un élément porteur Z) ou faisant suite à un événement accidentel (vent de tornade localisé). Pour le domaine d'emploi considéré il n'y a pas lieu de vérifier le vent de tornade localisé et la suppression d'un élément porteur, les dispositions constructives permettant de les justifier.

En situation sismique, lorsque l'arrêté du 22 octobre 2010 impose des vérifications parasismiques, le bureau d'études définit le coefficient de comportement, la classe de l'ouvrage et justifie l'ouvrage conformément aux règles de la NF EN 1998-1 et de son Annexe Nationale, et vérifie les efforts appliqués aux rupteurs. Il convient de vérifier que les efforts agissants ($V_{y,Ed,s}$ et $N_{x,Ed,s}$), sont inférieurs aux efforts admissibles des modèles concernés ($V_{y,Rd,s}$ et $N_{x,Rd,s}$).

En présence d'une trémie de longueur a et de profondeur b , les rupteurs du procédé SLABE 6 situés sur une longueur de $(a \pm 2b)$ ne seront pas pris en compte pour la reprise des efforts horizontaux sismiques.

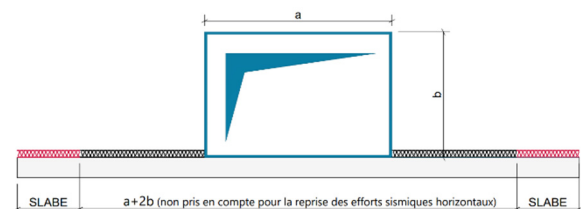


Figure 7 - Trémies - Cas sismique

Efforts agissants

L'analyse structurelle permettant de déterminer les efforts appliqués aux rupteurs peut être effectuée à l'aide d'une modélisation de l'ouvrage. Cette modélisation est réalisée par le bureau d'études en charge du projet.

Deux méthodes sont proposées : la méthode des coupures et la méthode de modélisation complète, décrites ci-dessous.

Méthode des coupures

L'utilisation des rupteurs du procédé SLABE 6 dans un bâtiment ne modifie ni le comportement global, ni l'intensité des efforts dans l'ouvrage. De ce fait il est possible d'utiliser les modèles avec liaison standard en béton armé pour déterminer les efforts dans les rupteurs.

Cette méthode consiste à récupérer les efforts au droit de coupures numériques. Les coupures sont réalisées sur l'élément surfacique de plancher, à 30 cm de l'axe du mur de façade.

L'effort dans les rupteurs correspond à l'intégration des efforts surfaciques des E.F. coques le long de ces coupures pour une longueur unitaire d'un mètre.

Méthode de modélisation complète

Cette méthode permet d'évaluer précisément les efforts dans les rupteurs SLABE 6 en matérialisant leur raideur sismique en cisaillement et en effort normal dans le modèle numérique de la structure. Le choix de la modélisation est laissé libre à l'utilisateur et une démarche de validation lui est proposée en Annexe 2.

Les modélisations les plus courantes sont réalisées par éléments ponctuels ou par relâchement linéaire. Les raideurs à prendre en compte sont définies pour chaque modèle de la gamme en Annexe 1.

Les résultats numériques obtenus sur chaque rupteur SLABE 6 peuvent être directement pris en compte. Il est également possible de lisser les résultats en moyennant les valeurs d'effort normal sur 3 ml.

Vérification des rupteurs en situation accidentelle

Il convient de vérifier l'aptitude d'emploi des rupteurs du procédé SLABE 6 aux états limites ultimes accidentel sous actions combinées (NF EN 1990 et son Annexe Nationale), lorsque l'arrêté du 22 octobre 2010 modifié impose des vérifications parasismiques.

Conformément aux combinaisons d'actions définies dans le cadre de la NF EN 1990 et de son annexe nationale, il n'y a pas lieu de considérer la concomitance des effets thermiques et de l'action sismique.

La vérification des capacités des rupteurs SLABE 6 sous sollicitation sismique consiste à comparer les efforts agissants ($V_{y,Ed,s}$, $N_{x,Ed,s}$) avec les capacités résistantes ($V_{y,Rd,s}$, $N_{x,Rd,s}$) données en Annexe 1.

Le procédé SLABE 6 est considéré comme un élément non dissipatif. Dans une structure DCM, les efforts agissants doivent être multipliés par un coefficient $\gamma_d \times \gamma_{exp}$. Avec γ_d le coefficient de sur-résistance défini par la NF EN 1998-1 pour la vérification des éléments diaphragmes et γ_{exp} un coefficient de sécurité égal à 1,1 pris en compte pour la mise en concordance avec les essais expérimentaux.

2.4.2.8 Dispositions de structure associées

Le béton à utiliser dans les ouvrages munis de rupteurs SLABE 6 est de classe minimum C25/30 et conforme avec la norme NF EN 206+A2/CN.

Plancher

Les planchers sont dimensionnés, de façon sécuritaire, sans tenir compte de la présence du rupteur de ponts thermiques SLABE 6, en intégrant des prescriptions de ferrailage minimum décrites en Annexes 3 et 4.

Il est possible de vérifier le critère de flèche de plancher conformément aux Eurocodes en tenant compte de la présence du rupteur de ponts thermiques SLABE 6. Pour cela, un calcul de la flèche peut être effectué en tenant compte de la raideur intrinsèque des rupteurs SLABE 6 aux appuis concernés donnée en Annexe 1.

Murs de façade

Les murs de façade sont dimensionnés sans tenir compte de la présence du rupteur, en intégrant les prescriptions de domaine d'emploi et de ferrailage minimum décrites dans le présent document.

Cas de murs de façade en béton : Le dimensionnement des murs de façade en béton est réalisé conformément à la NF EN 1992-1-1 et son Annexe Nationale ou dans le cas des Murs à Coffrage Intégré (MCI), selon l'Avis Technique associé en cours de validité. La mise en œuvre devra être réalisée conformément au DTU 20.1 pour les murs de façade en béton ou à l'Avis Technique en cours de validité, pour les murs MCI.

Cas de murs de façade en maçonnerie : Le dimensionnement des maçonneries est réalisé en tenant compte d'un moment sur appui d'une liaison béton courant. Le dimensionnement et la mise en œuvre sont réalisés conformément à la NF EN 1996-1-1, le DTU 20.1 et/ou l'Avis Technique en cours de validité du procédé de maçonnerie le cas échéant.

Murs de refend

Dans le cas où les murs de refend sont entièrement désolidarisés de la façade, les deux murs seront considérés entièrement indépendants. (Voir Figure 14)

Dans le cas où les murs intérieurs servant au contreventement sont liaisonnés avec les façades, la liaison béton devra être continue au niveau du plancher (Voir Figure 15).

Les vérifications au vent et au séisme devront prendre en compte le mode de liaison des refends.

Balcons

Le dimensionnement des balcons est réalisé conformément à la NF EN 1992-1-1 et son Annexe Nationale.

En ITI, le rupteur est positionné coté intérieur. Le balcon repose sur la façade et le rupteur assure un transfert d'effort permettant l'équilibre du balcon dans la dalle. Il convient de prendre en compte l'emprise et la position du ferrailage du rupteur BZN dans la conception de ferrailage du balcon. Les armatures courantes des balcons 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 crochet, conformément aux §8.7.2-3 de la norme NF EN 1992-1-1. Le BET Structure en charge du projet devra prévoir des armatures de couture respectant le §8.7.4 de la norme NF EN 1992-1-1 permettant le transfert des efforts par recouvrement.

Le bureau d'études tient compte de la présence du rupteur pour la vérification des flèches de balcon en considérant les raideurs flexionnelles indiquées en Annexe 1.

Les armatures transversales sont déterminées conformément au §2.3.3(3) de la norme FD P18-717. Le ferrailage dépend de la longueur du balcon considéré.

2.4.3 Sécurité incendie

La résistance au feu des planchers et refends munis de rupteurs du procédé SLABE 6 (mousse résolique et laine de roche) a fait l'objet de plusieurs essais au feu. La validation du domaine d'emploi a fait l'objet d'une Appréciation de Laboratoire n°034874 délivrée par le CERIB dont la conclusion est la suivante :

Au sens de l'arrêté de résistance au feu du 22 mars 2004 modifié du Ministère de l'Intérieure, il est estimé que la présence des rupteurs du procédé SLABE 6 n'a pas d'impact sur la résistance au feu des éléments d'ouvrage selon les combinaisons de performances données dans les tableaux ci-après.

Rupteurs de planchers					
Isolant mousse résolique			Isolant laine de roche		
Enveloppe A	Enveloppe B	Enveloppe C	Enveloppe A	Enveloppe B	Enveloppe C
REI 120 / RE 120 EI 120 / E 120	REI 120 / RE 120 EI 120 / E 120	REI 120 / RE 120 EI 120 / E 120	REI 120 / RE 120 EI 120 / E 120	REI 120 / RE 120 EI 120 / E 120	REI 120 / RE 120 EI 120 / E 120

Tableau 1 : Performances des rupteurs de planchers en fonction de la constitution des rupteurs

Rupteurs de refends					
Isolant mousse résolique			Isolant laine de roche		
Enveloppe A	Enveloppe B	Enveloppe C	Enveloppe A	Enveloppe B	Enveloppe C
EI 120 / E 120	EI 90 / E 90	EI 90 / E 90	EI 120 / E 120	EI 120 / E 120	EI 120 / E 120

Tableau 2 : Performances des rupteurs de refends en fonction de la constitution des rupteurs

Avec :

Enveloppe A : Enveloppe Polypropylène alvéolaire

Enveloppe B : Enveloppe Polypropylène alvéolaire + 2 capots Cu ou Ch

Enveloppe C : Enveloppe PVC

Ces éléments d'ouvrage doivent être dimensionnés de manière à respecter au minimum les mêmes critères de performances que les rupteurs SLABE 6 assurant la liaison.

Conformément à l'appréciation de laboratoire n° 034874 l'utilisation simultanée de rupteurs de plancher et de refend renfermant deux isolants différents (par ex. rupteur SLABE 6 à la laine de roche sur la liaison plancher/façade et rupteur SLABE 6 à la mousse résolique sur la liaison façade/refend) n'aura pas d'impact sur la résistance au feu des éléments d'ouvrage. Les configurations de mixité validées par l'appréciation de laboratoire sont les suivantes :

- Rupteur de refend de 16 à 20 cm avec isolant en laine de roche et rupteurs de plancher de 20 à 25 cm avec isolant en mousse résolique
- Rupteur de refend de 16 à 20 cm avec isolant en mousse résolique et rupteurs de plancher de 20 à 25 cm avec isolant en laine de roche.

Sur une liaison (plancher ou refend) traitée avec rupteur, il n'est pas permis de mixer les isolants (laine de roche et mousse résolique).

Aucune vérification complémentaire à chaud sous condition accidentelle n'est à mener.

2.4.4 Isolation thermique

Pour les différentes configurations du procédé SLABE 6 le calcul du pont thermique de plancher avec un rupteur de procédé SLABE 6 a fait l'objet d'une modélisation au laboratoire du CSTB.

L'ensemble des résultats pour chaque modèle de la gamme dans différentes configurations de plancher est donné en Annexe 1.

Les valeurs des coefficients Ψ sont valables pour les limites de validité définies ci-dessous :

- Isolation thermique des murs intérieurs d'épaisseur comprise entre 8 et 14 cm
- Conductivité thermique de l'isolation par l'intérieur comprise entre 0,03 et 0,04 $W/(m.K)$;
- Résistance thermique utile de l'isolation en sous-face de plancher bas $\leq 5.16 m^2.K/W$;
- Résistance thermique utile de l'isolation située au-dessus du plancher haut $\leq 9.09 m^2.K/W$.
- Murs d'épaisseur ≥ 16 cm ;
- Conductivité thermique du Béton = 2 $W/(m.K)$ (Règles Th-Bât incluses dans la RE2020) ;
- Epaisseur du plancher comprise entre 20 et 25 cm
- Isolant du rupteur de 60 mm de largeur ;
- Conductivité thermique de l'isolant laine de roche $\leq 0,038 W/(m.K)$;
- Conductivité thermique de l'isolant mousse résolique $\leq 0,022 W/(m.K)$;
- Barres d'armatures en U de diamètre inférieur ou égal à 10 mm ;
- Barres d'armatures en U en acier HA Inoxydable ($\lambda = 13 W/(m.K)$) ou bi-matière {acier inoxydable ($\lambda = 13 W/(m.K)$) + acier carbone ($\lambda = 50 W/(m.K)$)} ;
- Conductivité thermique du Profil inox = 15 $W/(m.K)$ conformément à la NF EN 10088-1 ;

En dehors de ces limites de validité, un calcul spécifique selon les règles Th-bat fascicule « ponts thermiques » ou selon la norme NF EN ISO 10211 doit être réalisé.

Par ailleurs, COHB industrie a la capacité d'ajuster les valeurs de calcul du pont thermique de plancher en fonction des conditions aux limites de chaque projet.

Pour ce faire, des simulations seront réalisées selon les normes et méthodes de calculs prévues dans les Règles Th-Bât en vigueur pour les calculs liés aux réglementations thermiques, en respectant selon le contexte dans lequel est réalisé le calcul certaines règles de modélisation. Ce calcul consiste en une modélisation 3D aux éléments finis réalisée conformément à la norme NF EN ISO 10211.

2.4.5 Isolation acoustique

La caractérisation du rupteur de pont thermique SLABE 6 a fait l'objet d'essais et d'études acoustiques au CSTB (Cf. Annexe 7) avec mesure des indices $D_{i,n,e}$ et $K_{i,j}$.

Les études réalisées sur le rupteur SLABE 6 avec isolant laine de roche ou isolant mousse résolique ont montré que l'emploi du procédé SLABE 6 pour l'isolation thermique par l'intérieur, dans une jonction plancher-façade avec ou sans balcon, ou refend-façade, avec un doublage (haut ou bas) ou deux doublages (haut et bas), présente un comportement relativement neutre en comparaison d'une jonction non équipée du système dans une majorité de configurations d'installation.

L'attention du concepteur devra porter sur le choix du doublage de façade qui sera prépondérant sur la performance acoustique finale de l'ouvrage.

2.4.6 Traitement des ouvrants

La pose des menuiseries en présence d'un rupteur SLABE 6 est réalisée conformément aux DTU 36.5, et autres obligations normatives.

Il appartient au concepteur de prendre en compte la présence des rupteurs SLABE 6 au droit des ouvrants de l'ouvrage (fenêtres, portes – fenêtres, blocs baies et ensembles menuisés).

2.4.7 Etanchéité des toitures - terrasses

2.4.7.1 Domaine d'emploi

La mise en œuvre et le domaine d'emploi du rupteur SLABE 6 en liaison avec des dalles étanchées se base sur les prescriptions du CPT 3794 (Février 2018) « Règles de conception des toitures terrasses, balcons et coursives étanchés sur éléments porteurs en maçonnerie munis de procédés de rupteurs de ponts thermiques faisant l'objet d'un Avis Technique », complété par des essais de mise en œuvre au CSTB pour caractériser :

- La compatibilité du domaine d'emploi de la gamme de rupteurs SLABE 6 mousse résolique en liaison avec des dalles étanchées (isolant non visé au CPT).
- L'aptitude de la gamme de rupteurs SLABE 6 (laine de roche et mousse résolique) à recevoir un pare vapeur ou un revêtement d'étanchéité bitumineux soudé à la flamme avec bande bitumineuse auto-adhésive.

Les rupteurs dont l'enveloppe est en Polypropylène seront toujours équipés d'un capot PVC s'ils doivent être mis en liaison avec des dalles étanchées.

2.4.7.2 Compatibilité

L'isolant contenu dans l'enveloppe PVC ou polypropylène peut être de la mousse résolique ou de la laine de roche. Le capot PVC peut avoir ou non une languette supérieure. Aucun élément de protection à la flamme n'est présent.

La compatibilité de la gamme du procédé SLABE 6 avec les différents modes de pose des revêtements d'étanchéité et des pare-vapeurs en toiture terrasse est la suivante :

	Compatibilité
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. figures 8 et 9). 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.

Les possibilités d'application pour le soudage à la flamme sont les suivantes :

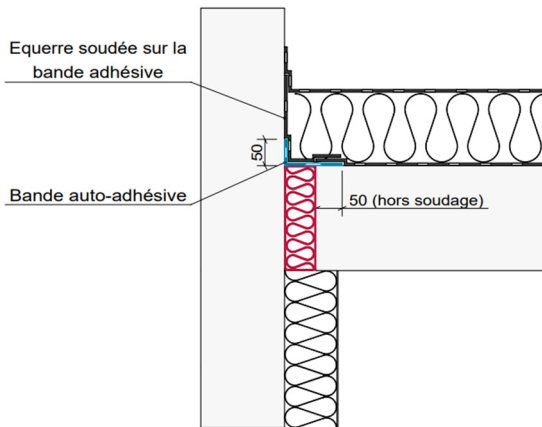


Figure 8 - Principe de mise en œuvre pour l'application de soudage à la flamme avec bande auto-adhésive

Nota : Le pare-vapeur s'interrompt juste avant le rupteur

Le choix du type d'application est laissé libre au concepteur, qui devra prendre en compte les prescriptions ci-dessous.

2.4.7.3 Prescriptions de mise en œuvre

Généralités

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.

Enduit d'imprégnation à froid

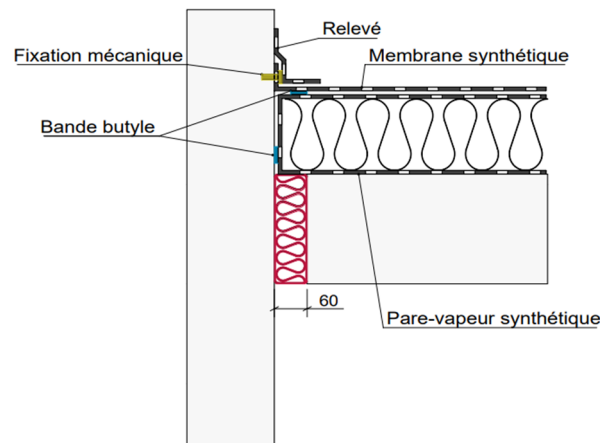
Lorsqu'il est nécessaire d'appliquer sur le support un Enduit d'Imprégnation à Froid, ce dernier est mis en œuvre en partie courante de la toiture sans recouvrir le rupteur thermique. Dans le cas d'Enduit d'Imprégnation à Froid contenant des solvants, les enveloppes des rupteurs doivent être protégés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

Fixation mécanique en partie courante de toiture

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

Fixation mécanique en périphérie de toiture

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



**Figure 10 - Principe de position des bandes de liaison du pare-vapeur au support
(Figure 4 du CPT3794 – Février 2018)**

Bande auto-adhésive, équerre et pare-vapeur

Les équerres et les bandes auto-adhésives sont définies dans un DTA de revêtement d'étanchéité.

L'équerre préalable sur le pare-vapeur est mise en œuvre de telle sorte que son retour horizontal présente un débord d'au moins 6 cm au-delà du rupteur (cf. figure 8 et 9).

Dalles sur plots

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

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

Réservations

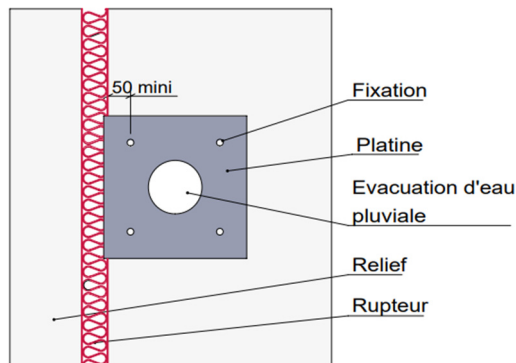


Figure 11 - Principe de réservation avec rupteur continu posé en plancher

(Figure 5 du CPT 3794 – Février 2018)

2.5 Dispositions de mise en œuvre

2.5.1 Généralités

La mise en œuvre du procédé SLABE 6 est effectuée par les entreprises du bâtiment, elle ne présente pas de difficulté particulière. Néanmoins l'ordre de mise en place des armatures du plancher et du balcon doit tenir compte de la présence des composants SLABE. Dans ce but, chaque élément porte une étiquette sur laquelle figure des instructions de mise en œuvre.

Le rupteur du procédé SLABE 6 est livré sur chantier prêt à être posé conformément au plan de calepinage fourni. Il est strictement interdit de modifier de quelque manière les éléments structurels (profils et barres) constituant le procédé SLABE 6.

Avec une longueur de 1 m, le procédé SLABE 6 est manutentionné à la main, pour un poids d'élément compris entre 2 et 10 kg.

Des languettes hautes et basses proposées en option permettent de faciliter la pose et le calage du procédé SLABE 6 sur chantier.

Deux types de mise en œuvre sont possibles :

- Pose « classique » : Le module SLABE 6 est mis en place au moment du ferrailage du plancher.
- Pose avec banches décalées : Cette pose nécessite des banches spécifiques présentant un décalage côté intérieur pour la mise en place du rupteur.

Le choix du mode de pose est laissé libre à l'entreprise et devra assurer la verticalité, l'alignement des rupteurs et des aciers, et les dispositions minimales du présent avis. Les modules d'un mètre doivent être posés en continu le long du mur, une attention particulière doit être observée au niveau de :

- La pose pour assurer une pose jointive entre deux rupteurs adjacents et garantir les performances thermiques de l'isolant. Il pourra, par exemple, être réalisé des ligatures entre les aciers du rupteur et ceux de la dalle, du voile ou de l'appui.
- Sur les extrémités et les angles de mur. Ces extrémités sont complétées par des modules de découpe qui sont alors découpés sur chantier. Pour chaque chantier le traitement des angles est précisé sur les plans de calepinage fournis.

La présence du ferrailage en rive de dalles munies de boîtiers isolants structurels SLABE doit être rigoureusement observée.

En complément de l'assistance technique décrite au §2.6, un plan d'assurance qualité de mise en œuvre est mis en place pour s'assurer du respect des règles principales de mise en œuvre et de la prise en compte des points de vigilance décrits ci-dessus.

Les rupteurs SLABE 6 C et D sont destinés à être découpés et utilisés uniquement pour combler des espaces de 50 cm ou moins à l'extrémité du linéaire plancher/façade traités par un modèle de rupteur plancher. L'utilisation des rupteurs C et D est limitée aux extrémités de linéaire plancher/façade directement accolées à un des appuis de la dalle (voile de refend, bande noyée, poutres, retour de façade, ...). Les linéaires où le rupteur C et D sont mis en œuvre devront disposer d'au moins 2 rupteurs Z et/ou ZN et/ou BZN.

Il est possible de réaliser des trémies dans le plancher contre le rupteur de procédé SLABE 6. Les plans de ferrailage de plancher avec des rupteurs SLABE 6 intègrent ce détail spécifique d'armatures. Les plans de calepinage doivent également comporter les coupes et faire apparaître les découpes et modules de découpe côtés des éléments (utilisés notamment dans le traitement des points singuliers : angles, trémies...). Le principe général de calepinage au droit des trémies est présenté en Annexe 4.

La traversée horizontale et ponctuelle du corps isolant, est possible du moment que les éléments structurels (profils et barres) ne sont pas modifiés. La découpe doit être minimale, propre et le trou doit être calfeutré avec un produit isolant après pose de la gaine afin de conserver les performances thermiques.

Pour les locaux à fortes sollicitations mécaniques (charges roulantes notamment), la pose de revêtements de sol fragiles directement sur le rupteur de procédé SLABE 6 est proscrite au niveau des seuils (portes, baies, etc.).

2.5.2 Cinématiques de pose

Pour les deux solutions de mise en œuvre proposées ci-dessus, un exemple de cinématique de pose est proposé ci-dessous.

2.5.2.1 Pose classique

Cette technique de pose est adaptée pour la mise en œuvre des rupteurs SLABE 6 sur des murs en maçonnerie ou en béton, et est compatible avec des planchers en béton ou en prédalle.

- Réalisation du mur, en respectant au droit des aciers du rupteur une arase supérieure correspondant à la sous-face de la dalle.
- Coffrage et ferrailage de la dalle : mise en place des aciers inférieurs de dalle et des rupteurs SLABE 6 en rive de coffrage. Mise en place du chaînage de rive de plancher.
- Coffrage et ferrailage complémentaire du mur : Mise en place des aciers de chaînage dans le mur en respectant les dispositions minimales SLABE 6 et les plans du bureau d'études de l'opération.
- Coulage complémentaire du mur et de la dalle : la languette optionnelle haute du rupteur SLABE 6 permet, si nécessaire de réaliser la talonnette pour la levée supérieure.

2.5.2.2 Pose en banches décalées

Cette technique de pose est adaptée pour la mise en œuvre des rupteurs SLABE 6 sur des murs en béton, et est compatible avec des planchers en béton. Cette pose nécessite des banches spécifiques présentant un décalage côté intérieur pour la mise en place du rupteur.

- Coulage du voile : Le rupteur est placé en tête de banche lors du ferrailage du voile de façade. Le voile est coulé et arasé à environ 6 cm au-dessus du niveau fini du plancher, au niveau de la talonnette.
- Coffrage et ferrailage de la dalle : Calage du coffrage en sous-face du rupteur.
- Ferrailage et coulage de la dalle : mise en place des aciers inférieurs de dalle. Mise en place du chaînage de rive de plancher.

2.5.3 Cas des prédalles

Le domaine d'emploi des modèles du procédé SLABE 6 permet la réalisation de planchers avec prédalles béton armé ou précontraintes en association avec le rupteur.

L'intégration des rupteurs SLABE 6 en association avec des prédalles n'est possible que dans le cas d'une pose classique telle que décrite au §2.5.2. L'étalement de prédalle permettra le maintien du rupteur en phase provisoire. Les suspentes de prédalle doivent être relevées avant la mise en place des rupteurs. Le chaînage de rive et les filants sont installés en dernier.

Afin d'assurer un ancrage des barres inférieures du rupteur SLABE 6 dans le béton, il conviendra d'adapter l'épaisseur de la prédalle pour permettre un enrobage minimum de 10 mm autour des barres. Par exemple pour le SLABE 6 Z20P l'épaisseur de la prédalle ne doit pas dépasser, localement au droit du rupteur, 55 mm.

Des exemples de détails possibles de mise en œuvre sont présentés en Annexe 5. Dans tous les cas le fournisseur de prédalles doit tenir compte des préconisations (ferrailage, mise en œuvre, ...) du présent avis pour la réalisation de ses plans de prédalle. Notamment la présence des profils Z nécessite un décalage des suspentes de prédalles pour éviter une neutralisation de ces dernières. Le détail de mise en œuvre doit être réalisé en collaboration avec le fournisseur de prédalle, le chantier et le titulaire du présent avis technique. Dans le cas où le fournisseur de prédalles souhaite suivre les dispositions de l'Annexe 5 (figure 3), ce dernier tiendra compte de la présence des rupteurs de procédé SLABE 6 dans l'épaisseur du plancher pour la réalisation de ses plans. Afin de tenir compte de la possible neutralisation de certaines suspentes au droit des Z, la section des suspentes sera majorée de 20% par rapport aux sections calculées couramment.

2.5.4 Cas des MCI

Le domaine d'emploi des modèles du procédé SLABE 6 permet la réalisation de voiles à coffrage intégré (MCI) en support du rupteur.

Pour la mise en œuvre des rupteurs SLABE 6, il convient que la peau intérieure du MCI soit arrêtée au niveau de l'arase inférieure du plancher.

L'intégration des rupteurs SLABE 6 en association avec des MCI n'est possible que dans le cas d'une pose classique.

Le détail de mise en œuvre doit être réalisé en collaboration avec le fournisseur, le chantier et le titulaire du présent avis technique, afin de tenir compte des chaînages minimum décrits en Annexe 3.

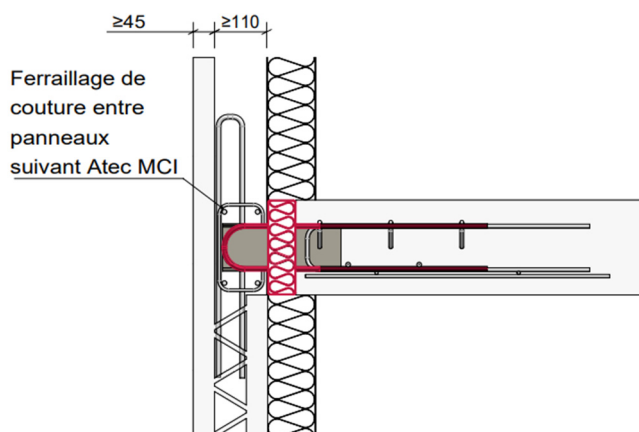


Figure 12 - Exemple d'intégration d'un rupteur dans un MCI

2.5.5 Cas des maçonneries

Le domaine d'emploi des modèles du procédé SLABE 6 permet la réalisation de maçonneries en support des rupteurs.

Pour la mise en œuvre des rupteurs SLABE 6, il convient que la maçonnerie soit arrêtée au niveau de l'arase inférieure du plancher.

L'intégration des rupteurs SLABE 6 en association avec maçonneries n'est possible que dans le cas d'une pose classique.

Le détail de mise en œuvre doit être réalisé en collaboration avec le fournisseur, le chantier et le titulaire du présent avis technique, afin de tenir compte des chainages minimum décrits en Annexe 3.

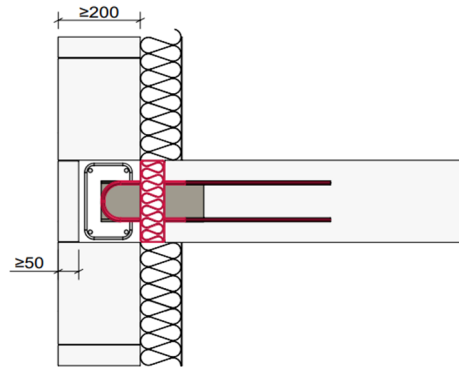


Figure 13 - Exemple d'intégration d'un rupteur dans de la maçonnerie

2.5.6 Cas des refends

Les rupteurs de procédé SLABE 6 peuvent être mis en place dans des bâtiments avec refends, liaisonnés ou non.

Dans le cas où les murs intérieurs sont liaisonnés avec les façades (Figure 14), il conviendra d'interrompre les rupteurs de planchers du procédé SLABE 6 au droit des refends. Dans le cas où les murs de refend ne sont pas liaisonnés à la façade (Figure 15), il conviendra de ne pas interrompre les rupteurs au droit des refends.

Les étapes de mise en œuvre des rupteurs de refend de type RF sont les suivantes :

- Réalisation du mur de façade,
- Coffrage et ferrailage du voile de refend : mise en place des rupteurs de refend SLABE 6 en about de voile. Mise en place du coffrage puis ferrailage du voile de refend.
- Coulage du voile de refend

Les étapes de mise en œuvre des rupteurs de refend de type RFU sont les suivantes :

- Coulage du voile de façade : Le rupteur est placé entre deux banches lors du ferrailage du voile de façade.
- Coffrage et ferrailage du voile de refend : Calage du coffrage contre le rupteur.

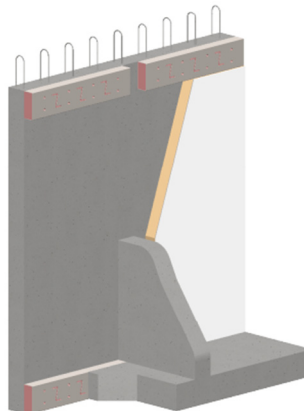


Figure 14 - Refend liaisonné

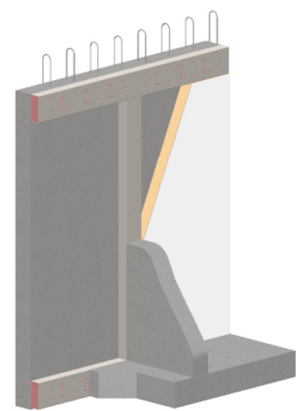


Figure 15 - Refend non liaisonné

2.6 Assistance technique

La société COHB Industrie met à disposition des utilisateurs du rupteur de ponts thermiques SLABE 6 ses services intégrés, technique et commercial, dédiés à chaque projet de la phase conception à la phase d'exécution.

COHB Industrie réalise un plan de calepinage à partir des informations transmises par le client et le bureau d'étude en charge de l'opération.

2.7 Coordination des études

2.7.1 En situation courante

Le bureau d'études structure en charge du projet s'assure de la compatibilité des rupteurs du procédé SLABE 6 avec le projet sur la base des éléments mentionné notamment au §2.4 du présent Avis.

Le choix des rupteurs SLABE 6 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 SLABE 6 sont réalisés par le titulaire en concertation avec le BET structure en charge de l'opération.

Dans le cas de planchers à prédalles, les efforts de dimensionnement des rupteurs doivent être transmis par le titulaire au fabricant des prédalles. Les plans de calepinage de rupteurs sont réalisés par le titulaire en concertation avec le BET structure en charge de l'opération et le fabricant des prédalles.

Le procédé est utilisable sur des éléments participant au contreventement des ouvrages pour la reprise des efforts de vent au sens des règles NF EN 1991-1-4 et son annexe nationale. Les zones de jonction plancher/façade munies de rupteurs participent au contreventement de l'ouvrage. Pour les bâtiments de hauteur supérieure à la plus petite dimension en plan, il convient de réaliser une modélisation complète pour chaque projet, par le titulaire ou sous sa supervision, en tenant compte des jonctions planchers/façades munies de rupteurs (raideurs à prendre en compte en Annexe 1), et en comparant les efforts horizontaux de vent appliqués à chaque étage aux capacités résistantes ($V_{y,w}$) indiquées en Annexe 1 pour les rupteurs SLABE 6.

Pour les ouvrages dont les distances entre joints de dilatation respectent les prescriptions de la NF EN 1992-1-1 et de son Annexe Nationale pour les façades en béton et celle du NF DTU 20.1 pour les ouvrages en maçonnerie, les effets dus à la dilatation thermique des façades ne sont pas à vérifier.

Pour les autres types d'ouvrages, les dimensionnements doivent être réalisés par le titulaire du présent Avis ou sous sa supervision.

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 et avec l'assistance technique du titulaire.

Il appartient au bureau d'études structure en charge de l'opération de valider et d'intégrer dans sa synthèse de coffrage/ferrailage le calepinage, les dispositions de ferrailage du présent avis ainsi que les points singuliers issus du plan de pose SLABE 6 établi par le service étude du titulaire.

2.7.2 En situation sismique

En complément des dispositions décrites au § 2.7.1, lorsque l'ouvrage doit faire l'objet de justifications en zones sismiques selon l'arrêté du 22 octobre 2010 modifié, l'utilisation du procédé est conditionnée au respect des prescriptions indiquées au 2.4.2.7 du Dossier Technique du présent Avis Technique.

Il convient de vérifier les efforts dans les rupteurs SLABE 6 en intégrant les prescriptions suivantes :

Le bureau d'études détermine les efforts agissants par l'une des deux méthodes proposées par le titulaire : la méthode des coupures et la méthode de modélisation complète. Dans le cas d'une modélisation complète, le bureau d'étude doit vérifier que la modélisation des rupteurs est conforme en réalisant le protocole de validation proposé en Annexe 2.

Le SLABE est considéré comme un élément non dissipatif. Dans une structure DCM, les efforts agissants doivent être multipliés par un coefficient $\gamma_d \times \gamma_{exp}$. Avec : γ_d le coefficient de sur-résistance défini par la NF EN 1998-1 pour la vérification des éléments diaphragmes et γ_{exp} un coefficient de sécurité égal à 1,1 pris en compte pour la mise en concordance avec les essais expérimentaux.

Il appartient au bureau d'études structure en charge de l'opération de valider et d'intégrer dans sa synthèse de coffrage/ferrailage le calepinage, les dispositions de ferrailage du présent avis ainsi que les points singuliers issus du plan de pose SLABE établi par le service étude du titulaire.

2.8 Principes de fabrication et de contrôle de cette fabrication

Le procédé SLABE 6 est commercialisé par le titulaire, ou par des spécialistes sélectionnés par le titulaire du présent avis technique.

2.8.1 Fabrication et contrôles

La fabrication du procédé SLABE 6 est effectuée en usine sous autocontrôle, sur des sites choisis et contrôlés par le titulaire. Le site de fabrication principal est l'usine du titulaire, située sur le site de Noyal sur Vilaine (35).

Les contrôles portent sur les dimensions des coupes des barres et des profils en acier inoxydable, de l'isolant, et sur l'assemblage et le positionnement des éléments du boîtier isolant structurel SLABE.

Un essai de traction sera réalisé toutes les 1000 soudures inox-carbone afin d'assurer la constance et la qualité de production de ces dernières.

Le procédé de fabrication des rupteurs de ponts thermiques SLABE 6 garantit la conformité de chaque élément fabriqué. Un marquage est effectué sur une tranche de chaque rupteur. Il informe sur le type de rupteur, la date de fabrication et l'épaisseur du plancher.

Pour les modules de découpe (SLABE C et D) un étiquetage spécifique complémentaire est mis en œuvre sur chaque face des rupteurs.

Pour les modules prédalle un étiquetage spécifique est mis en œuvre sur la face du rupteur recevant la prédalle.

Les bons de livraison font état du bon de fabrication permettant de remonter à la date de fabrication et les matières premières.

Un Plan d'assurance qualité de fabrication est mis en place permettant d'assurer la constance des performances des rupteurs. Ce document définit la nature et fréquence des contrôles effectués avant, durant et après la fabrication des rupteurs.

2.8.2 Livraison

Les bons de livraison font état de la date de fabrication permettant de remonter aux différents éléments utilisés, et à leur fournisseur.

Les rupteurs de ponts thermiques du procédé SLABE 6 sont conditionnés et livrés dans des conteneurs adaptés de capacités variables garantissant la protection de chaque élément. Dans certains cas, les rupteurs de ponts thermiques SLABE 6 peuvent être conditionnés et livrés sur des palettes.

2.9 Mention des justificatifs

2.9.1 Résultats expérimentaux

Études Structures sous charges statiques

- Essai de résistance mécanique du rupteur SLABE Z sous chargement vertical. Essai réalisé au CSTB en décembre 2010, rapport d'essai n° EEM 10 26028824 /A
- Essai de résistance mécanique du rupteur SLABE Z sous sollicitation horizontale en zone élastique puis sous chargement vertical jusqu'à rupture. Essai réalisé au CSTB en décembre 2010, rapport d'essai n° EEM 10 26028824 /B
- Essai de résistance mécanique, réalisés à l'IUT génie civil de Rennes. Conventions : N°01-02 du 03/04/2009, N°01-02 1er avenant du 24/04/2009, N°01-02 2ème avenant du 02/07/2009, et N°02-02 du 29/04/2010.
- Rapport d'essai C2-M- laboratoire LGCGM INSA- Caractérisation horizontale du SLABE ZN en configuration « plancher » sous sollicitation monotone horizontale
- Rapport d'essai C1.2 - laboratoire LGCGM INSA- Tests de traction/compression configuration « locale » sous sollicitations monotone et cyclique en traction et compression.
- Rapports d'essais C4 - laboratoire LGCGM INSA- Caractérisation du SLABE BZN en configuration « balcon ».

Études Structures sous sollicitations sismiques

- Rapport d'essai C2-D laboratoire LGCGM INSA- Caractérisation horizontale du SLABE ZN en configuration « plancher » sous sollicitation cyclique horizontale
- Rapport d'essai C1 laboratoire LGCGM INSA- – Test de Traction-Compression en Configuration « locale » sous sollicitation monotone et cyclique en traction et compression
- Rapport d'essai C1.2 - laboratoire LGCGM INSA- Tests de traction/compression configuration « locale » sous sollicitations monotone et cyclique en traction et compression

Rapports d'essais Acoustique

- Mesure de l'indice d'affaiblissement vibratoire K_{ij} d'une jonction en T entre façade et dalle avec rupteur thermique SLABE. (Étude CSTB n°ER-712-100024-712-QIN).
- Extension des résultats d'une jonction en T béton armé à une jonction avec façade maçonnée. (Étude CSTB n°DSC/2014/010/MV/BG).
- Caractérisation acoustique de rupteurs thermiques SLABE Z et SLABE REFEND – mesures des indices $D_{i,n,e}$ et K_{ij} . (Étude CSTB n°DSC/2014-142/CG/BEA).
- Rapport d'essais acoustiques n° AC18-26076137 : Concernant une paroi en béton armé avec rupteur thermique
- Rapport d'étude AC18-26076137 sur le domaine de validité réglementaire d'un rupteur de pont thermique
- Rapport d'essais n° AC22-10933_Rev01 : Concernant des rupteurs de ponts thermiques
- Rapport d'étude N°AC23-15664 sur le domaine de validité réglementaire d'un rupteur de pont thermique

Rapports d'essais Feu

Modèle	Rapport d'essai	Appréciation de laboratoire	Équivalence de classement
Refend : RF	CSTB N°RS14-078 (laine de roche)	CERIB N°027250 (Mousse résolique et laine de roche) CERIB N°034874 CERIB N°042076-A	EI120
Refend : RFU	CERIB N°012799-e (Mousse résolique)		
Plancher: SLABE Z SLABE ZN SLABE BZN	CSTB N°RS14-079 (laine de roche) CERIB N°012799-e (Mousse résolique)		REI120
SLABE C et D	CSTB N°RS14-079 (laine de roche) CERIB N°012799-e (Mousse résolique)		EI120

Rapports de réaction au feu

- Rapport de classement feu 2022-Efectis-R001132 KOOLTHERM K3 et K10

Rapports d'études Thermique

- Rapport thermique du 1er octobre 2015, Étude CSTB 13-110 (DER/HTO 2015-198-FL/LS) Calcul des ponts thermiques de liaison avec rupteurs SLABE Z, ZN et BZN et COMP en laine de roche.
- Rapport thermique du 9 décembre 2015, Étude CSTB 15-078 (DER/HTO 2015-237-FL/LS) Validation des valeurs de pont thermique de liaison pour les rupteurs SLABE RFU et RF en laine de roche.
- Rapport thermique du 01 février 2019, Étude CSTB 18-034 (DEIS/HTO 2019-001-FL/LS-N°SAP70065771) Calcul des ponts thermiques de la gamme SLABE (SLABE Z, ZN, BZN, C, RF et RFU) en mousse résolique.
- Rapport thermique du 21 février 2023, Étude CSTB 23-002 (DEB/R2EB-2023-027-BR/LB – N° SAP70087205) Vérification des calculs de coefficient de pont thermique PSI pour des rupteurs Slabe 6.
- Rapport thermique du 25 Avril 2023, Étude CSTB 23-021 (DEB/R2EB – 2023-065-BeR/EH) Complément à l'étude 23-002

Rapports d'essais d'étanchéité

- Rapport d'essai de pose de revêtement d'étanchéité sur le boîtier structurel SLABE ; caractérisation de l'aptitude à recevoir un pare-vapeur ou un revêtement d'étanchéité bitumineux soudé à la flamme avec et sans bande bitumineuse auto-adhésive – Essais réalisés au CSTB le 04/04/2019.

2.9.2 Références chantiers

Depuis son avis technique 20/12-248, ½ million de rupteurs SLABE ont été mis en œuvre dans le monde dont 500 000 ml en France. A titre d'exemple :

- 3950 ml à Bobigny. (Legendre IDF)
- 3354 ml à Ivry (Bouygues)
- 2444 ml à Lyon 7e (Fontanel)
- 2185 ml à Rennes (Legendre)
- 1661 ml à Nice (MGB)
- 1016 ml à Marseille (Corino)
- 1334 ml à Bordeaux (Legendre).

Annexe du Dossier Technique – Schémas de mise en œuvre

ANNEXE 1 : Fiches techniques de la gamme

ANNEXE 1A : Modèle Z

ANNEXE 1B : Modèle ZN

ANNEXE 1C : Modèle BZN

ANNEXE 1D : Modèle D

ANNEXE 1E : Modèle C

ANNEXE 1F : Modèle RF

ANNEXE 1G : Modèle RFU

ANNEXE 2 : Démarche de validation du modèle sismique

ANNEXE 3 : Dispositions minimales de chaînages

ANNEXE 4 : Traitement des trémies et des angles

ANNEXE 5 : Dispositions de mise en œuvre des rupteurs SLABE avec prédalles

ANNEXE 6 : Dispositions de mise en œuvre des balcons

ANNEXE 7 : Performances acoustiques du procédé Slabe 6

ANNEXE 1a – Modèle Z

COUPE DE PRINCIPE :

Figure 1 – Coupe de principe sur mur



DIMENSIONS DU MODELE (COTES EN MM) :

Figure 2 – Vue de face

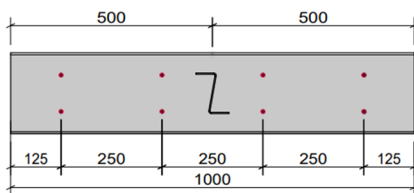


Figure 3 – Z -Vue en coupe

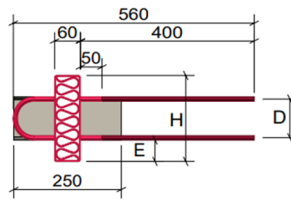
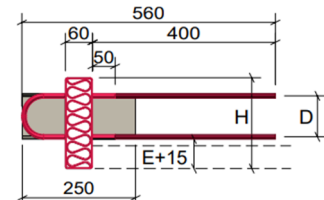


Figure 4 – Z-P -Vue en coupe



		Z20	Z21	Z22	Z23	Z24	Z25
Hauteur du rupteur	H (mm)	200	210	220	230	240	250
Entraxe des barres	D (mm)	90		120		140	
Enrobage inférieur*	E (mm)	50	55	60	50	55	50

L'enrobage des aciers doit être conforme à la NF EN 1992-1-1 et son AN et la NF EN 206+A2/CN

* Dans d'utilisation des rupteurs Z-P, l'enrobage inférieur (E) est augmenté de 15 mm. Différentes propositions de mise en œuvre sont décrites en Annexe 5

CAPACITES RESISTANTES ET RAIDEURS :

Epaisseur du plancher (mm)	Vérification ELU					Vérification ELS			RAIDEURS			
	STATIQUE					STATIQUE			STATIQUE			
	Tranchant $V_{z,Rd}$ [kN/ml]	Horizontal $V_{y,Rd}$ [kN/ml]	Vent seul $V_{y,Rd,w}$ [kN/ml]	Moment flexion M_{Rd}	Normal $N_{x,Rd}$ [kN/ml]	Vertical $V_{z,Cd}$ [kN/ml]	Horizontal $V_{y,Cd}$ [kN/ml]	Moment flexion $M_{y,Cd}$ [kN.m/ml]	Verticale $K_{Tz,d}$ [kN/m/ml]	Horizontale $K_{Ty,d}$ [kN/m/ml]	Normale $K_{Tx,d}$ [kN/m/ml]	
200	45	45	2,5	4,0	76	30	32	2,9	56 000	58 000	1 126 000	
210				4,5								3,2
220				5,0								3,6
230												
240												
250												

En complément, la raideur flexionnelle sur appuis prend la valeur de $K_{Ry,d} = 470$ kN.m/rad. Les autres raideurs flexionnelles ($K_{Rz,d,s}$ et $K_{Rx,d,s}$) sont assimilées à des rotules.

PERFORMANCES THERMIQUES, ACOUSTIQUES ET FEU :

Epaisseur (mm)	THERMIQUE												ACOUSTIQUE	FEU
	Coefficient Ψ en W/(m.K)												Performance	Classement
	Isolant mousse résolique						Isolant laine de roche						Mousse résolique et Laine de roche	
	200	210	220	230	240	250	200	210	220	230	240	250	200 à 250 mm	
Plancher bas	0,21	0,22	0,22	0,22	0,23	0,23	0,24	0,25	0,25	0,25	0,26	0,26	cf. Annexe 7	REI 120
Plancher intermédiaire	0,22	0,23	0,23	0,23	0,24	0,24	0,25	0,26	0,26	0,26	0,27	0,27		
Plancher haut	0,22	0,23	0,23	0,23	0,24	0,24	0,25	0,26	0,26	0,26	0,27	0,27		

Les valeurs de coefficient de transmission linéique ne sont valables qu'à condition de respecter les limites de validités décrites au § 2.4.4 et pour les isolants décrit au § 2.2.2.5 du Dossier Technique et pour les enveloppes en polypropylène. Des valeurs plus précises (fonction des conditions aux limites) sont données en page suivante. Les performances acoustiques et le classement feu sont valables pour les isolants décrit au § 2.2.2.5

ANNEXE 1a – Modèle Z

COEFFICIENTS THERMIQUES DETAILLES DU MODELE Z:

			ψ_z [W/(ml.K)] ⁽¹⁾					
			Isolant Mousse Résolique			Isolant Laine de Roche		
Ep dalle [cm]	Ep voile [cm]	Ep isolant doublage [cm]	L8 Plancher bas	L9 Plancher inter.	L10 Plancher haut	L8 Plancher bas	L9 Plancher inter.	L10 Plancher haut
20	16	8	0,20	0,21	0,22	0,23	0,24	0,25
		10	0,21	0,21	0,22	0,23	0,24	0,25
		12	0,21	0,22	0,22	0,23	0,25	0,25
		14	0,21	0,22	0,22	0,24	0,25	0,25
	18	8	0,20	0,21	0,22	0,23	0,24	0,25
		10	0,21	0,21	0,22	0,23	0,24	0,25
		12	0,21	0,22	0,22	0,23	0,25	0,25
		14	0,21	0,22	0,22	0,24	0,25	0,25
	20	8	0,20	0,21	0,22	0,23	0,24	0,24
		10	0,21	0,21	0,22	0,23	0,24	0,25
		12	0,21	0,21	0,22	0,23	0,24	0,25
		14	0,21	0,22	0,22	0,23	0,24	0,25
21	16	8	0,21	0,22	0,23	0,24	0,26	0,26
		10	0,22	0,22	0,23	0,24	0,26	0,26
		12	0,22	0,23	0,23	0,25	0,26	0,26
		14	0,22	0,23	0,23	0,25	0,26	0,26
	18	8	0,21	0,22	0,23	0,24	0,26	0,26
		10	0,22	0,22	0,23	0,24	0,26	0,26
		12	0,22	0,23	0,23	0,25	0,26	0,26
		14	0,22	0,23	0,23	0,25	0,26	0,26
	20	8	0,21	0,22	0,23	0,24	0,26	0,26
		10	0,22	0,22	0,23	0,24	0,26	0,26
		12	0,22	0,23	0,23	0,25	0,26	0,26
		14	0,22	0,23	0,23	0,25	0,26	0,26
22	16	8	0,21	0,22	0,23	0,24	0,26	0,26
		10	0,22	0,22	0,23	0,24	0,26	0,26
		12	0,22	0,23	0,23	0,25	0,26	0,26
		14	0,22	0,23	0,23	0,25	0,26	0,26
	18	8	0,21	0,22	0,23	0,24	0,26	0,26
		10	0,22	0,22	0,23	0,24	0,26	0,26
		12	0,22	0,23	0,23	0,25	0,26	0,26
		14	0,22	0,23	0,23	0,25	0,26	0,26
	20	8	0,21	0,22	0,23	0,24	0,26	0,26
		10	0,22	0,22	0,23	0,24	0,26	0,26
		12	0,22	0,23	0,23	0,25	0,26	0,26
		14	0,22	0,23	0,23	0,25	0,26	0,26
23	16	8	0,21	0,22	0,23	0,24	0,26	0,26
		10	0,22	0,22	0,23	0,24	0,26	0,26
		12	0,22	0,23	0,23	0,25	0,26	0,26
		14	0,22	0,23	0,23	0,25	0,26	0,26
	18	8	0,21	0,22	0,23	0,24	0,26	0,26
		10	0,22	0,22	0,23	0,24	0,26	0,26
		12	0,22	0,23	0,23	0,25	0,26	0,26
		14	0,22	0,23	0,23	0,25	0,26	0,26
	20	8	0,21	0,22	0,23	0,24	0,25	0,26
		10	0,21	0,22	0,23	0,24	0,26	0,26
		12	0,22	0,22	0,23	0,24	0,26	0,26
		14	0,22	0,23	0,23	0,25	0,26	0,26

(1) Les valeurs de coefficient de transmission linéique ne sont valables que pour les enveloppes en polypropylènes. Pour les enveloppes en PVC les valeurs du coefficient Ψ seront majorées de 0,01W/(m.K).

ANNEXE 1a – Modèle Z

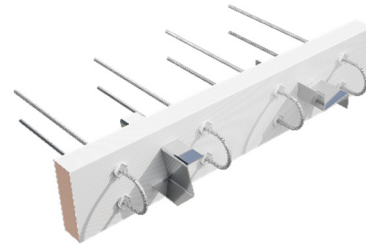
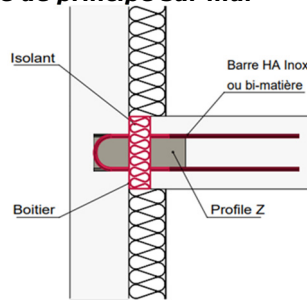
Ep dalle [cm]	Ep voile [cm]	Ep isolant doublage [cm]	ψ_z [W/(m.K)] ⁽¹⁾					
			Isolant Mousse Résolique			Isolant Laine de Roche		
			L8 Plancher bas	L9 Plancher inter.	L10 Plancher haut	L8 Plancher bas	L9 Plancher inter.	L10 Plancher haut
24	16	8	0,22	0,23	0,23	0,25	0,27	0,27
		10	0,22	0,23	0,23	0,25	0,27	0,27
		12	0,22	0,23	0,24	0,25	0,27	0,27
		14	0,23	0,24	0,24	0,26	0,27	0,27
	18	8	0,22	0,23	0,23	0,25	0,27	0,27
		10	0,22	0,23	0,23	0,25	0,27	0,27
		12	0,22	0,23	0,24	0,25	0,27	0,27
		14	0,23	0,24	0,24	0,26	0,27	0,27
	20	8	0,22	0,23	0,23	0,25	0,27	0,27
		10	0,22	0,23	0,23	0,25	0,27	0,27
		12	0,22	0,23	0,24	0,25	0,27	0,27
		14	0,23	0,24	0,24	0,26	0,27	0,27
25	16	8	0,22	0,23	0,23	0,25	0,27	0,27
		10	0,22	0,23	0,23	0,25	0,27	0,27
		12	0,22	0,23	0,24	0,25	0,27	0,27
		14	0,23	0,24	0,24	0,26	0,27	0,27
	18	8	0,22	0,23	0,23	0,25	0,27	0,27
		10	0,22	0,23	0,23	0,25	0,27	0,27
		12	0,22	0,23	0,24	0,25	0,27	0,27
		14	0,23	0,24	0,24	0,26	0,27	0,27
	20	8	0,22	0,22	0,23	0,25	0,26	0,27
		10	0,22	0,23	0,23	0,25	0,27	0,27
		12	0,22	0,23	0,23	0,25	0,27	0,27
		14	0,22	0,23	0,24	0,25	0,27	0,27

(1) Les valeurs de coefficient de transmission linéique ne sont valables que pour les enveloppes en polypropylènes. Pour les enveloppes en PVC les valeurs du coefficient Ψ seront majorées de 0,01W/(m.K).

ANNEXE 1b – Modèle ZN

COUPE DE PRINCIPE

Figure 1 – Coupe de principe sur mur



DIMENSIONS DU MODELE (COTES EN MM) :

Figure 2 – Vue de face

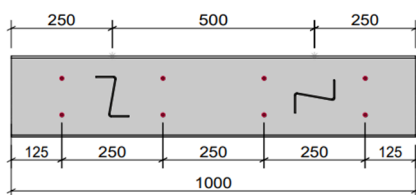


Figure 3 – ZN -Vue en coupe

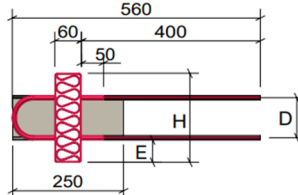
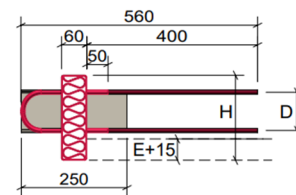


Figure 4 – ZNP Vue en coupe



		Z20	Z21	Z22	Z23	Z24	Z25
Hauteur du rupteur	H(mm)	200	210	220	230	240	250
Entraxe des barres	D (mm)	90			120		140
Enrobage inférieur*	E (mm)	50	55	60	50	55	50

L'enrobage des aciers doit être conforme à la NF EN 1992-1-1 et son AN et la NF EN 206+A2/CN

*Dans d'utilisation des rupteurs ZN-P, l'enrobage inférieur (E) est augmenté de 15mm. Différentes propositions de mise en œuvre sont décrites en Annexe 5

CAPACITES RESISTANTES ET RAIDEURS :

Epaisseur du plancher (mm)	Vérification ELU						Vérification ELS			RAIDEURS							
	STATIQUE			SISMIQUE			STATIQUE			STATIQUE			SISMIQUE				
	Tranchant $V_{z,Rd}$ [kN/ml]	Horizontal $V_{y,Rd}$ [kN/ml]	Vent seul $V_{y,Rd,w}$ [kN/ml]	Moment flexion M_{Rd} [kN.m/ml]	Normal $N_{x,Rd}$ [kN/ml]	Horizontal $V_{y,Rd,s}$ [kN/ml]	Normal $N_{x,Rd,s}$ [kN/ml]	Vertical $V_{z,Cd}$ [kN/ml]	Horizontal $V_{y,Cd}$ [kN/ml]	Moment flexion $M_{y,Cd}$ [kN.m/ml]	Verticale $K_{Tz,d}$ [kN/m/ml]	Horizontale $K_{Ty,d}$ [kN/m/ml]	Normale $K_{Tx,d}$ [kN/m/ml]	Verticale $K_{Tz,d,s}$ [kN/m/ml]	Horizontale $K_{Ty,d,s}$ [kN/m/ml]	Normale $K_{Tx,d,s}$ [kN/m/ml]	
200	70	87	5	7,5	76	125	62	47	62	5,3	123 000	119 000	1 126 000	123 000	59 500	1 126 000	
210				9,5													6,8
220				11,0													7,8
230																	
240																	
250																	

En complément pour les raideurs sismiques, la raideur flexionnelle sur appuis prend la valeur de $K_{Ry,d,s} = 470$ kN.m/rad. Les autres raideurs flexionnelles ($K_{Rz,d,s}$ et $K_{Rx,d,s}$) sont assimilées à des rotules.

PERFORMANCES THERMIQUES : PERFORMANCES THERMIQUES, ACOUSTIQUE ET FEU :

Epaisseur (mm)	THERMIQUE												ACOUSTIQUE		FEU
	Coefficient ψ en W/(m.K)												Performance		Classement
	Isolant mousse résolique						Isolant laine de roche						Mousse résolique et Laine de roche		
	200	210	220	230	240	250	200	210	220	230	240	250	200 à 250 mm		
Plancher bas	0,26	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,28	0,29	0,29	0,29	0,30	0,30	cf. Annexe 7		REI 120
Plancher intermédiaire	0,28	0,29	0,29	0,29	0,29	0,30	0,32	0,32	0,32	0,33	0,33				
Plancher haut	0,27	0,28	0,28	0,28	0,29	0,30	0,31	0,31	0,31	0,32	0,32				

Les valeurs de coefficient de transmission linéique ne sont valables qu'à condition de respecter les limites de validités décrites au § 2.4.4 et pour les isolants décrit au § 2.2.2.5 du Dossier Technique et pour les enveloppes en polypropylène. Des valeurs plus précises (fonction des conditions aux limites) sont données en page suivante. Les performances acoustiques et le classement feu sont valables pour les isolants décrit au § 2.2.2.5

ANNEXE 1b – Modèle ZN

COEFFICIENTS THERMIQUES DETAILLES DU MODELE ZN :

			ψ_{ZN} [W/(ml.K)] ⁽¹⁾					
Ep dalle [cm]	Ep voile [cm]	Ep isolant doublage [cm]	Isolant Mousse Résolique			Isolant Laine de Roche		
			L8 Plancher bas	L9 Plancher inter.	L10 Plancher haut	L8 Plancher bas	L9 Plancher inter.	L10 Plancher haut
20	16	8	0,25	0,27	0,27	0,28	0,30	0,30
		10	0,26	0,27	0,27	0,28	0,30	0,30
		12	0,26	0,27	0,27	0,28	0,30	0,30
		14	0,26	0,28	0,27	0,28	0,30	0,30
	18	8	0,25	0,27	0,27	0,28	0,30	0,30
		10	0,26	0,27	0,27	0,28	0,30	0,30
		12	0,26	0,27	0,27	0,28	0,30	0,30
		14	0,26	0,28	0,27	0,28	0,30	0,30
	20	8	0,25	0,27	0,27	0,27	0,29	0,29
		10	0,25	0,27	0,27	0,27	0,30	0,30
		12	0,25	0,27	0,27	0,28	0,30	0,29
		14	0,26	0,27	0,27	0,28	0,30	0,29
21	16	8	0,26	0,28	0,28	0,29	0,31	0,31
		10	0,26	0,28	0,28	0,29	0,32	0,31
		12	0,27	0,29	0,28	0,29	0,32	0,31
		14	0,27	0,29	0,28	0,29	0,32	0,31
	18	8	0,26	0,28	0,28	0,29	0,31	0,31
		10	0,26	0,28	0,28	0,29	0,32	0,31
		12	0,27	0,29	0,28	0,29	0,32	0,31
		14	0,27	0,29	0,28	0,29	0,32	0,31
	20	8	0,26	0,28	0,28	0,29	0,31	0,31
		10	0,26	0,28	0,28	0,29	0,32	0,31
		12	0,27	0,29	0,28	0,29	0,32	0,31
		14	0,27	0,29	0,28	0,29	0,32	0,31
22	16	8	0,26	0,28	0,28	0,29	0,31	0,31
		10	0,26	0,28	0,28	0,29	0,32	0,31
		12	0,27	0,29	0,28	0,29	0,32	0,31
		14	0,27	0,29	0,28	0,29	0,32	0,31
	18	8	0,26	0,28	0,28	0,29	0,31	0,31
		10	0,26	0,28	0,28	0,29	0,32	0,31
		12	0,27	0,29	0,28	0,29	0,32	0,31
		14	0,27	0,29	0,28	0,29	0,32	0,31
	20	8	0,26	0,28	0,28	0,29	0,31	0,31
		10	0,26	0,28	0,28	0,29	0,32	0,31
		12	0,27	0,29	0,28	0,29	0,32	0,31
		14	0,27	0,29	0,28	0,29	0,32	0,31
23	16	8	0,26	0,28	0,28	0,29	0,31	0,31
		10	0,26	0,28	0,28	0,29	0,32	0,31
		12	0,27	0,29	0,28	0,29	0,32	0,31
		14	0,27	0,29	0,28	0,29	0,32	0,31
	18	8	0,26	0,28	0,28	0,29	0,31	0,31
		10	0,26	0,28	0,28	0,29	0,32	0,31
		12	0,27	0,29	0,28	0,29	0,32	0,31
		14	0,27	0,29	0,28	0,29	0,32	0,31
	20	8	0,26	0,28	0,28	0,29	0,31	0,31
		10	0,26	0,28	0,28	0,29	0,31	0,31
		12	0,26	0,28	0,28	0,29	0,31	0,31
		14	0,27	0,28	0,28	0,29	0,31	0,31

(1) Les valeurs de coefficient de transmission linéique ne sont valables que pour les enveloppes en polypropylènes. Pour les enveloppes en PVC les valeurs du coefficient Ψ seront majorées de 0,01W/(m.K).

ANNEXE 1b – Modèle ZN

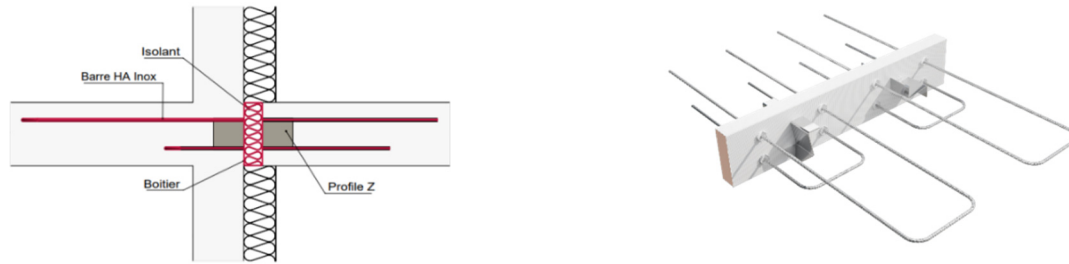
			ψ_{ZN} [W/(m.K)] ⁽¹⁾					
			Isolant Mousse Résolique			Isolant Laine de Roche		
Ep dalle [cm]	Ep voile [cm]	Ep isolant doublage [cm]	L8 Plancher bas	L9 Plancher inter.	L10 Plancher haut	L8 Plancher bas	L9 Plancher inter.	L10 Plancher haut
24	16	8	0,27	0,29	0,29	0,30	0,32	0,32
		10	0,27	0,29	0,29	0,30	0,33	0,32
		12	0,27	0,29	0,29	0,30	0,33	0,32
		14	0,27	0,29	0,29	0,30	0,33	0,32
	18	8	0,27	0,29	0,29	0,30	0,32	0,32
		10	0,27	0,29	0,29	0,30	0,33	0,32
		12	0,27	0,29	0,29	0,30	0,33	0,32
		14	0,27	0,29	0,29	0,30	0,33	0,32
	20	8	0,27	0,29	0,29	0,30	0,32	0,32
		10	0,27	0,29	0,29	0,30	0,33	0,32
		12	0,27	0,29	0,29	0,30	0,33	0,32
		14	0,27	0,29	0,29	0,30	0,33	0,32
25	16	8	0,27	0,29	0,29	0,30	0,32	0,32
		10	0,27	0,29	0,29	0,30	0,33	0,32
		12	0,27	0,29	0,29	0,30	0,33	0,32
		14	0,27	0,29	0,29	0,30	0,33	0,32
	18	8	0,27	0,29	0,29	0,30	0,32	0,32
		10	0,27	0,29	0,29	0,30	0,33	0,32
		12	0,27	0,29	0,29	0,30	0,33	0,32
		14	0,27	0,29	0,29	0,30	0,33	0,32
	20	8	0,26	0,28	0,28	0,29	0,32	0,32
		10	0,27	0,29	0,29	0,29	0,32	0,32
		12	0,27	0,29	0,29	0,30	0,32	0,32
		14	0,27	0,29	0,29	0,30	0,32	0,32

(1) Les valeurs de coefficient de transmission linéique ne sont valables que pour les enveloppes en polypropylènes. Pour les enveloppes en PVC les valeurs du coefficient Ψ seront majorées de 0,01W/(m.K).

ANNEXE 1c - Modèle BZN

COUPE DE PRINCIPE

Figure 1 – Coupe de principe sur mur



DIMENSIONS DU MODELE (COTES EN MM) :

Figure 2 – Vue de face

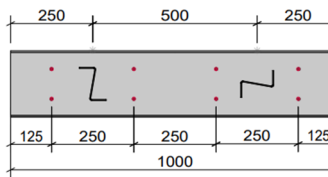


Figure 3 – BZN Vue en coupe

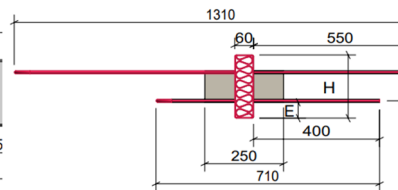
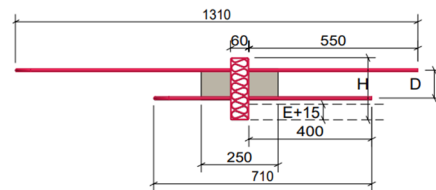


Figure 3 – BZN P -Vue en coupe



		Z20	Z21	Z22	Z23	Z24	Z25
Hauteur du rupteur	H (mm)	200	210	220	230	240	250
Entraxe des barres	D (mm)	90		120		140	
Enrobage inférieur*	E (mm)	50	55	60	50	55	50

L'enrobage des aciers doit être conforme à la NF EN 1992-1-1 et son AN et la NF EN 206+A2/CN

*Dans d'utilisation des rupteurs BZN-P, l'enrobage inférieur (E) est augmenté de 15mm. Différentes propositions de mise en œuvre sont décrites en Annexe5.

RAIDEURS :

SLABE BZN	STATIQUE			SISMIQUE		
	Verticale $K_{Tz,d}$ [kN/m/ml]	Horizontale $K_{Ty,d}$ [kN/m/ml]	Normale $K_{Tx,d}$ [kN/m/ml]	Verticale $K_{Tz,d,s}$ [kN/m/ml]	Horizontale $K_{Ty,d,s}$ [kN/m/ml]	Normale $K_{Tx,d,s}$ [kN/m/ml]
200 à 250 mm	123 000	119 000	1 126 000	123 000	59 500	1 126 000

En complément, la raideur flexionnelle sur appuis prend la valeur de $K_{Ry,d} = 900$ kN.m/rad. Les autres raideurs flexionnelles ($K_{Rz,d}$ et $K_{Rx,d}$) sont assimilées à des rotules.

COURBES DE CAPACITES RESISTANTES M_y/V_z

		M_y (en KN.m)											
		ELU (pour $V_{y,Rd} = 75$ KN/ml)							ELS ($V_{y,Rd} = 50$ KN/ml)				
V_z (en KN/ml) =		10	20	30	40	50	60	70	10	20	30	40	50
Ep. Plancher	200 à 220 mm	17,9	18,2	17,9	17,1	16,1	14,4	11,5	12,0	11,9	11,1	9,6	6,7
	230 et 240 mm	22,10	22,2	22,0	21,5	20,7	18,6	15,2	14,8	14,7	14,1	12,6	8,5
	250 mm	24,7	24,9	24,7	24,4	23,6	21,7	17,6	16,6	16,5	16,1	14,5	9,9

Entre les épaisseurs de plancher et les efforts tranchant il est possible d'extrapoler les capacités résistantes. En complément, pour toutes les épaisseurs, pour les actions de vent la capacité résistante horizontale statique de vent seul est prise à $V_{y,Rd,w} = 5$ kN/ml. La capacité résistante normale statique du rupteur est prise à $N_{x,Rd} = 76$ kN/ml. Pour les actions sismiques accidentelles la capacité résistante horizontale sismique est prise à $V_{y,Rd,s} = 125$ kN/ml et la capacité résistante normale sismique est prise à $N_{x,Rd,s} = 62$ kN/ml

PERFORMANCES THERMIQUES, ACOUSTIQUES ET FEU :

Epaisseur (mm)	THERMIQUE												ACOUSTIQUE	FEU	
	Coefficient Ψ en W/(m.K)														
	Isolant mousse résolique						Isolant laine de roche						Mousse résolique et Laine de roche		
200	210	220	230	240	250	200	210	220	230	240	250	200 à 250 mm			
Plancher bas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	cf. Annexe 7		REI 120	
Plancher intermédiaire	0,28	0,29	0,29	0,30	0,30	0,30	0,31	0,32	0,32	0,32	0,33				0,33
Plancher haut	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				-

Les valeurs de coefficient de transmission linéique ne sont valables qu'à condition de respecter les limites de validités décrites au §2.4.4 et pour les isolants décrit au § 2.2.2.5 du Dossier Technique. Les performances acoustiques et le classement feu sont valables pour les isolants décrit au § 2.2.2.5

ANNEXE 1d - Modèle D

COUPE DE PRINCIPE

Figure 1 – Coupe de principe sur mur

**DIMENSIONS DU MODELE (COTES EN MM) :**

Figure 2 – Vue de face

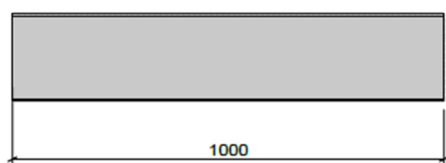
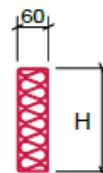


Figure 3 – D - Vue en coupe



		Z20	Z21	Z22	Z23	Z24	Z25
Hauteur du rupteur	<i>H (mm)</i>	200	210	220	230	240	250

CAPACITES RESISTANTES ET RAIDEURS :

Le modèle D ne revendique aucune fonction structurelle, il est considéré comme un élément non porteur dans la reprise des efforts. La présence de ce dernier doit être pris en compte dans l'analyse structurale afin de quantifier un éventuel report de charge sur les rupteurs adjacents. Il peut être modélisé par exemple par un vide de 6cm d'épaisseur et de la longueur spécifié sur le plan de calepinage.

PERFORMANCES THERMIQUES, ACOUSTIQUES ET FEU :

	THERMIQUE												ACOUSTIQUE	FEU
	Coefficient Ψ en W/(m.K)												Performance	Classement
	Isolant mousse résolique						Isolant laine de roche						Mousse résolique et Laine de roche	
Epaisseur (mm)	200	210	220	230	240	250	200	210	220	230	240	250	200 à 250 mm	
Plancher bas	0,10	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,13	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	cf. Annexe 7	EI 120
Plancher intermédiaire	0,09	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,13	0,14	0,14	0,14	0,15	0,15		
Plancher haut	0,10	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,13	0,15	0,15	0,15	0,16	0,16		

Les valeurs de coefficient de transmission linéique ne sont valables qu'à condition de respecter les limites de validités décrites au § 2.4.4 et pour les isolants décrit au § 2.2.2.5 du Dossier Technique et pour les enveloppes en polypropylène. Des valeurs plus précises (fonction des conditions aux limites) sont données en page suivante. Les performances acoustiques et le classement feu sont valables pour les isolants décrit au § 2.2.2.5.

ANNEXE 1d – Modèle D

COEFFICIENTS THERMIQUES DETAILLES DU MODELE D :

			ψ_{ZN} [W/(ml.K)] ⁽¹⁾					
Ep dalle [cm]	Ep voile [cm]	Ep isolant doublage [cm]	Isolant Mousse Résolique			Isolant Laine de Roche		
			L8 Plancher bas	L9 Plancher inter.	L10 Plancher haut	L8 Plancher bas	L9 Plancher inter.	L10 Plancher haut
20	16	8	0,09	0,07	0,09	0,12	0,11	0,13
		10	0,09	0,08	0,09	0,13	0,12	0,13
		12	0,10	0,08	0,10	0,13	0,12	0,13
		14	0,10	0,09	0,10	0,13	0,13	0,13
	18	8	0,09	0,07	0,09	0,12	0,11	0,13
		10	0,09	0,08	0,09	0,13	0,12	0,13
		12	0,10	0,08	0,10	0,13	0,12	0,13
		14	0,10	0,09	0,10	0,13	0,13	0,13
	20	8	0,09	0,07	0,09	0,12	0,11	0,13
		10	0,09	0,08	0,09	0,12	0,12	0,13
		12	0,10	0,08	0,10	0,13	0,12	0,13
		14	0,10	0,09	0,10	0,13	0,12	0,13
21	16	8	0,10	0,08	0,10	0,13	0,13	0,14
		10	0,10	0,09	0,10	0,14	0,13	0,14
		12	0,10	0,09	0,10	0,14	0,14	0,15
		14	0,11	0,10	0,11	0,15	0,14	0,15
	18	8	0,10	0,08	0,10	0,13	0,13	0,14
		10	0,10	0,09	0,10	0,14	0,13	0,14
		12	0,10	0,09	0,10	0,14	0,14	0,15
		14	0,11	0,10	0,11	0,15	0,14	0,15
	20	8	0,09	0,08	0,10	0,13	0,13	0,14
		10	0,10	0,09	0,10	0,14	0,13	0,14
		12	0,10	0,09	0,10	0,14	0,14	0,15
		14	0,11	0,10	0,11	0,15	0,14	0,15
22	16	8	0,10	0,08	0,10	0,13	0,13	0,14
		10	0,10	0,09	0,10	0,14	0,13	0,14
		12	0,10	0,09	0,10	0,14	0,14	0,15
		14	0,11	0,10	0,11	0,15	0,14	0,15
	18	8	0,10	0,08	0,10	0,13	0,13	0,14
		10	0,10	0,09	0,10	0,14	0,13	0,14
		12	0,10	0,09	0,10	0,14	0,14	0,15
		14	0,11	0,10	0,11	0,15	0,14	0,15
	20	8	0,09	0,08	0,10	0,13	0,13	0,14
		10	0,10	0,09	0,10	0,14	0,13	0,14
		12	0,10	0,09	0,10	0,14	0,14	0,15
		14	0,11	0,10	0,11	0,15	0,14	0,15
23	16	8	0,10	0,08	0,10	0,13	0,13	0,14
		10	0,10	0,09	0,10	0,14	0,13	0,14
		12	0,10	0,09	0,10	0,14	0,14	0,15
		14	0,11	0,10	0,11	0,15	0,14	0,15
	18	8	0,10	0,08	0,10	0,13	0,13	0,14
		10	0,10	0,09	0,10	0,14	0,13	0,14
		12	0,10	0,09	0,10	0,14	0,14	0,15
		14	0,11	0,10	0,11	0,15	0,14	0,15
	20	8	0,09	0,08	0,10	0,13	0,13	0,14
		10	0,10	0,09	0,10	0,14	0,13	0,14
		12	0,10	0,09	0,10	0,14	0,14	0,15
		14	0,11	0,10	0,11	0,15	0,14	0,15

(1) Les valeurs de coefficient de transmission linéique ne sont valables que pour les enveloppes en polypropylènes. Pour les enveloppes en PVC les valeurs du coefficient Ψ seront majorées de 0,01W/(m.K).

ANNEXE 1d – Modèle D

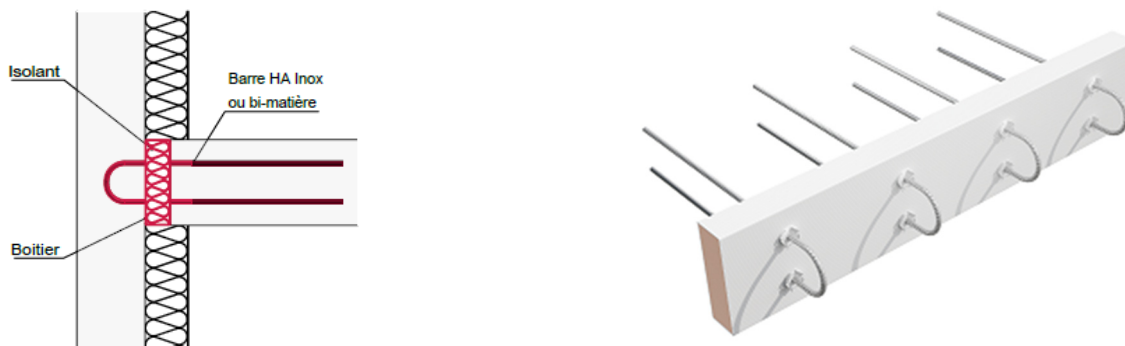
Ep dalle [cm]	Ep voile [cm]	Ep isolant doublage [cm]	ψ_{ZN} [W/(m.K)] ⁽¹⁾					
			Isolant Mousse Résolique			Isolant Laine de Roche		
			L8 Plancher bas	L9 Plancher inter.	L10 Plancher haut	L8 Plancher bas	L9 Plancher inter.	L10 Plancher haut
24	16	8	0,10	0,09	0,10	0,14	0,14	0,15
		10	0,11	0,09	0,11	0,15	0,14	0,15
		12	0,11	0,10	0,11	0,15	0,15	0,16
		14	0,11	0,10	0,11	0,15	0,15	0,16
	18	8	0,10	0,09	0,10	0,14	0,14	0,15
		10	0,11	0,09	0,11	0,15	0,14	0,15
		12	0,11	0,10	0,11	0,15	0,15	0,16
		14	0,11	0,10	0,11	0,15	0,15	0,16
	20	8	0,10	0,09	0,10	0,14	0,14	0,15
		10	0,11	0,09	0,11	0,15	0,14	0,15
		12	0,11	0,10	0,11	0,15	0,15	0,15
		14	0,11	0,10	0,11	0,15	0,15	0,16
25	16	8	0,10	0,09	0,10	0,14	0,14	0,15
		10	0,11	0,09	0,11	0,15	0,14	0,15
		12	0,11	0,10	0,11	0,15	0,15	0,16
		14	0,11	0,10	0,11	0,15	0,15	0,16
	18	8	0,10	0,09	0,10	0,14	0,14	0,15
		10	0,11	0,09	0,11	0,15	0,14	0,15
		12	0,11	0,10	0,11	0,15	0,15	0,16
		14	0,11	0,10	0,11	0,15	0,15	0,16
	20	8	0,10	0,09	0,10	0,14	0,14	0,15
		10	0,11	0,09	0,11	0,15	0,14	0,15
		12	0,11	0,10	0,11	0,15	0,15	0,15
		14	0,11	0,10	0,11	0,15	0,15	0,16

(1) Les valeurs de coefficient de transmission linéique ne sont valables que pour les enveloppes en polypropylènes. Pour les enveloppes en PVC les valeurs du coefficient Ψ seront majorées de 0,01W/(m.K).

ANNEXE 1e – Modèle C

COUPE DE PRINCIPE

Figure 1 – Coupe de principe sur mur



DIMENSIONS DU MODELE (COTES EN MM) :

Figure 2 – Vue de face

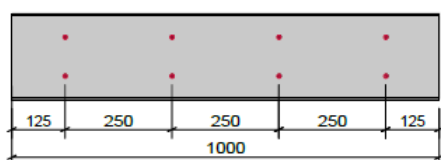


Figure 3 – C - Vue en coupe

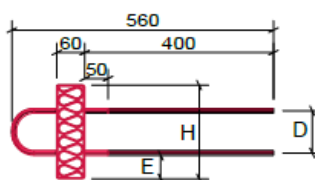
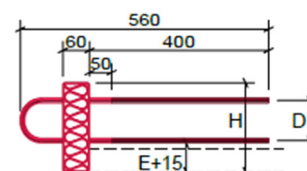


Figure 4 – CP - Vue en coupe



L'enrobage des aciers doit être conforme à la NF EN 1992-1-1 et son AN et la NF EN 206+A2/CN

*Dans d'utilisation des rupteurs ZP, ZN-P et BZN-P l'enrobage inférieur (E) est augmenté de 15mm. Différentes propositions de mise en œuvre sont décrites en Annexe 5.

		Z20	Z21	Z22	Z23	Z24	Z25
Hauteur du rupteur	H (mm)	200	210	220	230	240	250
Entraxe des barres	D (mm)	90		120		140	
Enrobage inférieur*	E (mm)	50	55	60	50	55	50

CAPACITES RESISTANTES ET RAIDEURS :

Le modèle C ne revendique aucune fonction structurelle, il est considéré comme un élément non porteur dans la reprise des efforts. La présence de ce dernier néanmoins doit être prise en compte dans l'analyse structurale afin de quantifier un éventuel report de charge sur les rupteurs adjacents. Il peut être modélisé par exemple par un vide de 6cm d'épaisseur et de la longueur spécifié sur le plan de calepinage.

PERFORMANCES THERMIQUES, ACOUSTIQUE ET FEU :

Epaisseur (mm)	THERMIQUE												ACOUSTIQUE	FEU
	Coefficient Ψ en W/(m.K)												Performance	Classement
	Isolant mousse résolique						Isolant laine de roche						Mousse résolique et Laine de roche	
	200	210	220	230	240	250	200	210	220	230	240	250	200 à 250 mm	
Plancher bas	0,16	0,17	0,17	0,17	0,18	0,18	0,19	0,20	0,20	0,20	0,21	0,21	cf. Annexe 7	EI 120
Plancher intermédiaire	0,16	0,17	0,17	0,17	0,18	0,18	0,19	0,21	0,21	0,21	0,22	0,22		
Plancher haut	0,17	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,20	0,21	0,21	0,21	0,22	0,22		

Les valeurs de coefficient de transmission linéique ne sont valables qu'à condition de respecter les limites de validités décrites au § 2.4.4 et pour les isolants décrit au § 2.2.2.5 du Dossier Technique et pour les enveloppes en polypropylène. Des valeurs plus précises (fonction des conditions aux limites) sont données en page suivante. Les performances acoustiques et le classement feu sont valables pour les isolants décrit au § 2.2.2.5

ANNEXE 1e – Modèle C

COEFFICIENTS THERMIQUES DETAILLES DU MODELE C :

Ep dalle [cm]	Ep voile [cm]	Ep isolant doublage [cm]	ψ_c [W/(ml.K)] ⁽¹⁾					
			Isolant Mousse Résolique			Isolant Laine de Roche		
			L8 Plancher bas	L9 Plancher inter.	L10 Plancher haut	L8 Plancher bas	L9 Plancher inter.	L10 Plancher haut
20	16	8	0,15	0,15	0,16	0,18	0,18	0,19
		10	0,16	0,15	0,16	0,19	0,19	0,20
		12	0,16	0,16	0,17	0,19	0,19	0,20
		14	0,16	0,16	0,17	0,19	0,19	0,20
	18	8	0,15	0,15	0,16	0,18	0,18	0,19
		10	0,16	0,15	0,16	0,19	0,19	0,20
		12	0,16	0,16	0,17	0,19	0,19	0,20
		14	0,16	0,16	0,17	0,19	0,19	0,20
	20	8	0,15	0,15	0,16	0,18	0,18	0,19
		10	0,16	0,15	0,16	0,18	0,18	0,19
		12	0,16	0,16	0,17	0,19	0,19	0,20
		14	0,16	0,16	0,17	0,19	0,19	0,20
21	16	8	0,16	0,16	0,17	0,19	0,20	0,21
		10	0,16	0,16	0,17	0,20	0,20	0,21
		12	0,17	0,17	0,18	0,20	0,21	0,21
		14	0,17	0,17	0,18	0,20	0,21	0,21
	18	8	0,16	0,16	0,17	0,19	0,20	0,21
		10	0,16	0,16	0,17	0,20	0,20	0,21
		12	0,17	0,17	0,18	0,20	0,21	0,21
		14	0,17	0,17	0,18	0,20	0,21	0,21
	20	8	0,16	0,16	0,17	0,19	0,20	0,21
		10	0,16	0,16	0,17	0,20	0,20	0,21
		12	0,17	0,17	0,18	0,20	0,21	0,21
		14	0,17	0,17	0,18	0,20	0,21	0,21
22	16	8	0,16	0,16	0,17	0,19	0,20	0,21
		10	0,16	0,16	0,17	0,20	0,20	0,21
		12	0,17	0,17	0,18	0,20	0,21	0,21
		14	0,17	0,17	0,18	0,20	0,21	0,21
	18	8	0,16	0,16	0,17	0,19	0,20	0,21
		10	0,16	0,16	0,17	0,20	0,20	0,21
		12	0,17	0,17	0,18	0,20	0,21	0,21
		14	0,17	0,17	0,18	0,20	0,21	0,21
	20	8	0,16	0,16	0,17	0,19	0,20	0,21
		10	0,16	0,16	0,17	0,20	0,20	0,21
		12	0,17	0,17	0,18	0,20	0,21	0,21
		14	0,17	0,17	0,18	0,20	0,21	0,21
23	16	8	0,16	0,16	0,17	0,19	0,20	0,21
		10	0,16	0,16	0,17	0,20	0,20	0,21
		12	0,17	0,17	0,18	0,20	0,21	0,21
		14	0,17	0,17	0,18	0,20	0,21	0,21
	18	8	0,16	0,16	0,17	0,19	0,20	0,21
		10	0,16	0,16	0,17	0,20	0,20	0,21
		12	0,17	0,17	0,18	0,20	0,21	0,21
		14	0,17	0,17	0,18	0,20	0,21	0,21
	20	8	0,16	0,16	0,17	0,19	0,20	0,21
		10	0,16	0,16	0,17	0,20	0,20	0,21
		12	0,17	0,17	0,18	0,20	0,20	0,21
		14	0,17	0,17	0,18	0,20	0,21	0,21

(1) Les valeurs de coefficient de transmission linéique ne sont valables que pour les enveloppes en polypropylènes. Pour les enveloppes en PVC les valeurs du coefficient Ψ seront majorées de 0,01W/(m.K).

ANNEXE 1e – Modèle C

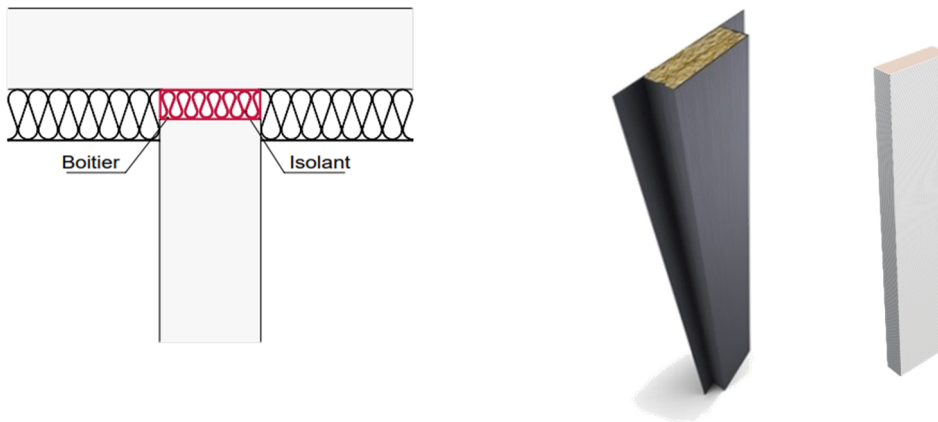
			ψ_c [W/(m.K)] ⁽¹⁾					
Ep dalle [cm]	Ep voile [cm]	Ep isolant doublage [cm]	Isolant Mousse Résolique			Isolant Laine de Roche		
			L8 Plancher bas	L9 Plancher inter.	L10 Plancher haut	L8 Plancher bas	L9 Plancher inter.	L10 Plancher haut
24	16	8	0,17	0,17	0,18	0,20	0,21	0,22
		10	0,17	0,17	0,18	0,21	0,21	0,22
		12	0,17	0,17	0,18	0,21	0,22	0,22
		14	0,18	0,18	0,18	0,21	0,22	0,22
	18	8	0,17	0,17	0,18	0,20	0,21	0,22
		10	0,17	0,17	0,18	0,21	0,21	0,22
		12	0,17	0,17	0,18	0,21	0,22	0,22
		14	0,18	0,18	0,18	0,21	0,22	0,22
	20	8	0,17	0,17	0,18	0,20	0,21	0,22
		10	0,17	0,17	0,18	0,21	0,21	0,21
		12	0,17	0,17	0,18	0,21	0,22	0,22
		14	0,18	0,18	0,18	0,21	0,22	0,22
25	16	8	0,17	0,17	0,18	0,20	0,21	0,22
		10	0,17	0,17	0,18	0,21	0,21	0,22
		12	0,17	0,17	0,18	0,21	0,22	0,22
		14	0,18	0,18	0,18	0,21	0,22	0,22
	18	8	0,17	0,17	0,18	0,20	0,21	0,22
		10	0,17	0,17	0,18	0,21	0,21	0,22
		12	0,17	0,17	0,18	0,21	0,22	0,22
		14	0,18	0,18	0,18	0,21	0,22	0,22
	20	8	0,17	0,16	0,18	0,20	0,21	0,21
		10	0,17	0,17	0,18	0,20	0,21	0,22
		12	0,17	0,17	0,18	0,21	0,21	0,22
		14	0,18	0,18	0,18	0,21	0,22	0,22

(1) Les valeurs de coefficient de transmission linéique ne sont valables que pour les enveloppes en polypropylènes. Pour les enveloppes en PVC les valeurs du coefficient Ψ seront majorées de 0,01W/(m.K).

ANNEXE 1f – Modèle RF

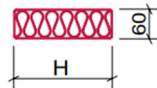
COUPE DE PRINCIPE

Figure 1 – Coupe de principe sur mur



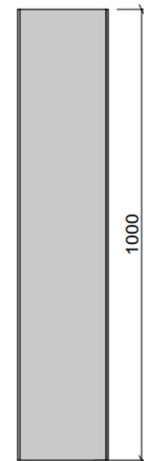
DIMENSIONS DU MODELE (COTES EN MM) :

Figure 2 – Vue en coupe



		RF16	RF18	RF20
Largeur du refend	H(mm)	160	180	200

Figure 3 – Vue de face



L'enrobage des aciers doit être conforme à la NF EN 1992-1-1 et son AN et la NF EN 206+A2/CN

CAPACITES RESISTANTES ET RAIDEURS :

Le SLABE 6 RF est considéré comme un élément non porteur non pris en compte dans les calculs de structure.

PERFORMANCES THERMIQUES, ACOUSTIQUE ET FEU :

	THERMIQUE						ACOUSTIQUE	FEU
	Coefficient Ψ en W/(m.K)						Performance	Classement
	Isolant mousse résolique			Isolant laine de roche			Mousse résolique et Laine de roche	
Epaisseur du refend (mm)	160	180	200	160	180	200	160 à 200 mm	
Refend	0,07	0,08	0,09	0,10	0,11	0,12	cf. Annexe 7	EI 120

Les valeurs de coefficient de transmission linéique ne sont valables qu'à condition de respecter les limites de validités décrites au § 2.4.4 et pour les isolants décrit au § 2.2.2.5 du Dossier Technique et pour les enveloppes en polypropylène. Des valeurs plus précises (fonction des conditions aux limites) sont données en page suivante. Les performances acoustiques et le classement feu sont valables pour les isolants décrit au § 2.2.2.5

ANNEXE 1f – Modèle RF

COEFFICIENTS THERMIQUES DETAILLES DU MODELE RF :

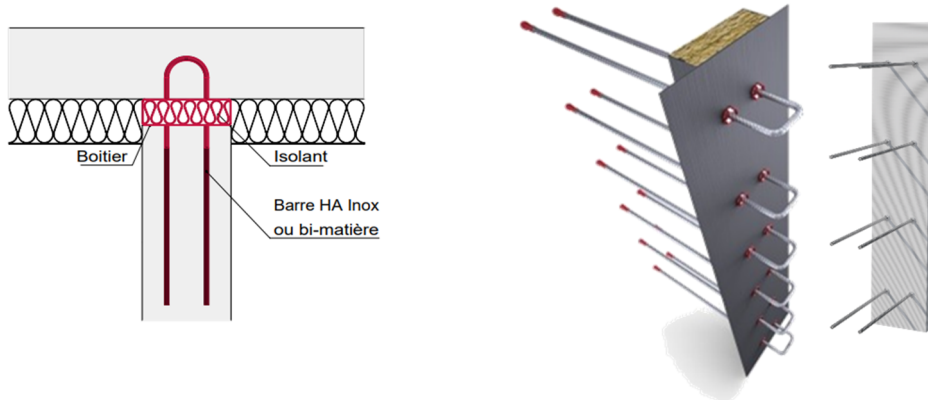
Ep refend [cm]	Ep voile [cm]	Ep isolant doublage [cm]	ψ_{RF} [W/(m.K)] ⁽¹⁾		
			Isolant Mousse Résolique	Isolant Laine de Roche	
16	16	8	0,06	0,09	
		10	0,07	0,10	
		12	0,07	0,10	
		14	0,07	0,10	
	18	8	8	0,06	0,09
			10	0,07	0,10
			12	0,07	0,10
			14	0,07	0,10
	20	8	8	0,06	0,09
			10	0,06	0,09
			12	0,07	0,10
			14	0,07	0,10
18	16	8	0,07	0,10	
		10	0,07	0,11	
		12	0,08	0,11	
		14	0,08	0,11	
	18	8	8	0,07	0,10
			10	0,07	0,11
			12	0,08	0,11
			14	0,08	0,11
	20	8	8	0,07	0,10
			10	0,07	0,10
			12	0,08	0,11
			14	0,08	0,11
20	16	8	0,07	0,11	
		10	0,08	0,12	
		12	0,08	0,12	
		14	0,09	0,12	
	18	8	8	0,07	0,11
			10	0,08	0,12
			12	0,08	0,12
			14	0,09	0,12
	20	8	8	0,07	0,11
			10	0,08	0,12
			12	0,08	0,12
			14	0,09	0,12

(1) Les valeurs de coefficient de transmission linéique ne sont valables que pour les enveloppes en polypropylènes. Pour les enveloppes en PVC les valeurs du coefficient Ψ seront majorées de 0,01W/(m.K).

ANNEXE 1g - Modèle RFU

COUPE DE PRINCIPE

Figure 1 – Coupe de principe sur mur



DIMENSIONS DU MODELE (COTES EN MM) :

Figure 2 – Vue en coupe

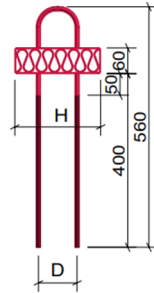
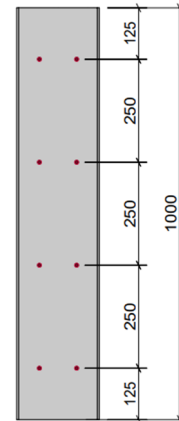


Figure 3 – Vue de face



		RFU16	RFU18	RFU20
Largeur du refend	H(mm)	160	180	200
Entraxe des barres	D(mm)	90	120	140

L'enrobage des aciers doit être conforme à la NF EN 1992-1-1 et son AN et la NF EN 206+A2/CN

CAPACITES RESISTANTES ET RAIDEURS :

		Vérification ELU		Raideur
		Normal statique $N_{x,Rd}$ [kN/ml]	Normal sismique $N_{x,Rd,s}$ [kN/ml]	Normale $K_{T,x,d}$ [kN/m/ml]
SLABE RFU	Barres HA8	49	39	720 700
	Barres HA10	76	62	1 126 000

PERFORMANCES THERMIQUES, ACOUSTIQUE ET FEU :

	THERMIQUE						ACOUSTIQUE	FEU
	Coefficient ψ en W/(m.K)						Performance	Classement
	Isolant mousse résolique			Isolant laine de roche			Mousse résolique et Laine de roche	
Epaisseur du refend	160	180	200	160	180	200	160 à 200 mm	
Refend – RFU 8	0,13	0,14	0,14	0,16	0,17	0,18	cf. Annexe 7	REI 120
Refend – RFU 10	0,15	0,16	0,17	0,18	0,19	0,20		

Les valeurs de coefficient de transmission linéique ne sont valables qu'à condition de respecter les limites de validités décrites au §2.4.4 et pour les isolants décrit au § 2.2.2.5 du Dossier Technique. Les performances acoustiques et le classement feu sont valables pour les isolants décrit au § 2.2.2.5

ANNEXE 2 – Démarche de modélisation (BENCHMARK)

Dans le cadre du dimensionnement de la structure, le B.E.T Structure du projet peut faire appel à un modèle numérique, pour prendre en compte la présence du rupteur dans le comportement de l'ouvrage et pour vérifier les efforts dans les rupteurs de procédé SLABE 6. Une raideur spécifique devra alors être prise en compte à la liaison plancher/mur.

Afin de valider le modèle numérique et les choix sur la modélisation de la liaison du rupteur SLABE 6, un protocole de validation est proposé ici. Le but est de vérifier, sur un exemple de chargement et sur une maquette réduite que les déplacements ou les rotations obtenus, sous un chargement donné, soient corrects vis-à-vis des raideurs spécifiques du rupteur SLABE 6.

La maquette est constituée d'un plancher BA en console appuyé sur un voile BA. A la liaison, les rupteurs SLABE 6 sont modélisés.

GEOMETRIE DE LA MAQUETTE

Les éléments BA, voile et plancher, sont modélisés à l'aide d'éléments surfaciques. Ces deux éléments sont placés de manière orthogonale (plancher en console). L'élément voile a une dimension en plan de 2,00 x 2,00 m et le plancher une dimension totale de 2,00 x 1,00 m.

Figure 1 – Géométrie du modèle

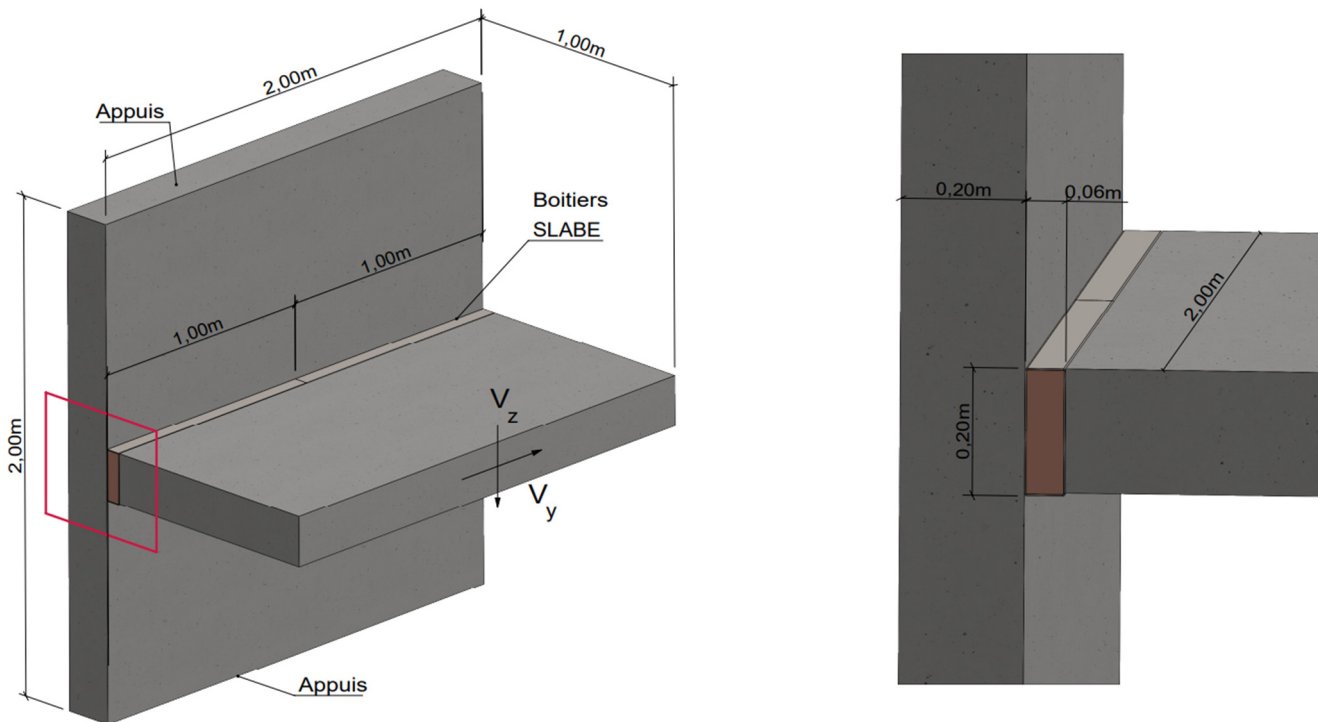
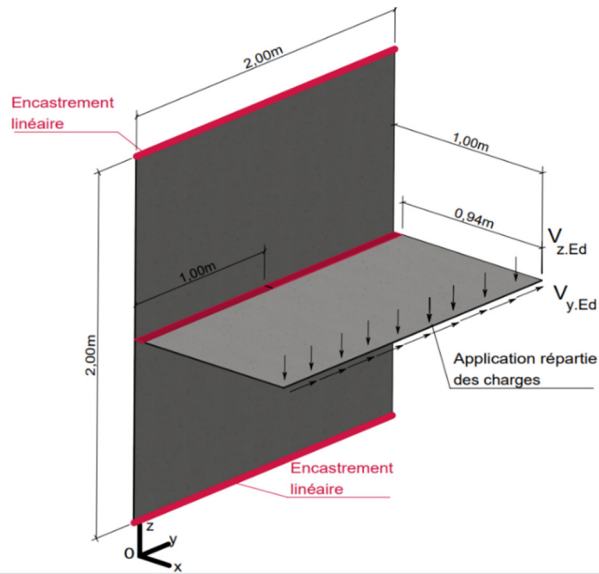


Figure 2 – Conditions limites et chargement du modèle

**HYPOTHESES DU MODELE****Matériaux :**

Des lois matérielles élastiques seront utilisées pour les éléments voile et plancher. Le module d'élasticité sera $E > 10^{12}$ MPa. Si nécessaire adapter ce paramètre pour s'assurer que la déformation hors plan de ces éléments n'excède pas 0,001 mm.

Maillage :

Les éléments finis de type coques à 4 ou 8 nœuds, linéaires ou quadratiques, et à 6 degrés de liberté nodaux peuvent être utilisés. Les E.F. coques auront une épaisseur de 20 cm pour ce modèle.

Les éléments finis doivent respecter une dimension minimale de 0,10 x 0,10 m. Les éléments finis doivent être les plus réguliers possibles (rapport géométrique $L/l < 1,2$).

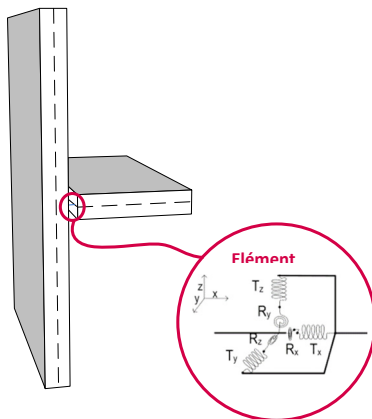
Conditions aux limites :

Le voile est maintenu par des encastres linéaires sur ces bords supérieurs et inférieurs : blocages des translations et rotations dans toutes les directions.

Les efforts sont appliqués à 1,00 m de l'axe du voile.

MODELISATION DES ELEMENTS SLABE

Figure 3 – Principe de modélisation des éléments du procédé SLABE 6



Les rupteurs de procédé SLABE 6 sont modélisés par une raideur spécifique (pour un 1 ml) à la jonction voile/plancher de la structure (Cf. Tableau des raideurs par produit en Annexe 1).

VALIDATION DU MODELE

Pour valider le modèle de rupteur SLABE 6, il est proposé, pour le modèle SLABE ZN, en considérant des raideurs sismiques, de vérifier les déplacements et rotation du plancher sous les deux configurations de chargement présentées ci-après.

Après validation du principe de modélisation sur maquette réduite, le bureau d'études en charge du projet peut reprendre le principe de modélisation dans son modèle de bâtiment et vérifier les efforts dans les rupteurs SLABE 6 sous différents types d'actions (sismique, vent, ...).

	Données d'entrée		Données de sortie au point (1,0 m ; 1,0 m ; 1,0 m)		
	$V_{z,ED}$ (kN/ml)	$V_{y,Ed}$ (kN/ml)	$u_{z,th}$ (mm)	$U_{y,th}$ (mm)	$\theta_{y,th}$ (°)
Chargement uni-axial	0	200	0,00	3,3613	0,00
Chargement bi-axial	50	200	100,859	3,3613	5,91244

ANNEXE 3 - Dispositions minimales de chainages

L'enrobage des aciers doit être conforme à la NF EN 1992-1-1 et son AN et la NF EN 206+A2/CN

DISPOSITION DE CHAINAGE DE PLANCHER (COTES EN MM)

Figure 1 – Disposition de chainage de plancher (vue en coupe)

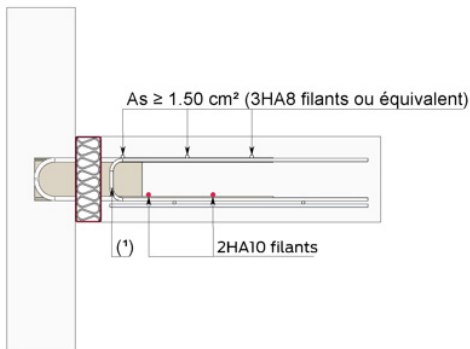
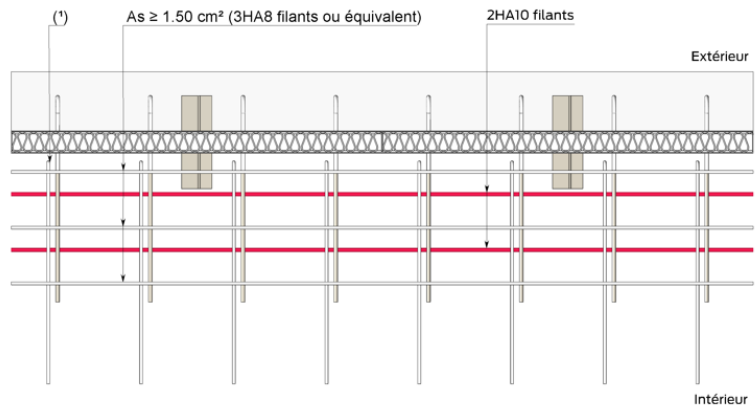


Figure 2 – Exemple de ferrailage de plancher (vue en plan)



(1) Disposition NF EN 1992 1-1, art. 9.3.1.4.

DISPOSITION DE CHAINAGE DE MUR

Figure 3 – Voile BA exemple de cas statique

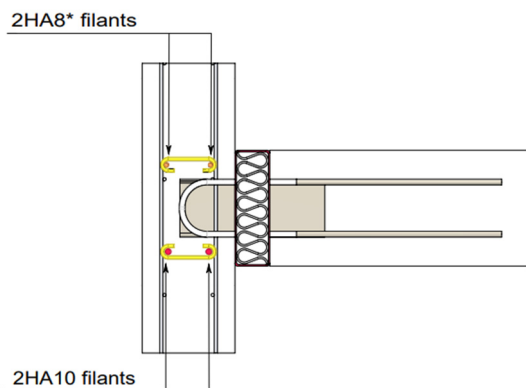
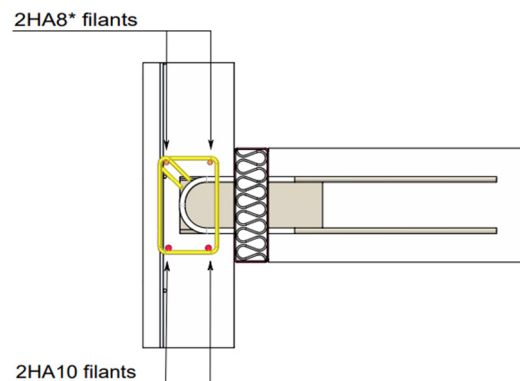


Figure 4 – Voile BA exemple de cas statique



*Pour Les Cas Sismiques : 2HA10

ANNEXE 4 - Principe de calepinage angles et trémies

L'enrobage des aciers doit être conforme à la NF EN 1992-1-1 et son AN et la NF EN 206+A2/CN

TRAITEMENT DES TRÉMIES

Figure 1 - Trémie type 1
700x900 mm maxi

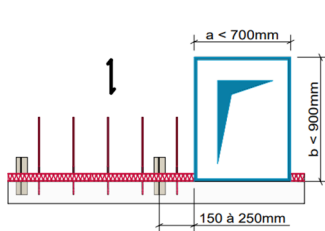


Figure 2 - Trémie type 2
1700x1300 mm maxi

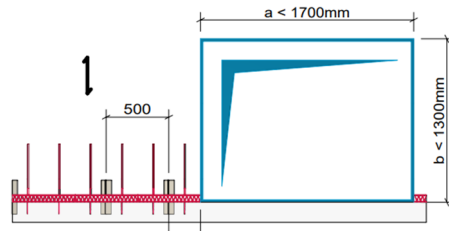
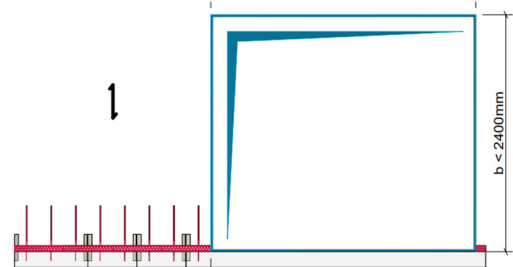


Figure 3 - Trémie type 3
2700 x 2400 mm maxi



Ces dispositions sont proposées, à titre d'exemples, dans le cas où le rupteur SLABE 6 est chargé par la dalle au maximum de son domaine d'emploi. ($V_{Ed} = 45 \text{ KN}$). Pour obtenir un entraxe réduit de 500 mm mentionné ci-dessus, dans le cas d'un SLABE Z, il convient de découper 25cm de part et d'autre du Z.

TRAITEMENT DES ANGLES ENTRANTS

Figure 4 - Exemple de calepinage au départ d'angle

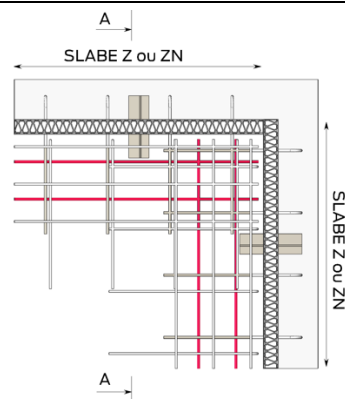


Figure 5 - Exemple de calepinage en fin d'angle

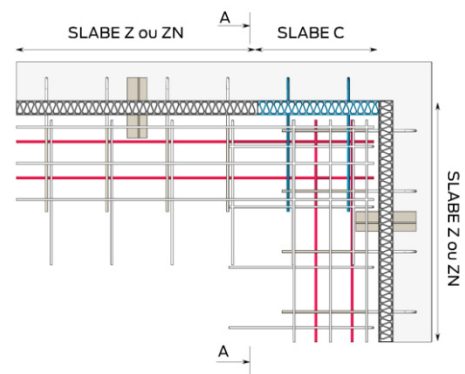
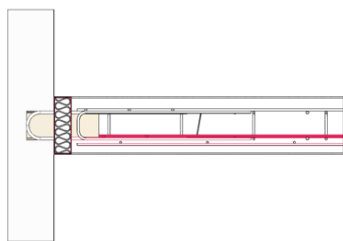
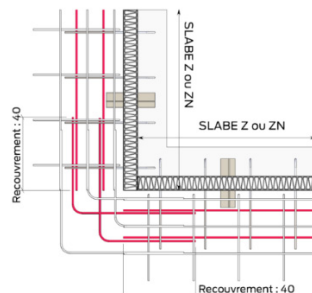


Figure 6 - Angle vue en coupe



TRAITEMENT DES ANGLES SORTANTS

Figure 7 - angles sortants



ANNEXE 5 – Dispositions de mise en œuvre des rupteurs SLABE 6 avec prédalles

L'enrobage des aciers doit être conforme à la NF EN 1992-1-1 et son AN et la NF EN 206+A2/CN

Figure 1 – Exemple de détail de ferrailage de prédalle avec suspente + chaînage de plancher (2)

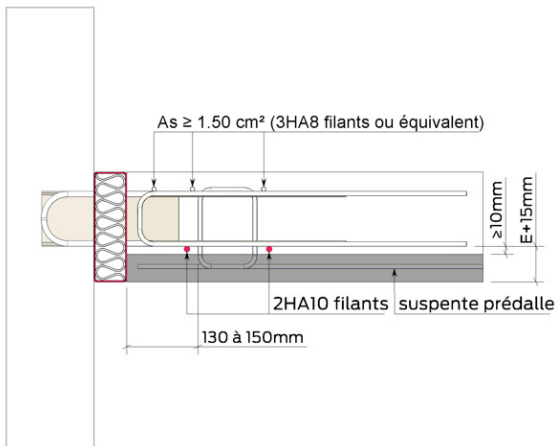


Figure 2 – Exemple de détail de ferrailage de prédalle avec suspente servant de chaînage de plancher (2)

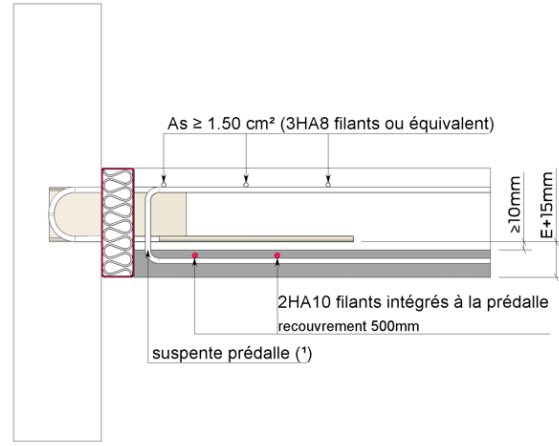
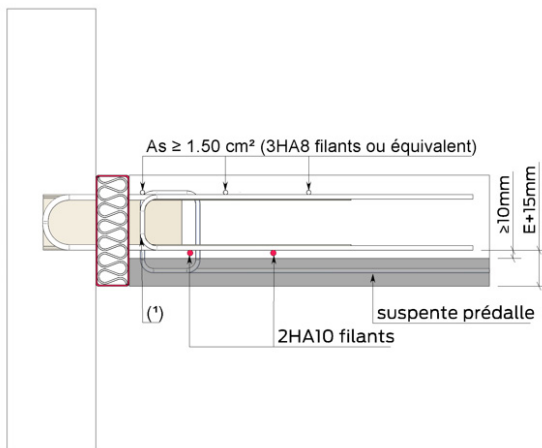


Figure 3 – Exemple de détail de ferrailage de prédalle avec suspente (3) + chaînage de plancher (2)



(1) Disposition NF EN 1992 1-1, art. 9.3.1.4.

(2) Le chaînage de plancher est décrit en Annexe 3

(3) La section d'acier de la suspente sera majorée de 20% dans ce cas.

E est donné en Annexe 1 pour chaque modèle et l'épaisseur de la prédalle ne pourra pas dépasser E+5mm

ANNEXE 6 – Dispositions de mise en œuvre des balcons

L'enrobage des aciers doit être conforme à la NF EN 1992-1-1 et son AN et la NF EN 206+A2/CN

PRINCIPE DE DISPOSITION MINIMUM ET MAXIMUM

Figure 1 – disposition mini

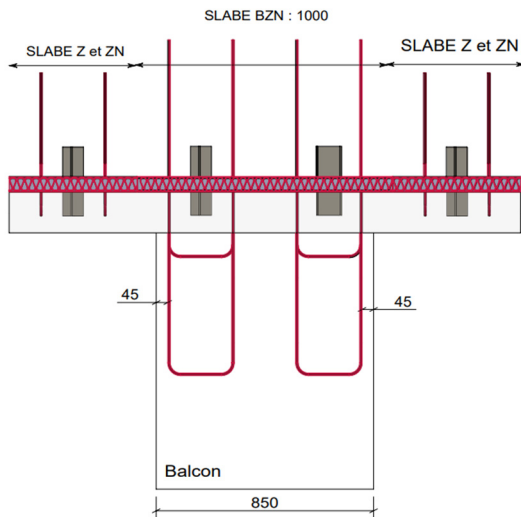


Figure 2 – disposition maxi

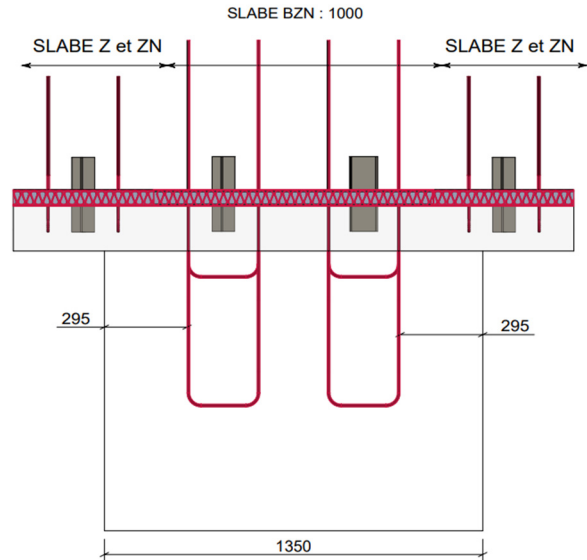


TABLEAU DU NOMBRE DE MODULE EN FONCTION DE LA LONGUEUR DE BALCON A TRAITER

Longueur de balcon à traiter (cm)		Longueur de réservation à prévoir (cm)	Nombre de module BZN
Mini	Maxi		
35	84	50	0,5
85	134	100	1
135	184	150	1,5
185	234	200	2
235	284	250	2,5
285	334	300	3
Etc.	Etc.	Etc.	Etc.

En considérant L (en mètre) la longueur de balcon à traiter, le nombre N de module SLABE BZN (module entier ou demi) à mettre en place est :

$$L - 0,34 \leq N \leq L + 0,15$$

PRINCIPES DE DISPOSITION D'UN BALCON AVEC PREDALLE

Figure 3 – exemple de ferrailage d'un balcon et prédalle avec suspente + chaînage de plancher ⁽¹⁾⁽²⁾

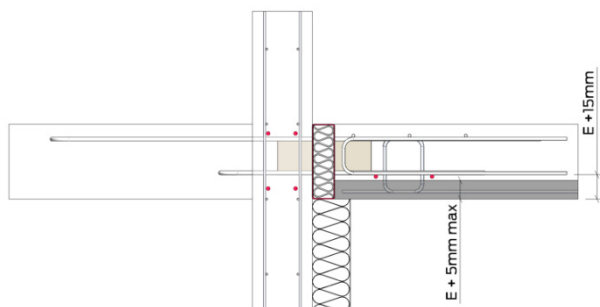
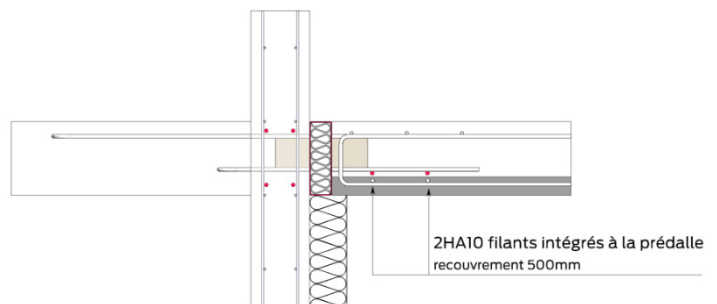
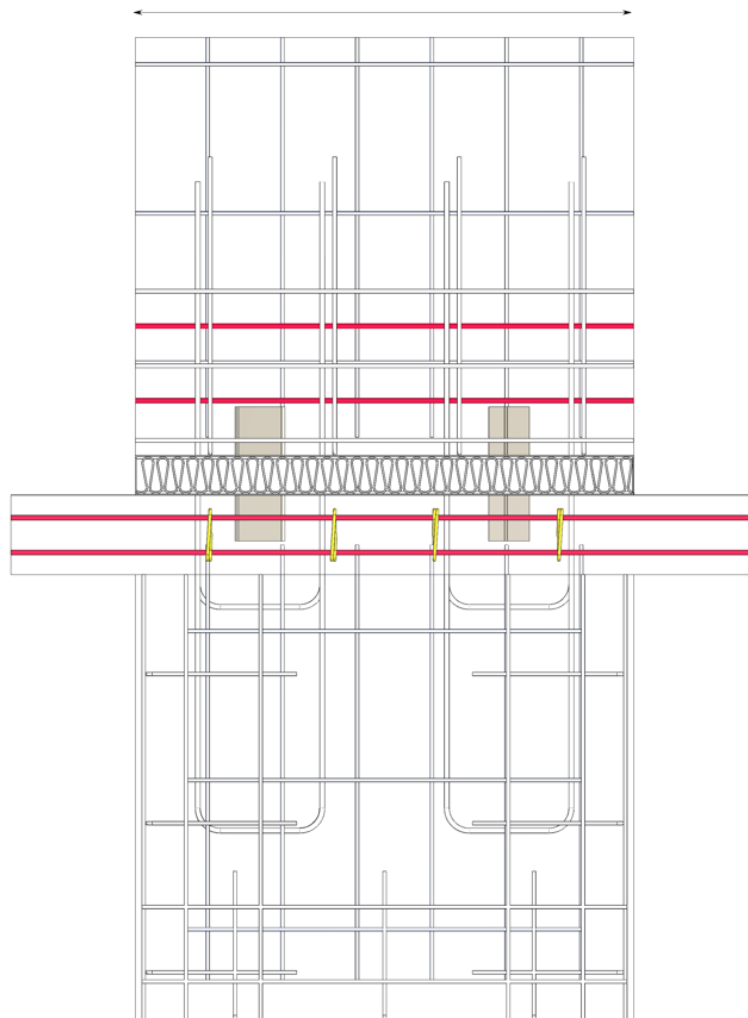


Figure 4 – Exemple de ferrailage d'un balcon et prédalle avec suspente servant de chaînage de plancher ⁽¹⁾⁽²⁾



- (1) Les chaînages sont décrits en Annexe 3
- (2) L'épaisseur de la prédalle devra être inférieure à E+5mm

PRINCIPE DE FERRAILLAGE D'UN BALCON - VUE EN PLAN**Figure 5 – exemple de ferrailage d'un balcon – vue en plan ⁽¹⁾**

⁽¹⁾ Les chainages sont décrits en *Annexe 3*

ANNEXE 7 – Performances acoustique du procédé Slabe 6

Enveloppe A : Enveloppe Polypropylène alvéolaire

Enveloppe B : Enveloppe Polypropylène alvéolaire + 2 capots Cu ou Ch

Enveloppe C : Enveloppe PVC

		Dn 53 dB					
		Isolant mousse résolique			Isolant laine de roche		
Doublage(s)	Epaisseur de dalle	Enveloppe A	Enveloppe B	Enveloppe C	Enveloppe A	Enveloppe B	Enveloppe C
0	20 à 22cm	X	Max 6ml	Max 5ml	Max 1ml	Max 6ml	Max 5ml
	23 à 24cm	X	Max 8ml	Neutre*	Max 1,5ml	Max 8ml	Neutre*
	25cm	X	Neutre*		Max 2ml	Neutre*	
1 ou 2	20 à 25cm	Neutre*					

Tableau 1 : Exigence à 53 dB – Solutions valides – Transmission verticale

		Dn 55 dB					
		Isolant mousse résolique			Isolant laine de roche		
Doublage(s)	Epaisseur de dalle	Enveloppe A	Enveloppe B	Enveloppe C	Enveloppe A	Enveloppe B	Enveloppe C
0	23 à 24cm	X	Max 3ml	Max 5ml	X	Max 3ml	Max 5ml
	25cm	X	Max 6ml	Max 6ml	X	Max 6ml	Max 6ml
1	23 à 24cm	Max 8 ml			Neutre*		
	25cm	Neutre*					
2	23 à 25cm	Neutre*					

Tableau 2 : Exigence à 55 dB – Solutions valides – Transmission verticale

Neutre* : On entend par neutre que le rupteur n'a pas d'influence sur la liaison car les solutions sont validées pour un linéaire très important pour deux pièces superposées.

		Dn 58 dB					
		Isolant mousse résolique			Isolant laine de roche		
Doublage(s)	Epaisseur de dalle	Enveloppe A	Enveloppe B	Enveloppe C	Enveloppe A	Enveloppe B	Enveloppe C
1	25cm	Etude acoustique spécifique nécessaire pour une exigence de 58 dB.					
2	25cm						

Tableau 3 : Exigence à 58 dB – Solutions valides – Transmission verticale

		Refends					
		Isolant mousse résolique			Isolant laine de roche		
Doublage(s)	Epaisseur de refend	Enveloppe A	Enveloppe B	Enveloppe C	Enveloppe A	Enveloppe B	Enveloppe C
1 ou 2	18cm	Solution Dn à 53 dB pour une hauteur de refend de 3ml.					
	20cm	Solution Dn à 55 dB pour une hauteur de refend de 3ml.					

Tableau 4 : Solutions valides – Transmission horizontale