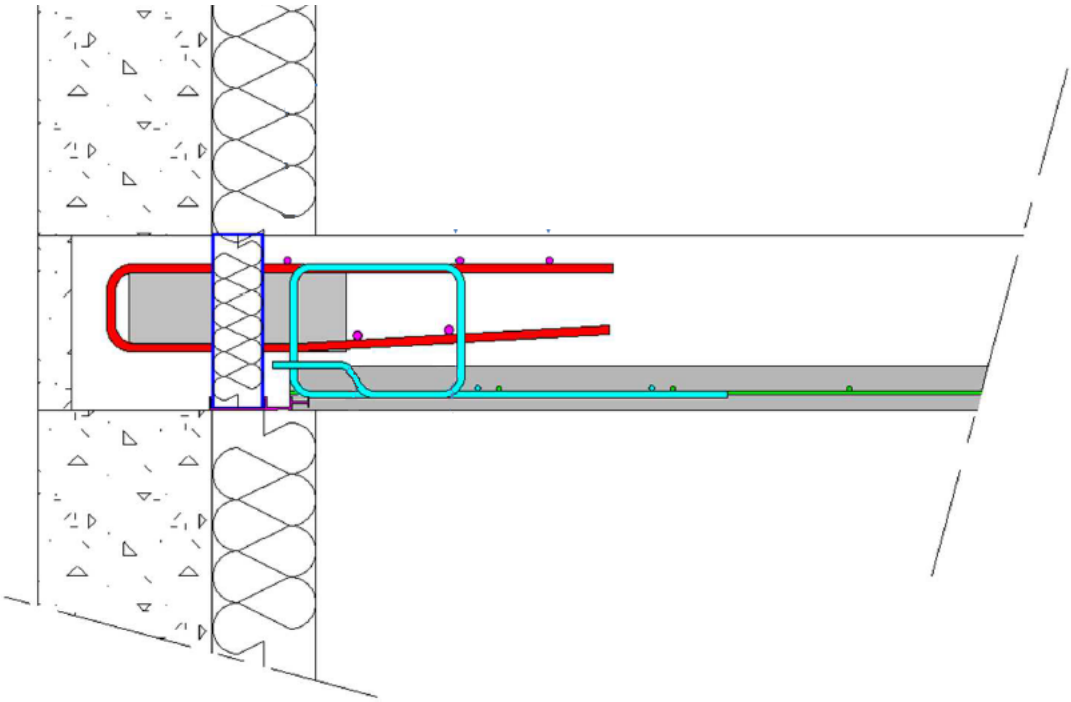
APPRECIATION TECHNIQUE D'EXPERIMENTATION

Numéro de référence CSTB : 3222_V1

ATEx de cas a

Validité du 21/11/2023 au 20/11/2025



Copyright : Société KP1

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

A LA DEMANDE DE :

Société : KP1
Adresse : 91, allée des Fenaisons, 84000 AVIGNON

Appréciation Technique d'Expérimentation n° 3222_V1

Note Liminaire : Cette Appréciation porte essentiellement sur le procédé de prédalle avec rupteurs thermiques intégrés « Prédalle THERMIK ».

Selon l'avis du Comité d'Experts en date du 21/11/2023, le demandeur ayant été entendu, la demande d'ATEx ci-dessous définie :

- Demandeur : Société KP1
- Technique objet de l'expérimentation :
  - Le procédé visé est un système de plancher à prédalle avec rupteurs thermiques intégrés destiné à traiter les ponts thermiques situés à la jonction entre un plancher et la façade en béton armé ou en maçonnerie dans le cas d'une isolation thermique par l'intérieur (ITI) uniquement.
  - Les éléments structuraux des rupteurs consistent en des barres d'armatures réalisées soit entièrement en inox soit à partir d'un assemblage par soudure inox/acier HA (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 type B500B). Ces barres d'armatures sont associées à des profilés en Z en acier inoxydable.

Cette technique est définie dans le dossier enregistré au CSTB sous le numéro ATEx 3222_V1 et résumé dans la fiche sommaire d'identification ci-annexée,

Donne lieu à une :

APPRECIATION TECHNIQUE FAVORABLE A L'EXPERIMENTATION

*Remarque importante : Le caractère favorable de cette appréciation ne vaut que pour une durée limitée au **20 Novembre 2025**, et est subordonné à la mise en application de l'ensemble des recommandations et attendus formulés aux §4.*

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

1°) Sécurité

1.1 – Stabilité des ouvrages et/ou sécurité des équipements

Le dimensionnement du système, à l'ELU et à l'ELS, est réalisé par référence aux normes NF EN 1990, NF EN 1991, NF EN 1992 et NF EN 1993 et leurs annexes nationales françaises.

Les règles de justification des planchers « prédalle THERMIK KP1 » sont appliquées selon la NF P 19-206 (Juillet 2021). Les capacités résistantes des différents modèles de rupteurs, présentées en Annexe du Dossier Technique, ont fait l'objet de validations par essais.

Moyennant le respect des prescriptions du Dossier Technique et de la recommandation indiquée au paragraphe 4 de la présente appréciation, la stabilité du procédé pour l'utilisation visée par cette ATEx est assurée.

1.2 – Sécurité des intervenants

L'utilisation du procédé ne soulève pas de problème particulier par rapport à un plancher à prédalles classique.

Moyennant le respect des documents élaborés pour le présent dossier avec le respect des fiches d'autocontrôle des différentes étapes de mise en œuvre, la sécurité des intervenants peut être considérée comme normale.

1.3 – Sécurité en cas d'incendie

Le procédé « Prédalle Thermik » a fait l'objet d'une appréciation de laboratoire n°041262-A délivrée par le CERIB. Basée sur les rapports d'essai n° 034870, 037601, 012799 et 012799, elle conclut qu'au sens de l'arrêté de résistance au feu du 22 mars 2004 modifié du Ministère de l'intérieure, la présence des « rupteurs Thermik KP1 » n'a pas d'impact sur la résistance au feu d'éléments d'ouvrage confectionnés à partir du procédé « prédalle Thermik KP1 ». Le procédé « Prédalle Thermik » permet de satisfaire aux exigences de capacité portante, d'étanchéité et d'isolation thermique sous sollicitation thermique de type courbe normalisée de température-temps pour une durée d'au moins 120 minutes pour les rupteurs de planchers.

La sécurité en cas d'incendie est ainsi considérée comme satisfaisante.

1.4 – Sécurité en cas de séisme

Le procédé peut être utilisé pour les ouvrages nécessitant la prise en compte du risque sismique, au sens de l'arrêté du 22 octobre 2010 modifié.

2°) Faisabilité

2.1 – Production

Les rupteurs THERMIK KP1 sont produits en usine, sur des sites choisis et contrôlés par la société COHB-Industrie. Le site de fabrication principal est l'usine de la société COHB-Industrie, située à Noyal sur Vilaine (35).

La fabrication des prédalles est effectuée dans les usines de KP1 sur une ligne de production sur laquelle on effectue les opérations de nettoyage, de traçage, de mise en place des armatures, du bétonnage, de mise en place du support de rupteur et des rupteurs thermiques, de l'étuvage et du démoulage.

2.2 – Mise en œuvre :

La mise en œuvre ne pose pas de problème particulier pour une entreprise de gros œuvre. Elle est similaire à la mise en œuvre des planchers à prédalles classiques. La faisabilité de la mise en œuvre est ainsi certaine.

2.3 – Assistance technique

Le bureau d'études de KP1 vérifie la compatibilité des rupteurs THERMIK et transmet à l'entreprise de pose une documentation sur les spécificités de mise en œuvre du procédé.

La société KP1 apporte son assistance technique en cas de demande de l'entreprise.

3°) Risques de désordres

Les risques de désordre sont ceux d'un plancher à prédalle classique. Ils peuvent donc être considérés comme minimes.

4°) Recommandations

Il est recommandé :

- d'établir un PAQ de pose de prédalle avec la mention explicite du réglage définitif sur chantier des rupteurs et des armatures ;
- de limiter la longueur de la zone sans armatures à 50cm au maximum du bord des dalles dans le sens non porteur ;

5°) Rappel

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

EN CONCLUSION

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

Conclusion FAVORABLE

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

Champs sur Marne,

Le Président du Comité d'Experts,

Ménad CHENAF

Le présent document comporte 36 pages dont deux annexes ; il ne peut en être fait état qu'in extenso.

ANNEXE 1

FICHE SOMMAIRE D'IDENTIFICATION (1)

Demandeur : Société KP1
91, allée des Fenaisons, 84000 AVIGNON

Définition de la technique objet de l'expérimentation :

- Le procédé est un système de plancher à prédalle avec rupteurs thermiques intégrés destiné à traiter les ponts thermiques situés à la jonction entre un plancher et la façade en béton armé ou en maçonnerie dans le cas d'une isolation thermique par l'intérieur (ITI) uniquement.
- Domaine d'emploi accepté :
  Les planchers à prédalles réalisés sont d'épaisseur totale minimale 200mm avec des prédalles en béton armé ou précontraint d'épaisseur minimale 50 mm.
  Le procédé « Prédalle THERMIK KP1 » est utilisable sur tous types de support, murs de façade et murs de refends, d'épaisseur minimum 16 cm,
  Le procédé est destiné à tous les niveaux de plancher, à tout type de structure en béton armé ou maçonnerie et à toutes les catégories de bâtiments, régulier ou non. L'utilisation du procédé dans les ouvrages classés IGH (immeuble de grande hauteur) n'est pas visée.
  Le procédé peut être utilisé dans toutes les zones sismiques en France Métropolitaine et pour toutes les classes de ductilité.
- Les éléments structuraux des rupteurs sont constitués de barres d'armatures réalisées soit entièrement en inox soit à partir d'un assemblage par soudure inox/acier HA (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 type B500B). Ces barres d'armatures sont associées à des profilés en Z en acier inoxydable.
- Les rupteurs THERMIK KP1 peuvent être constitués de deux types d'isolants d'épaisseur 60mm constante :
  - Laine de roche ;
  - Mousse résolique.
- Un dispositif de coulissement, n'ayant pas de fonction structurale, est ajouté aux rupteurs afin de faire coulisser les barres et les profils Z ou N.
- La classe de résistance du béton est au minimum C25/30 pour les prédalles en béton armé et C30/37 pour les prédalles en béton précontraint.
- Fabrication : Les rupteurs THERMIK KP1 sont produits en usine, sur des sites choisis et contrôlés par la société COHB-Industrie. Le site de fabrication principal est l'usine de la société COHB-Industrie, située à Noyal sur Vilaine (35). La fabrication des prédalles est effectuée dans les usines de KP1 sur une ligne de production sur laquelle on effectue les opérations de nettoyage, de traçage, de mise en place des armatures, du bétonnage, de mise en place du support de rupteur et des rupteurs thermiques, de l'étuvage et du démoulage.
- Mise en œuvre : La mise en œuvre fait l'objet d'un Plan d'Assurance Qualité Chantier spécifique au procédé pour s'assurer du respect des règles de mise en œuvre définies par le titulaire.

(1) La description complète de la technique est donnée dans le dossier déposé au CSTB par le demandeur et enregistré sous le numéro ATEx 3222_V1 et dans le cahier des charges de conception et de mise en œuvre technique (cf. annexe 2) que le fabricant est tenu de communiquer aux utilisateurs du procédé.

ANNEXE 2

CAHIER DES CHARGES DE CONCEPTION ET DE MISE EN OEUVRE

Ce document comporte 31 pages.

Procédé de « Prédalle THERMIK »

« Dossier technique établi par le demandeur »

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

Datée du 21 11 2023

A été enregistré au CSTB sous le n° d'ATEx 3222_V1.

Fin du rapport

DOSSIER TECHNIQUE

Atex Type « A » n°

Prédalle THERMIK KP1

Relevant des normes	

Titulaire(s) : **Société KP1**

Internet : www.kp1.fr

Table des matières

1. Description 4
1.1. Données commerciales 4
1.1.1. Coordonnées 4
1.2. Description du procédé 4
1.2.1. Description succincte 4
1.2.2. Identification 4
1.3. Domaine d'emploi 4
1.4. Eléments et matériaux 5
1.4.1. Définitions des matériaux 5
1.4.2. Description des éléments 7
1.5. Fabrication et contrôle 8
1.5.1. Rupteur THERMIK KP1 8
1.5.2. Fabrication des prédalles pour plancher « Prédalle THERMIK KP1 » 8
1.5.3. Contrôle et traçabilité 8
1.5.4. Traçabilité des rupteurs THERMIK KP1 9
1.6. Identification du produit 9
1.7. Mise en œuvre 9
1.7.1. Livraison & réception des prédalles 9
1.7.2. Manutention & stockage des prédalles 9
1.7.3. Pose des prédalles 10
1.7.4. Armatures complémentaires en zone courante 10
1.7.5. Armatures du chaînage intérieur 10
1.7.6. Armatures disposées sur appui porteur et non porteur de prédalle munie de rupteurs THERMIK 10
1.7.7. Passage des gaines et canalisations 10
1.7.8. Mise en place du chaînage périphérique 10
1.7.9. Bétonnage de la dalle collaborante rapportée 10
1.7.10. Enlèvement des étais du plancher après coulage 10
1.7.11. Fixation des menuiseries posées en applique intérieure 10
1.8. Finitions 11
1.8.1. Sols 11
1.8.2. Plafonds 11
1.8.3. Doublages 11
1.8.4. Etanchéité de toiture-terrasse 11
1.9. Conception et calculs 13
1.9.1. Règles générales 13
1.9.2. Justification en zone courante de plancher 14
1.9.3. Justification des zones d'about de plancher au niveau des appuis avec rupteurs thermiques 14
1.9.4. Dimensionnement et vérification des rupteurs THERMIK 14
1.10. Règles de conception 16
1.10.1. Sécurité incendie 16
1.10.2. Isolation acoustique 17
1.10.3. Isolation thermique 17
1.11. Fourniture et assistance technique 17
1.12. Résultats expérimentaux 17
1.13. Données environnementales 18

2. Annexes 19
Annexe I. Rupteur THERMIK K-Z 20
Annexe II. Rupteur THERMIK K-ZN 21
Annexe III. Rupteur THERMIK K-C et K 22
Annexe IV. Support PVC des rupteurs THERMIK 24
Annexe V. Performances thermiques 25
Annexe VI. Démarche de modélisation 26
Annexe VII. Détails liaison voile-plancher 28
Annexe VIII. Dispositions du chainage intérieur 29
Annexe IX. Principe de calepinage 31

1. Description

1.1. Données commerciales

1.1.1. Coordonnées

Titulaire(s) :

Société KP1
91 Allée des Fenaisons

FR - 84000 AVIGNON
Tél. : 04 90 15 25 13
Internet : www.kp1.fr

1.2. Description du procédé

1.2.1. Description succincte

Le procédé « Prédalle THERMIK KP1 » est un système de plancher à prédalle avec rupteurs thermiques intégrés destiné à traiter les ponts thermiques situés à la jonction entre un plancher et la façade en béton armé ou en maçonnerie dans le cas d'une isolation thermique par l'intérieur (ITI) uniquement.

Les modèles de rupteurs intégrés dans les prédalles sont les rupteurs THERMIK KP1 K-Z, K-ZN, K-C et K fournis par la société COHB-Industrie. Ces rupteurs sont basés sur le principe de fonctionnement des rupteurs SLABE 6 avec les équivalences suivantes :

- Le rupteur ThermiK K-Z correspond au rupteur SLABE 6 Modèle Z
- Le rupteur ThermiK K-ZN correspond au rupteur SLABE 6 Modèle ZN
- Le rupteur ThermiK K-C correspond au rupteur SLABE 6 Modèle C
- Le rupteur ThermiK K correspond au rupteur SLABE 6 Modèle D

Les rupteurs THERMIK KP1 K-Z et K-ZN sont capables de transmettre les sollicitations, moments fléchissant et efforts tranchant à travers l'isolant thermique par l'intermédiaire d'armatures en acier inoxydable ou bi-matière (acier inoxydable – acier carbone) et de profilés en acier inoxydable de géométrie spécifique en forme de Z.

Les rupteurs THERMIK KP1 K-C et K sont des rupteurs dit de compensation :

- Le rupteur thermique K-C est équipé d'armatures mais sans profil métallique en forme de Z
- Le rupteur thermique K ne possède ni armatures, ni profil métallique en forme de Z

Ces modèles sont destinés à être découpés pour combler les espaces laissés vides inférieurs à 0.5 m à l'extrémité des linéaires plancher/façade dans le sens longitudinal uniquement traités avec les rupteurs THERMIK KP1 K-Z ou K-ZN.

1.2.2. Identification

La prédalle équipée de rupteur sera identifiée par une étiquette précisant :

- Son nom
- La référence du chantier, du bâtiment et du niveau
- Ses dimensions
- Son poids

1.3. Domaine d'emploi

Le procédé « Prédalle THERMIK KP1 » permet le traitement des ponts thermiques de planchers à prédalles en béton armé ou précontraint d'épaisseur minimale 50mm, dans le cas d'ouvrage en isolation par l'intérieur (ITI) uniquement.

Type d'ouvrage

Le procédé est destiné à tous les niveaux de plancher, à tout type de structure en béton armé ou maçonnerie et à toutes les catégories de bâtiments, régulier ou non.

L'utilisation du procédé dans les ouvrages classés IGH (immeuble de grande hauteur) n'est pas visée.

Les ouvrages, situés dans les zones de sismicité 1 à 4 et nécessitant des dispositions parasismiques au sens de l'arrêté du 22 octobre 2010 modifié sont visés. Le procédé est donc applicable pour toutes les zones sismiques en France Métropolitaine et pour toutes les classes de ductilité.

Le procédé vise l'utilisation en toiture terrasse.

Le traitement de la liaison plancher-mur dans les zones de porte à faux (balcon) n'est pas visé.

Type de plancher

Les planchers à prédalles ainsi réalisés sont d'épaisseur totale minimale 200mm.

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

Type de murs

Le procédé « Prédalle THERMIK KP1 » est utilisable sur tous types de support, murs de façade et murs de refends, d'épaisseur minimum 16 cm, notamment :

- Voiles béton armé, y compris murs à coffrage intégré
- Murs en maçonnerie tels que décrits dans la NF EN 1996-1-1, le NF DTU 20.1 ou un avis technique en cours de validité du procédé de maçonnerie le cas échant. Le domaine d'emploi est limité 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.

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

1.4. Eléments et matériaux

1.4.1. Définitions des matériaux

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

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

- NF EN 35-080-1 : Aciers pour béton armé – Aciers soudables – Partie1 : Barres et couronnes,
- NF EN 35-080-2 : Aciers pour béton armé – Aciers soudables – Partie 2 : Treillis soudés,
- NF EN 35-024 : Aciers pour béton armé – Treillis soudés de surface constitués de fils de diamètre inférieur à 5mm,
- NF EN 35-028 : Aciers pour béton – Treillis raidisseurs.

L'acier utilisé pour la fabrication des boucles de levage est conforme à la norme française NF A 35-015 : Aciers pour béton armé – Aciers soudables lisses.

1.4.1.2. Armatures pour béton précontraint

Les armatures bénéficient d'une attestation de conformité ASQPE.

1.4.1.3. Béton de prédalle

La composition du béton, pour la fabrication en usine des prédalles, respecte les exigences définies dans la norme NF EN 206/CN, en fonction de la classe d'exposition retenue pour le plancher concerné de la structure. La classe d'exposition du béton fait partie des caractéristiques certifiées par le référentiel de la marque NF. La classe de résistance du béton est au minimum C25/30 pour les prédalles en béton armé et C30/37 pour les prédalles en béton précontraint.

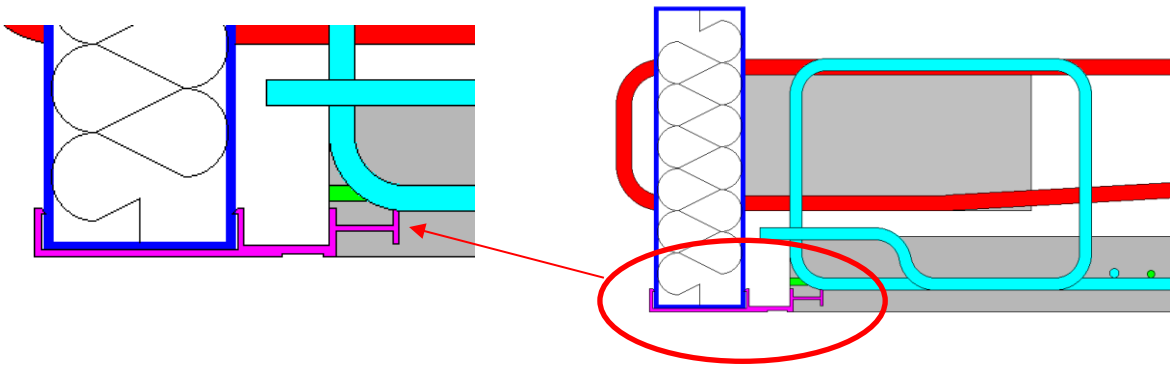
1.4.1.4. Béton de la dalle collaborante rapportée

Béton conforme à la norme NF EN 206/CN. La classe de résistance à la compression est supérieure ou égale à C25/30.

L'utilisation des bétons autoplaçants est également possible.

1.4.1.5. Support du rupteur THERMIK KP1

Eléments en PVC mis en œuvre dans la prédalle (extrémité de prédalle dans le sens transversal et longitudinal) avant le coulage du béton de cette dernière pour soutenir le rupteur THERMIK KP1 lors des phases de fabrication, transport et mise en œuvre :



1.4.1.6. Elément de maintien du rupteur THERMIK KP1

Elément de maintien du rupteur THERMIK KP1 en partie supérieure. Différentes solutions de maintien sont envisageables :

- Sandows de longueur adaptée
- Cavalier en fil d'acier reliant la partie supérieure du rupteur thermique aux suspentes de la prédalle

1.4.1.7. Elément de rupteur THERMIK KP1

Les rupteurs THERMIK KP1 K-Z, K-ZN, K-C et K sont fournis par la société COHB-Industrie.

Les rupteurs THERMIK KP1 K-C et K sont des rupteurs dit de compensation et sont destinés à être découpés pour combler les espaces laissés vides inférieurs à 0.5 m à l'extrémité des linéaires plancher/façade dans le sens longitudinal uniquement traités avec le procédé « Prédalle THERMIK KP1 ».

Les configurations et la gamme des rupteurs THERMIK KP1 utilisés sont détaillés dans les Annexe I à Annexe III.

Les éléments et matériaux constituant ces rupteurs THERMIK KP1 sont présentés ci-dessous :

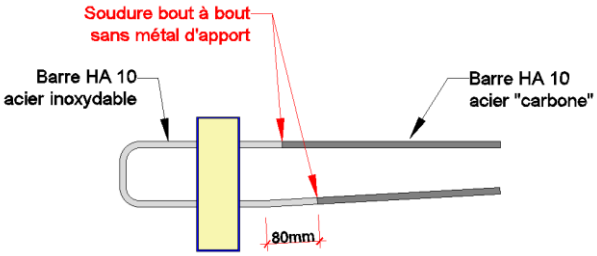
1.4.1.7.1. Barres d'armatures longitudinales

Les armatures des rupteurs THERMIK KP1 K-Z, K-ZN et K-C peuvent être réalisées

- Entièrement en acier inoxydable
- A partir d'un assemblage bi-matière inoxydable/carbone. La boule ancrée dans le voile et traversant l'isolant est en acier inoxydable et une partie de l'armature 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 rupteurs THERMIK KP1 K-Z, K-ZN et K-C.

Dans le cas d'une boucle bi-matière, le raccord entre l'armature acier inoxydable et l'armature carbone B500B 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 en traction des armatures courantes.



Les barres de diamètre 10 mm sont positionnées dans les réservations de l'enveloppe du rupteur THERMIK KP1 par des éléments de calage et de maintien n'ayant aucune fonction structurale

Ces barres sont coulissables à travers le rupteur THERMIK KP1 pour la mise en place sur le chantier.

Acier HA inoxydable

L'acier inoxydable des barres à haute adhérence est de la famille des aciers auténo-férritiques 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)

Acier HA Carbone

L'acier HA carbone est équivalent à l'acier B500B selon la NF 35-080-1.

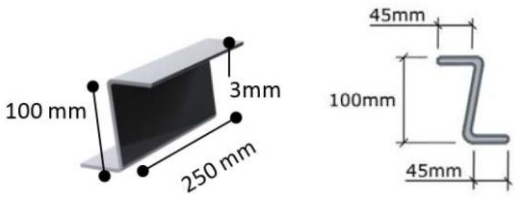
Les caractéristiques minimales sont les suivantes :

- Résistance mécanique à la rupture : > 540 MPa
- Limite élastique à 20% d'allongement : > 500 MPa

1.4.1.7.2. Profil Z

Profil unique pour tous les modèles de la gamme rupteur THERMIK KP1, 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 1 : détails du Profil Z



Le profil Z en acier inoxydable est une tôle laminée dont le type et la nuance respecte les caractéristiques minimales, au sens de la norme NF EN 1933-1-4, suivantes :

- Nuance d'inox : 1.4306 / 1.4404 / 1.4301 / 1.4571 / 1.4307 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)

Ces profilés sont coulissables à travers le rupteur THERMIK KP1 pour faciliter la mise en place sur chantier et possède une butée pour verrouiller la translation. Le système de coulissement est décrit au §1.4.1.7.5.

1.4.1.7.3. Nature des isolants

Les rupteurs THERMIK KP1 peuvent être constitués de deux types d'isolants d'épaisseur 60 mm constante pour tous les modèles de la gamme :

- Laine de roche
- Mousse résolique (autrement appelée mousse phénolique).

Les performances thermiques obtenues pour les configurations de rupteur THERMIK KP1 avec la mousse résolique sont indiquées à l'Annexe V.

Mousse résolique

- Pain isolant conforme à la norme EN 13166+A1
- Masse volumique : 35kg/m^3
- Conductivité thermique utile : 0.022 W/(m.K)
- Réaction au feu : C-s1, d0
- Bénéficiant d'un certificat ACERMI

- KOOLTHERM K3 et K10 de KINGSPAN INSULATION BV, *ACERMI n°10/089/603 (ou équivalent)*

Laine de roche

- Conforme à la norme EN 13162
- Masse volumique comprise en 70 et 120 kg/m^3
- Conductivité thermique utile : 0.038 W/(m.K)
- Réaction au feu : A1
- Bénéficiant d'un certificat ACERMI

- ROCKFEU de ROCKWOLL France SAS, *ACERMI n°07/015/445 (ou équivalent)*

1.4.1.7.4. Enveloppe

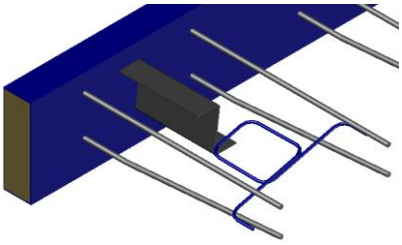
Les rupteurs THERMIK KP1 sont recouverts d'une enveloppe de polypropylène alvéolaire extrudé (PPEA) d'une épaisseur de 2.5mm. Cette enveloppe recouvre quatre des six faces de l'isolant, seules les faces latérales (faces adjacentes aux autres rupteurs) ne sont pas recouvertes.

1.4.1.7.5. Dispositif de coulissement

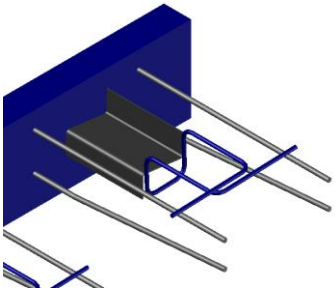
Elément n'ayant pas de fonction structurale permettant de faire coulisser un ensemble comportant 2 barres et un profil (Z ou N) se situant entre ces 2 dernières (si présent).

Exemple de barre de coulissement :

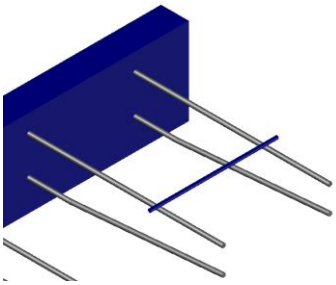
Cas avec profil Z



Cas avec profil N



Cas sans profil



1.4.2. Description des éléments

1.4.2.1. Terminologie

Prédalle THERMIK KP1

Procédé/système destiné à réaliser un plancher à partir de prédalles préfabriquées en usine fixe intégrant un (ou des) dispositif(s) de traitement du pont thermique sur tout ou partie de la périphérie du bâtiment à la liaison plancher-voile.

Eléments constituant le procédé/système « Prédalle THERMIK KP1 »

- **Prédalle :** prédalle fabriquée industriellement en béton armé ou béton précontraint
- **About de prédalle :** bord de la prédalle parallèle à la ligne d'appui
- **Rive de prédalle :** bord de la prédalle autre que ceux parallèles aux lignes d'appuis
- **Prédalle standard :** prédalle ne comportant pas de dispositif de traitement du pont thermique
- **Prédalle d'about :** prédalle située en périphérie du bâtiment et comportant un dispositif de traitement du pont thermique sur au moins un about
- **Prédalle de rive :** prédalle située en périphérie du bâtiment et comportant un dispositif de traitement du pont thermique sur au moins une rive
- **Prédalle d'angle :** prédalle située dans un angle de bâtiment et comportant un (ou des) dispositif(s) de traitement du pont thermique en rive et au moins sur un about.
- **Suspente :** Armatures disposée sur l'about et/ou la rive de prédalle comme solution de relevage des efforts
- **Support de rupteur :** dispositif assurant le maintien des rupteurs en phase provisoire.
- **Chaînage intérieur :** armatures à disposer sur chantier parallèlement aux rupteurs à l'intérieur du plancher et sur toute la périphérie des zones traitées du bâtiment.

1.4.2.2. Prédalle préfabriquée

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

Les prédalles en béton armé peuvent être munies ou non de treillis raidisseurs.

Les prédalles en béton précontraint ou béton armé comportent :

- des armatures longitudinales non dépassantes sur l'about côté rupteur THERMIK KP1,
- des suspentes sur le(s) about(s) et/ou rive(s) équipé(s)(es) de rupteur THERMIK KP1,
- des supports de rupteur thermique sur les abouts et rives équipées de rupteur THERMIK KP1.

L'épaisseur des prédalles sur les rives équipées de rupteurs THERMIK KP1 sera de 50 mm dans ces zones afin de garantir un enrobage minimal de 10mm du brin inférieur des rupteurs THERMIK KP1.

1.4.2.3. Rupteur THERMIK KP1

Les rupteurs THERMIK KP1, utilisables dans le sens transversal et longitudinal des prédalles, venant interrompre le pont thermique sur la hauteur du plancher sont les suivants :

- Rupteur THERMIK K-Z : Annexe I
- Rupteur THERMIK K-ZN : Annexe II
- Rupteur THERMIK K-C : Annexe III
- Rupteur THERMIK K : Annexe III

1.5. Fabrication et contrôle

1.5.1. Rupteur THERMIK KP1

Les rupteurs THERMIK KP1 sont produits en usine, sur des sites choisis et contrôlés par la société COHB-Industrie. Le site de fabrication principal est l'usine de la société COHB-Industrie, située à Noyal sur Vilaine (35).

Le procédé de fabrication des rupteurs THERMIK KP1 garantit la conformité de chaque élément fabriqué.

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

1.5.2. Fabrication des prédalles pour plancher « Prédalle THERMIK KP1 »

1.5.2.1. Prédalle en béton armé

La fabrication des prédalles est effectuée sur une ligne de production sur laquelle on effectue les opérations de nettoyage, de traçage, de mise en place des armatures, du bétonnage, de mise en place du support de rupteur et des rupteurs thermiques, de l'étuvage et du démoulage.

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

Les armatures de répartition ainsi que les suspentes sont mises en place conformément au plan de chaque prédalle.

Les supports de rupteurs sont mis en place en fond de coffrage sur le(s) about(s) et/ou rive(s) selon les fiches de fabrication établies par le bureau d'études du titulaire.

Le bétonnage de la prédalle est réalisé avec un coffrage spécifique sur les supports de rupteurs pour qu'il n'y ait pas de béton à l'emplacement réservé au rupteur THERMIK.

Après bétonnage, un griffage mécanique est effectué pour assurer la rugosité en surface de prédalle. Puis les rupteurs THERMIK sont mis en place selon les fiches de fabrication établies par le bureau d'études du titulaire avec leurs éléments de maintien en partie supérieure qui sont assemblés sur les suspentes.

D'autres modes de fabrication peuvent également être envisageables.

1.5.2.2. Prédalle en béton précontraint

La fabrication est effectuée sur des bancs de grande longueur suivant les méthodes classiques de production : nettoyage, traçage, mise en place des armatures de précontrainte.

Les supports en about de prédalle sont mis en place lors de la pose des coffrages d'about de prédalle. (Sens transversal)

Les supports de rupteur en rive de prédalle sont mis en place en même temps que les autres inserts. (Sens longitudinal)

Ces éléments sont positionnés selon les fiches de fabrication établies par le bureau d'étude du titulaire.

Le bétonnage de la prédalle est réalisé avec un coffrage spécifique sur les supports de rupteurs pour qu'il n'y ait pas de béton à l'emplacement réservé au rupteur THERMIK.

Un griffage mécanique sur béton frais est effectué pour assurer la rugosité en surface de prédalle.

Sens longitudinal :

Les rupteurs THERMIK sont mis en place après griffage mécanique de la prédalle et sont assemblés sur les suspentes par l'intermédiaire des éléments de maintien positionné en tête.

Sens transversal :

Après relâchement des aciers de précontrainte, ces derniers sont coupés à ras du béton. Les rupteurs THERMIK d'about sont mis en place dans les supports préalablement incorporés à la prédalle et assemblés aux suspentes avec la mise en place d'éléments de maintien en tête.

1.5.3. Contrôle et traçabilité

1.5.3.1. Contrôle des rupteurs THERMIK KP1

Le contrôle des rupteurs THERMIK KP1 s'effectue sur chaque usine productrice choisie par la société COHB-Industrie et suivant le plan d'assurance qualité de fabrication défini par la société COHB-Industrie, 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.

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.

1.5.3.2. Contrôles des prédalles

Les prédalles sont certifiées NF.

Les contrôles de la fabrication des prédalles sont effectués selon le référentiel de la certification NF. En complément des contrôles réalisés sur les prédalles courantes, un contrôle visuel portant sur les points suivants sera effectué.

Avant bétonnage :

- Type de rupteur thermique,
- Type de suspente,
- Nombre et position des supports de rupteur, des suspentes et rupteurs THERMIK ;

Après bétonnage :

- Bétonnage correct de la zone au niveau des rupteurs THERMIK ;
- Positionnement correct des rupteurs THERMIK ;
- Type, hauteur et fixation des rupteurs THERMIK.
- Altimétrie du brin supérieur des suspentes par rapport à l'acier supérieur des U du rupteur (Altimétrie Suspente ≥ Altimétrie Rupteur).

1.5.4. Traçabilité des rupteurs THERMIK KP1

1.5.4.1. Au niveau du producteur des rupteurs THERMIK KP1

Laine de roche et mousse résolique :

- Certificat ACERMI

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.

1.5.4.2. Au niveau du titulaire

Dans chaque usine :

- A la réception des palettes de rupteurs THERMIK KP1 : conservation et archivage des bons de livraison.
- Indication de la date de mise en service du lot sur le bon de livraison.

1.6. Identification du produit

La prédalle sera identifiée par son étiquette.

Les différents rupteurs THERMIK KP1 sont identifiés par une étiquette comportant les informations suivantes :

- Modèle : indique le type de liaison : K-Z, K-ZN, K-C ou K
- Hauteur correspondant à l'épaisseur de plancher compatible.

L'identification de la hauteur des rupteurs THERMIK KP1 est simplifiée par la mise en place d'un code couleur sur l'étiquette.

1.7. Mise en œuvre

Les prédalles munies de rupteurs représentent tout ou partie de l'ensemble des prédalles du plancher. La mise en œuvre des prédalles munies de rupteurs est décrite au §1.7.3 du présent dossier technique.

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

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

1.7.1. Livraison & réception des prédalles

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

La réception des prédalles sur chantier doit s'effectuer conformément au §5.4.3 et Annexe A du DTU 23.4 P1-1 (Juillet 2021).

Un calage spécifique (cales, chevrons) de ces prédalles est réalisé pour éviter tout contact entre les rupteurs THERMIK KP1 et la sous-face de la prédalle se trouvant au-dessus et ainsi éviter toute détérioration des rupteurs THERMIK.

1.7.2. Manutention & stockage des prédalles

Les indications portées sur le plan de préconisation de pose, vis à vis de la manutention et du stockage éventuel sur chantier des prédalles, conformément au § 5.3 et Annexe A du DTU 23.4 P1-1 (Juillet 2021), doivent être respectées.

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

En cas de stockage sur chantier,

- les dispositions doivent être prises pour éviter la détérioration des rupteurs thermiques. Le système de calage doit en outre respecter les prescriptions § 5.3 et Annexe A du DTU 23.4 P1-1 (Juillet 2021).
- Un calage spécifique (cales, chevrons) de ces prédalles est réalisé pour éviter tout contact entre les rupteurs THERMIK KP1 et la sous-face de la prédalle se trouvant au-dessus et ainsi éviter toute détérioration des rupteurs THERMIK.

1.7.3. Pose des prédalles

La réception des supports doit être effectuée par l'entreprise avant la pose des prédalles conformément au § 5.4.2 du DTU 23.4 P1-1 (Juillet 2021). Pour les prédalles munies de rupteurs THERMIK, elle doit vérifier l'absence de tout obstacle pouvant gêner le coulissement des armatures et des profils des rupteurs THERMIK.

En l'absence de dispositions particulières adoptées par l'entreprise de pose, les prédalles comportant des rupteurs THERMIK sur la rive non porteuse doivent être posées en premier lieu, avant la prédalle adjacente, ceci afin de garantir le bon positionnement des rupteurs THERMIK. Les prédalles munies de rupteurs THERMIK sont posées côte à côte, jointivement et toujours sur les files d'étais placées en général parallèlement aux lignes d'appui. Les prédalles munies de rupteurs THERMIK sont calepinées de façon à laisser un vide de 3 cm entre rupteurs THERMIK de deux prédalles adjacentes.

La pose de prédalles comportant des rupteurs THERMIK sur la rive porteuse s'effectue toujours avec la présence d'une lisse d'appui. Cette lisse d'appui doit être positionnée en sous face de la prédalle et ne pas être en contact avec le support des rupteurs THERMIK. Elle doit par conséquent être positionnée à une distance comprise entre 15 cm et 30 cm du support.

Par un contrôle visuel, l'entreprise doit s'assurer du bon alignement des rupteurs THERMIK le long de la ligne d'appui et vérifier qu'ils n'empiètent pas sur le support de plus de :

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

1.7.4. Armatures complémentaires en zone courante

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

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

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

1.7.5. Armatures du chaînage intérieur

Un chaînage est disposé sur prédalle, côté intérieur, en bordure des rupteurs THERMIK sur toute la périphérie du bâtiment. Il est communément appelé « chaînage intérieur ».

Ce chaînage est constitué d'armatures filantes associées aux suspentes, disposées parallèlement aux rupteurs thermiques. Les dispositions minimales de chaînage intérieur sont présentées à l'Annexe VIII.

1.7.6. Armatures disposées sur appui porteur et non porteur de prédalle munie de rupteurs THERMIK

Les éléments mécaniques (barres en U et profils Z du rupteur THERMIK) nécessaire à la liaison avec le chaînage extérieur sont intégrés aux rupteurs THERMIK, aucune armature complémentaire n'est à ajouter. Un coulissement horizontal de ces éléments mécaniques (barres en U et profils Z du rupteur THERMIK) est nécessaire pour assurer la liaison avec le chainage extérieur.

Le coulissement est réalisé par l'intermédiaire du dispositif intégré au rupteur THERMIK et défini au §1.4.1.7.5 jusqu'à la mise en butée des profils sur le rupteur THERMIK.

1.7.7. Passage des gaines et canalisations

En zone courante de plancher, l'incorporation de gaines et de canalisations est possible. Elle doit respecter les dispositions retenues au § 5.5.2.3 du DTU 23.4 P1-1 (Juillet 2021).

La traversée horizontale et ponctuelle du corps isolant, est possible du moment que les éléments structuraux (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.

1.7.8. Mise en place du chaînage périphérique

A la jonction plancher murs périphériques, un chaînage horizontal est disposé conformément à la réglementation en vigueur ou aux règles de l'art. Des exemples de chaînages sont présentés à l'Annexe VII.

1.7.9. Bétonnage de la dalle collaborante rapportée

Le bétonnage de la dalle collaborante rapportée dans le cas de prédalles munies de rupteurs THERMIK est similaire à celui d'un plancher à prédalles industrialisées courantes. L'entreprise doit se référer au § 5.5.2 du DTU 23.4 P-1- (Juillet 2021).

Un soin particulier doit être apporté :

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

1.7.10. Enlèvement des étais du plancher après coulage

L'entreprise doit se référer au § 5.4.5 et § 5.4.6 du DTU 23.4 P1-1 (Juillet 2021) vis-à-vis des phases de désétaiement et de l'exploitation du plancher en phase de chantier.

1.7.11. Fixation des menuiseries posées en applique intérieure

La fixation des menuiseries posées en applique intérieure sera effectuée par le biais de fixations déportées en partie arrière du dormant conformément aux préconisations du DTU 36.5 P1-1, chapitre 5.2. Dans cette configuration, la fixation se trouve en zone courante du plancher et peut donc être réalisée de manière traditionnelle.

1.8. Finitions

1.8.1. Sols

Tous les types de revêtements de sols peuvent être appliqués.

Cependant, 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.

Dans le cas d'un revêtement appliqué en pose collée sur les rupteurs THERMIK, il est préconisé de découper les éléments de maintien se trouvant en tête des rupteurs THERMIK.

1.8.2. Plafonds

La nature de la sous-face du plancher à « prédalle THERMIK KP1 » est identique à la sous-face d'un plancher béton à dalle pleine coulée sur prédalles. La finition du plancher ne présente pas de singularité du fait de la présence du rupteur THERMIK.

L'extrémité de prédalle équipée du support et du rupteur se trouve dans l'épaisseur du doublage.

1.8.3. Doublages

Doublages collés

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

Doublages sur ossature

Le système de doublage sur ossatures est mis en œuvre conformément à la NF DTU 25.41 P-1-1. Les fixations mécaniques de l'ossatures ne devront pas être réalisées dans la zone des rupteurs THERMIK.

1.8.4. Etanchéité de toiture-terrasse

1.8.4.1. Domaine d'emploi

La mise en œuvre et le domaine d'emploi du rupteur de ponts thermiques du procédé « prédalle THERMIK KP1 » en toiture terrasse sont conformes aux 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 les essais de mise en œuvre au CSTB pour caractériser :

- La compatibilité du domaine d'emploi de la gamme de rupteurs ThermiK KP1 avec un isolant en mousse résolique en liaison avec des dalles étanchées
- L'aptitude de la gamme de rupteur ThermiK KP1 (laine de roche et mousse résolique) à recevoir un pare-vapeur ou un revêtement d'étanchéité bitumineux soudé à la flamme avec une bande bitumineuse auto-adhésive.

Les rupteurs ThermiK KP1, dont l'enveloppe est en polypropylène alvéolaire extrudé, seront toujours équipés d'un capot PVC s'ils doivent être mis en liaison avec des dalles étanchées

1.8.4.2. Compatibilité

L'isolant contenu dans le rupteur thermique peut être de la mousse résolique ou de la laine de roche. Aucun élément de protection à la flamme n'est présent.

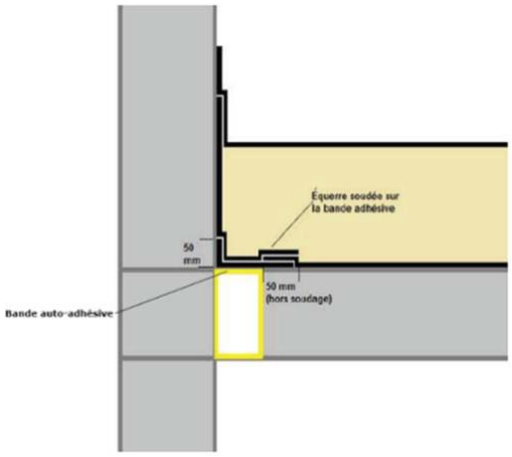
La compatibilité de la gamme rupteurs thermiques avec les différents modes de pose des revêtements d'étanchéité et des pare-vapeurs en toiture-terrasse est la suivante :

	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, le rupteur ThermiK est muni d'un capot supérieur en PVC et une bande bitumineuse auto-adhésive doit être préalablement mise en œuvre sur le rupteur en débordant de chaque côté d'au moins 50 mm sur l'élément porteur et/ou le relief (cf. figure 2). La bande auto-adhésive est définie dans les DTA des « revêtements d'étanchéité de toitures en bicouche avec première couche auto-adhésive à base de bitume modifié », comme feuille de première couche en partie courante. Cette bande n'assure pas le rôle d'équerre de continuité du pare vapeur.

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

Figure 2 : Principe de mise en œuvre de la bande auto-adhésive



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

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

1.8.4.3. Prescription 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 THERMIK. Dans le cas d'Enduit d'Imprégnation à Froid contenant des solvants, les rupteurs doivent être protégés par du ruban adhésif, qui est défini dans un DTA de revêtement d'étanchéité.

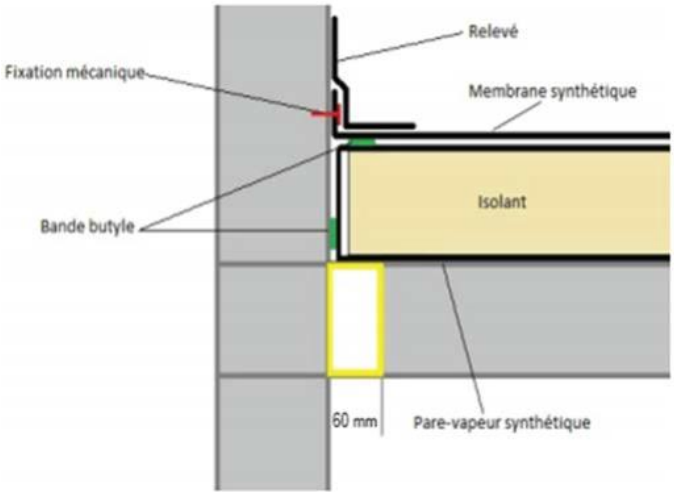
Fixation mécanique en partie courante de toiture

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 3 – Position des bandes de liaison du pare-vapeur au support



Bande auto-adhésive, équerre et pare-vapeur

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

L'équerre préalable sur le pare-vapeur est mise en œuvre de telle sorte que son retour horizontal présente un débord d'au moins 5 cm au-delà du rupteur thermique.

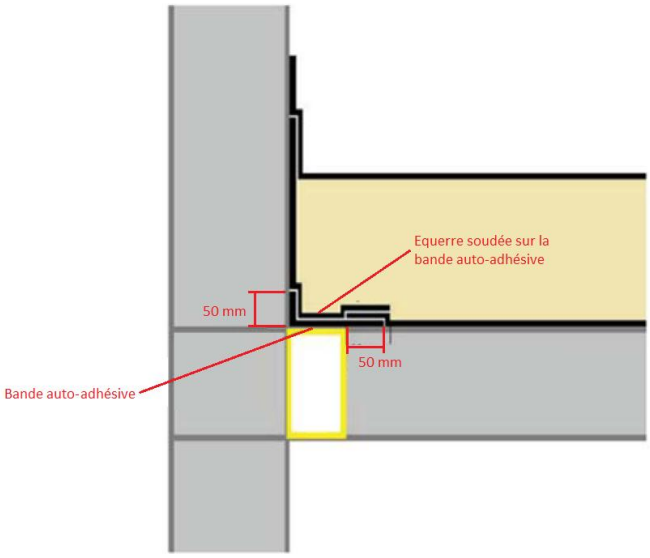


Figure 4 – Principe de mise en œuvre de la bande auto-adhésive

Dalles sur plots

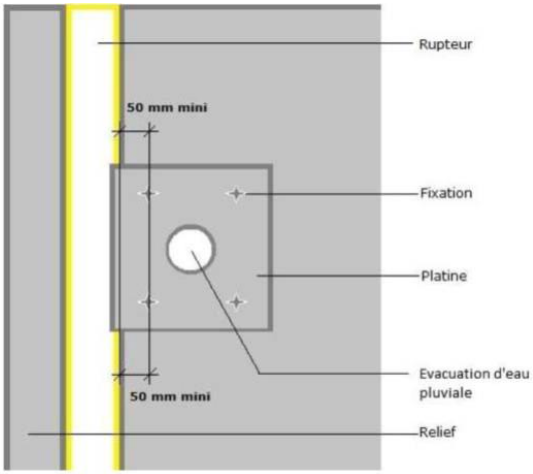
Dans le cas de dalles sur plots, les plots de rive ne se situent pas au-dessus des rupteurs.

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

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

Figure 5 : Réservation avec rupteur continu posé en plancher



1.9. Conception et calculs

1.9.1. Règles générales

Les règles de justification des planchers « prédalle THERMIK KP1 » sont menées selon la NF P 19-206 (Juillet 2021). Des compléments, pour certaines justifications spécifiques du procédé, doivent être apportés selon les éléments fournis ci-après. Les épaisseurs de plancher « prédalle THERMIK KP1 » ne peuvent pas être inférieures à 200 mm.

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

Les justifications en zone courante de plancher à prédalles sont détaillées au §1.9.2.

Les vérifications spécifiques en zone d'about de plancher à prédalles munies de rupteurs thermiques sont décrites au §1.9.3.

La vérification et le dimensionnement des rupteurs thermiques sont spécifiés au §1.9.4.

Les rupteurs du procédé sont utilisables sur des éléments de structure participant au contreventement des ouvrages, pour la reprise des efforts de vent au sens de la NF EN 1991. Sans disposition de renfort structural complémentaire, les zones équipées des rupteurs THERMIK peuvent reprendre directement les efforts de vent dans la limite des capacités définies en *Annexe I et Annexe II* .

1.9.2. Justification en zone courante de plancher

Les justifications en zone courante de plancher sont menées conformément aux § 5 et § 6 de la NF P 19-206 (Juillet 2021) pour respectivement les vérifications à l'ELU et à l'ELS.

La vérification du monolithisme est réalisée conformément au § 5.3.2 de la NF P 19-206 (Juillet 2021). On considèrera les coefficients c et μ correspondant à l'état de crantage obtenu (surfaces lisse, rugueuse ou crantée).

La justification de la limitation des flèches est menée, de façon sécuritaire, conformément au § 6.5 de la NF P 19-206 (Juillet 2021) sans tenir compte de la présence des rupteurs THERMIK. Il est possible de réaliser une vérification complémentaire de ce critère en prenant en compte la raideur flexionnelle des rupteurs thermiques (donnée en annexe I et II) aux appuis concernés.

1.9.3. Justification des zones d'about de plancher au niveau des appuis avec rupteurs thermiques

Tous les éléments évoqués ci-après concernent les justifications spécifiques à l'about de la prédalle comportant des rupteurs THERMIK.

1.9.3.1. Vérification de la capacité résistante de la prédalle sous moment positif

La capacité de la dalle avec about muni de rupteurs THERMIK est évaluée en considérant les aciers de précontrainte présent dans la prédalle, ainsi que des aciers béton armé présent dans la prédalle et la dalle collaborante.

La justification est menée, de façon sécuritaire, conformément à la NF P 19-206 (Juillet 2021) sans tenir compte de la présence des rupteurs THERMIK. Il est possible de réaliser une vérification complémentaire en prenant en compte la raideur flexionnelle des rupteurs THERMIK (pour l'évaluation du moment sollicitant en zone d'about).

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

Dans la partie dalle, la vérification à l'effort tranchant vertical sera effectuée suivant le §5.3.3 de la NF P 19-206 (Juillet 2021). Une section de suspente en extrémité de prédalles sera dimensionnée et disposée pour reprendre la totalité de l'effort tranchant vertical.

1.9.3.3. Vérification du cisaillement à l'interface entre le béton de prédalle et le béton de table rapporté

Cette justification s'effectue conformément à l'article 6.2.5 de la NF EN 1992-1-1 et son annexe nationale française.

About porteur de prédalle (Transversal)

L'état de surface de la prédalle à considérer est celui figurant dans le certificat NF de l'usine concernée.

Rive non porteuse de prédalle (Longitudinal)

Dans la zone d'emprise des suspentes, en l'absence de traitement après vibration, l'état de surface de la prédalle est considéré comme lisse. En dehors de cette zone, l'état de surface de la prédalle à considérer est celui figurant dans le certificat NF de l'usine concernée.

1.9.4. Dimensionnement et vérification des rupteurs THERMIK

Le dimensionnement consiste à effectuer le choix des modèles de rupteurs THERMIK sur la base des efforts agissants.

Le bureau d'études structure en charge du projet détermine les efforts à la jonction plancher/support.

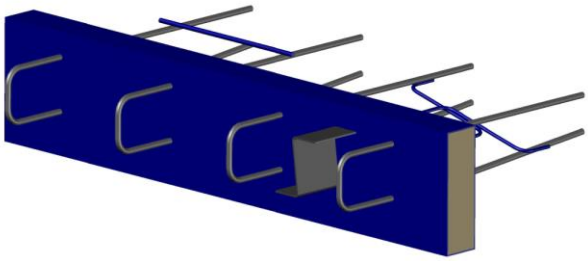
Le bureau d'étude du titulaire sélectionne les modèles et vérifie la compatibilité des rupteurs THERMIK sur la base des éléments ci-après.

1.9.4.1. Principe de dimensionnement

Le rupteur THERMIK transmet les charges gravitaires et participe 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.

Pour les cas statiques, le bureau d'études structure en charge du projet dimensionne l'ouvrage sans tenir compte de la présence des rupteurs THERMIK. Le choix du modèle de rupteur THERMIK est réalisé par le bureau d'étude du titulaire sur la base des efforts agissants transmis par le BET en charge du projet.

Pour les cas sismiques, la présence du rupteur THERMIK ne modifie pas le comportement global de l'ouvrage. Le bureau d'études en charge du projet dimensionne l'ouvrage et détermine les efforts agissants sur le rupteur THERMIK suivant une des méthodes décrites au §1.9.4.5.



1.9.4.2. Efforts agissants

Le bureau d'études structure en charge du projet détermine les efforts agissants à la liaison plancher/façade suivant les combinaisons d'actions de la NF EN 1990 et son annexe nationale.

Pour les cas statiques, les efforts agissants sur le rupteur THERMIK 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 THERMIK : effort tranchant sur appuis (Vz) et moment sur appuis (My). Les efforts peuvent être calculés selon les lois de la RDM en considérant un appui rotulé pour le rupteur THERMIK ou en prenant en compte l'encastrement partiel en considérant les raideurs d'appui des rupteurs THERMIK définies en annexes I et II.

- Les efforts de vent, qui sont appliqués perpendiculairement à la façade et sont transmis à la structure par l'intermédiaire des rupteurs THERMIK sous forme d'efforts de traction/compression (N_x) et de cisaillement horizontal ($V_{y,w}$)
- Les effets du gradient thermique et du retrait de la façade et du plancher, qui induisent des efforts horizontaux (V_y) dans les rupteurs THERMIK. Les capacités résistantes des différents produits de la gamme données en Annexe I et Annexe II prennent en compte ces effets. Pour le domaine d'emploi défini dans le présent dossier, ces effets ne sont donc pas à vérifier.

Pour les situations accidentelles et sismiques, les efforts agissants sur le rupteur THERMIK 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 annexe prennent en compte les situations accidentelles de robustesse et de vent accidentel localisé. Pour le domaine d'emploi défini dans le présent dossier ces situations accidentelles ne sont donc pas à justifier.
- Les sollicitations sismiques, lorsque l'arrêté du 22 octobre 2010 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.

1.9.4.3. Vérification ELU

Il convient de vérifier l'aptitude d'emploi des rupteurs THERMIK aux états limites ultimes sous actions combinées (NF EN 1990 et son annexe nationale).

La vérification des capacités des rupteurs THERMIK 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 I et Annexe II.

Les valeurs des moments admissibles indiquées sont données au nu du mur pour les modèles de rupteurs THERMIK K-Z et K-ZN.

Il est également possible de réaliser une analyse structurale complète à l'ELU en utilisant les raideurs données en Annexe I et Annexe II (Une démarche de modélisation avec un exemple d'application (BENCHMARK) est proposée en Annexe VI). 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 I et Annexe II en fonction du modèle de rupteur THERMIK.

Vérification à la flexion au droit du rupteur THERMIK

Les différentes capacités à la flexion ($M_{y,Rd}$) des rupteurs THERMIK sont présentées à l'Annexe I et à l'Annexe II.

Le moment négatif à équilibrer sur appui sera calculé à partir de la raideur flexionnelle des rupteurs THERMIK (donnée en annexe I et II) et de la rotation sur appui.

Le calcul de la rotation sur appui pourra s'effectuer, de façon sécuritaire, avec les formules RDM pour un appui simple (sans tenir compte de la raideur flexionnelle des rupteurs THERMIK) et en prenant en compte l'effet différé des charges permanentes sur le module E_{cm} du béton.

1.9.4.4. 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 THERMIK, la vérification aux ELS a été validée pour l'ensemble du domaine d'emploi du présent dossier. Aucune vérification complémentaire n'est à mener.

1.9.4.5. Vérification ELU accidentelle et sismique

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 et sismiques (action sismique, suppression d'un élément porteur ou vent de tornade localisé).

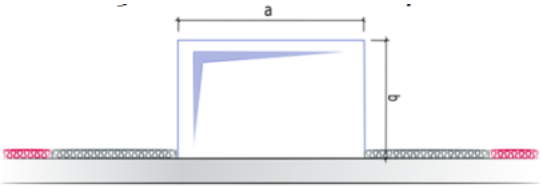
Vérification ELU accidentelle

Les produits du procédé « prédalle THERMIK KP1 » 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.

Vérification ELU sismique

En situation sismique, lorsque l'arrêté du 22 octobre 2010 impose des vérifications parasismiques, le bureau d'études en charge du projet 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 détermine les efforts appliqués aux rupteurs. Le bureau d'études du titulaire vérifie 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 THERMIK situés sur une longueur de (a + 2.b) ne seront pas pris en compte pour la reprise des efforts horizontaux sismiques.



Efforts agissants

L'analyse structurale 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 thermiques 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 THERMIK en matérialisant leur raideur sismique en cisaillement et en effort normal dans le modèle numérique de la structure. Le choix de la modélisation est déterminé par le BET en charge du projet et doit faire l'objet d'une validation suivant la méthode proposée en Annexe.

  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.

  Les résultats numériques obtenus sur chaque rupteur THERMIK 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 THERMIK en situation sismique

Il convient de vérifier l'aptitude d'emploi des rupteurs THERMIK aux états limites ultimes sous actions combinées (NF EN 1990 et son annexe nationale), lorsque l'arrêté du 22 octobre 2010 impose des vérifications parasismiques. La vérification des capacités des rupteurs THERMIK 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.

Le rupteur THERMIK est considéré comme un élément non dissipatif. Dans une structure DCM, les efforts agissants doivent être multipliés par un coefficient 1.1 x γ_d , avec γ_d le coefficient de sur-résistance défini par la NF EN 1998-1 pour la vérification des éléments diaphragmes.

1.9.4.6. Dispositions de structure associées

Plancher à prédalles

Les planchers sont dimensionnés, de façon sécuritaire, sans tenir compte de la présence du rupteur THERMIK, selon les prescriptions des §1.9.2 et §1.9.3 et en intégrant les prescriptions de ferraillage minimum décrites en annexe.

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 ferraillage 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 échant.

1.10. Règles de conception

Les règles de conception visent à informer l'utilisateur de l'impact de la présence du procédé « prédalle THERMIK KP1 » sur la conception d'un ouvrage, et notamment sur la sécurité incendie, la performance acoustique et la performance thermique.

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

1.10.1. Sécurité incendie

La résistance au feu des planchers munis de rupteurs THERMIK (mousse résolique et laine de roche) a fait l'objet d'une Appréciation de Laboratoire n°041262-A délivrée par le CERIB et basée sur plusieurs essais au feu (Cf. partie B « Résultats Expérimentaux »), 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 THERMIK n'a pas d'impact sur la résistance au feu des éléments d'ouvrage pour une classe de résistance au feu jusqu'à REI120. Ces éléments d'ouvrage doivent être dimensionnés de manière à respecter au minimum les mêmes critères de performances que les rupteurs thermiques assurant la liaison.

Sur la liaison plancher/façade traitée avec rupteurs THERMIK, 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.

1.10.2. Isolation acoustique

La caractérisation du rupteur THERMIK a fait l'objet d'essais et d'études acoustiques au CSTB (Cf. Résultats expérimentaux) avec mesure des indices $D_{i,n,e}$ et $K_{i,j}$.

Les études réalisées sur le rupteur THERMIK avec isolant en laine de roche ont permis de conclure que le procédé mis en œuvre dans une construction a une influence neutre dans l'hypothèse où un doublage d'une épaisseur de 7 cm minimum y est associé (recouvre le rupteur +1 cm).

Les études réalisées sur les rupteurs THERMIK avec isolant en mousse résolique ou laine de roche ont montré que l'emploi du procédé « prédalle THERMIK KP1 » pour l'isolation thermique par l'intérieur, dans une jonction plancher-façade sans balcon, avec un doublage (haut ou bas) ou deux doublages (haut et bas), présente les mêmes performances acoustiques qu'une jonction non équipée du système de rupteurs. De même, dans les configurations où le linéaire équipé du procédé « prédalle THERMIK KP1 » n'excède pas une longueur de 1.5 ml, sans doublage (ni haut, ni bas) les exigences réglementaires sont respectées. (Par exemple, cas d'un coffre de volet roulant collé en sous face de dalle et/ou un seuil au-dessus)

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

1.10.3. Isolation thermique

Pour les différentes configurations de la gamme, le calcul du pont thermique de plancher à « prédalle THERMIK KP1 » 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 V.

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

- Isolant du rupteur de 60 mm de largeur ;
- Murs d'épaisseur ≥16 cm ;
- Conductivités thermiques utiles :
  - Isolant laine de roche ≤0,038 W/(m.k) ;
  - Isolant mousse résolique ≤0,022 W/(m.k) ;
  - Béton = 2 W/(m.k) (Th-Bât Edition 2017) ;
  - Barres HA Inox (ϕ≤ 10 mm) =13 W/(m.k) ou bi-matière {acier inoxydable (λ = 13 $W/(m.K)$+ acier carbone (λ = 50 $W/(m.K)$} ; conformément à la NF EN 10088-1 ;
  - Profilé inox = 15 W/(m.k) conformément à la NF EN 10088-1 ;
- Isolation thermique des murs intérieurs d'épaisseur 12 cm et de conductivité thermique utile entre 0,032 et 0,04 W/(m.K) ;
- Résistance thermique utile de l'isolation en sous-face de plancher bas ≤ 3 m².K/W ;
- Résistance thermique utile de l'isolation située au-dessus du plancher haut ≤ 7.3 m².K/W.

1.11. Fourniture et assistance technique

Les éléments d'information décrits au chapitre 3 de la NF P 19-206 (Juillet 2021) doivent être fournis au bureau d'études chargé du dimensionnement du plancher « prédalle THERMIK KP1 ». Lorsqu'une modélisation s'avère nécessaire du fait de la nature de l'ouvrage, cette modélisation est réalisée par le bureau d'études structures en charge du projet suivant une des méthodes telles que décrites au §1.9.4.5. Le titulaire met à disposition une méthode de validation de modélisation suivant les principes de l'Annexe VI. Le bureau d'études structures en charge du projet détermine les efforts agissants qui seront comparés aux capacités résistantes des rupteurs THERMIK indiquées à l'Annexe I et à l'Annexe II.

Le bureau d'études du titulaire vérifie la compatibilité des rupteurs THERMIK et établit un plan de préconisation de pose conforme aux prescriptions du chapitre 5 du DTU 23.4 P1-2 (Juillet 2021). Ce plan comporte le repérage et l'identification des rupteurs THERMIK et des dispositions de ferraillage spécifiques. Ce plan est soumis à la validation de l'entreprise avant fabrication.

Pour chaque projet, les zones devant comporter des rupteurs THERMIK devront être identifiées.

L'entreprise communique par ailleurs les informations relatives à l'approvisionnement des prédalles (cf. chapitre 4 du DTU 23.4 P1-2 (Juillet 2021)).

La coordination avec les autres intervenants est décrite au chapitre 4 du DTU 23.4 P2 (Juillet 2021).

Le titulaire peut apporter son assistance technique en cas de demande de l'entreprise.

1.12. 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.

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– mesures des indices $Di_{,n,e}$ 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

Rapport d'essai feu

Modèle	Rapport d'essai	Appréciation de laboratoire	Equivalence de classement
SLABE Z SLABE ZN	CSTB N°RS14-079 (laine de roche) CERIB N°012799-e (Mousse résolique) CERIB N°034870 CERIB N°037601	AL n°041262-A établi par le CERIB en date du 12/05/2023	REI120
SLABE C SLABE ZD	CSTB N°RS14-079 (laine de roche) CERIB N°012799-e (Mousse résolique) CERIB N°034870 CERIB N°037601		EI120

Rapports d'études Thermique

- Rapport thermique du 18/10/2023, étude LBM 2380-Plancher Prédalle ThermiK – Calcul de ponts thermiques – L9
- Rapport thermique du 20/10/2023, étude LBM 2380-Plancher Prédalle ThermiK – Calcul de ponts thermiques – L8
- Rapport thermique du 20/10/2023, étude LBM 2380-Plancher Prédalle ThermiK – Calcul de ponts thermiques – L10
- Rapport thermique du 20/11/2023, étude CSTB 23-074 (DEB/R2EB-2023-176-BR/LB) – Validation des coefficients de ponts thermiques pour les rupteurs ThermiK K-Z et K-ZN pour plusieurs configurations de plancher.

Rapports d'essais d'étanchéité

- Rapport d'essai de pose de revêtement d'étanchéité sur le rupteur thermique 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.

1.13. Données environnementales

Les éléments faisant l'objet d'une Déclaration Environnementale (DE) sont :

- Les rupteurs thermiques SLABE avec la FDES n°1-148:2021
- Les prédalles KP1 avec la FDES n°20220229281

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

2. Annexes

Annexe I. Rupteur THERMIK K-Z

Figure I 1 – Coupe de principe sur mur

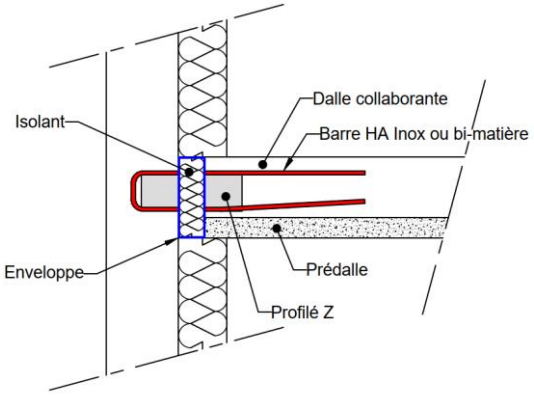
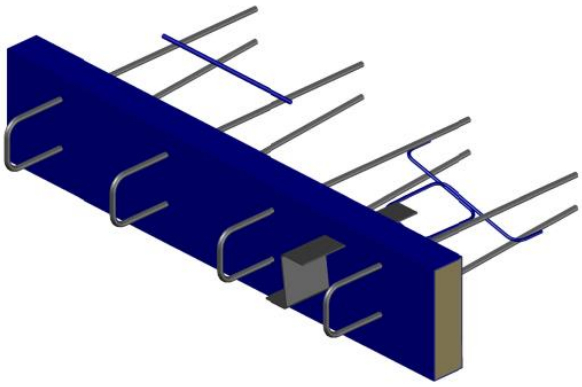


Figure I 2 – Vue 3D rupteur THERMIK K-Z



Dimension du modèle (côtes en mm)

Figure I 3 – Vue de face

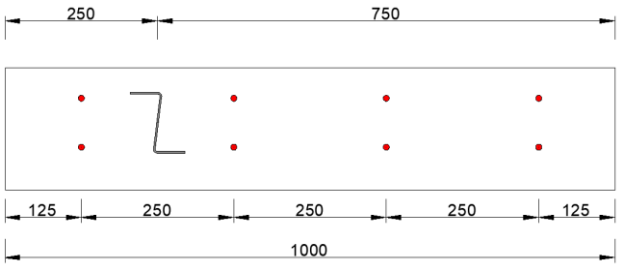
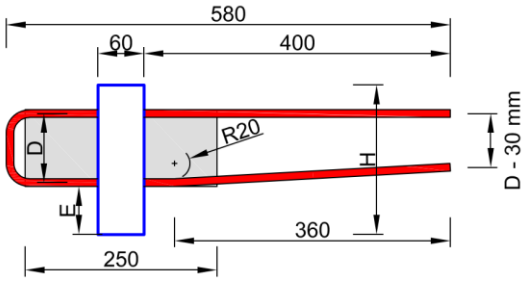


Figure I 4 – Vue en coupe



		K-Z 20	K-Z 21	K-Z 22	K-Z 23	K-Z 24	K-Z 25
Hauteur du rupteur thermique	**H [mm]**	200	210	220	230	240	250
Entraxe des aciers	**D [mm]**	90			120		140
Enrobage inférieur	**E [mm]**	65	70	75	65	70	65

Tableau I 1 – Données géométriques des rupteurs THERMIK K-Z

Capacités résistantes et raideurs :

Epaisseur du plancher [mm]	Vérification ELU – Statique					Vérification ELS – Statique			Raideurs – Statique		
	Tranchant [kN/m]	Horizontal [kN/m]	Vent seul [kN/m]	Moment flexion [kN.m/m]	Normal [kN/m]	Tranchant [kN/m]	Horizontal [kN/m]	Moment flexion [kN.m/m]	Verticale [kN/m/ml]	Horizontale [kN/m/ml]	Normale [kN/m/ml]
	$V_{z,Rd}$	$V_{y,Rd}$	$V_{y,Rd,w}$	M_{Rd}	$N_{x,Rd}$	$V_{z,Rd}$	$V_{y,Rd}$	M_{Rd}	$K_{Tz,d}$	$K_{Ty,d}$	$K_{Tx,d}$
200	45	45	2.5	4.0	76	30	32	2.9	56 000	58 000	1 126 000
210											
220											
230				4.5				3.2			
240											
250				5.0				3.6			

Tableau I 2 – Capacités résistantes et raideurs des rupteurs THERMIK K-Z

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

Annexe II. Rupteur THERMIK K-ZN

Figure II. 1 – Coupe de principe sur mur

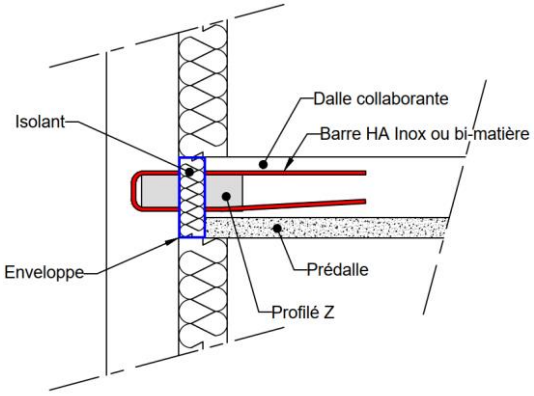
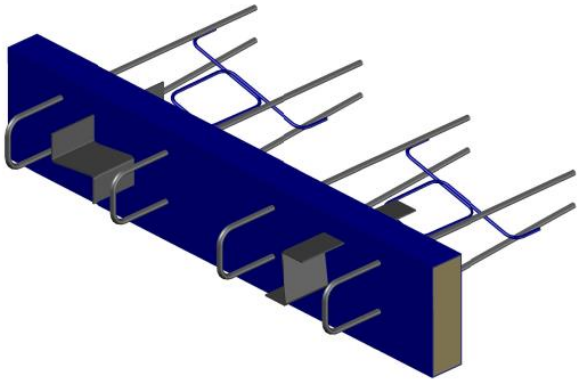


Figure II. 2 – Vue 3D rupteur THERMIK K-ZN



Dimensions du modèle (cotes en mm)

Figure II. 3 – Vue de face

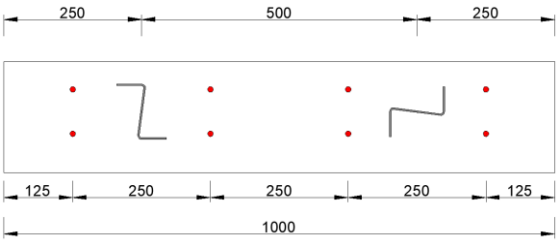
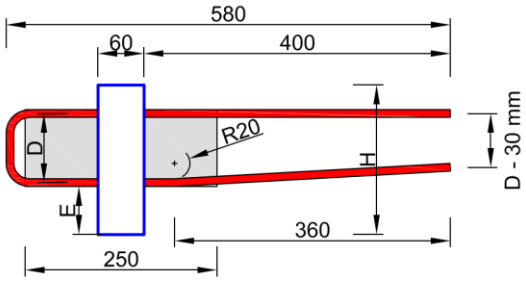


Figure II. 4 – Vue en coupe



		K-ZN 20	K-ZN 21	K-ZN 22	K-ZN23	K-ZN24	K-ZN25
Hauteur du rupteur thermique	**H [mm]**	200	210	220	230	240	250
Entraxe des aciers	**D [mm]**	90			120		140
Enrobage inférieur	**E [mm]**	65	70	75	65	70	65

Tableau II 1 – Données géométriques des rupteurs THERMIK K-ZN

Capacités résistantes et raideurs :

Epaisseur du plancher [mm]	Vérification ELU							Vérification ELS			Raideurs					
	Statique					Sismique		Statique			Statique			Sismique		
	Tranchant [kN/m]	Horizontal [kN/m]	Vent seul [kN/m]	Moment flexion [kN.m/m]	Normal [kN/m]	Horizontal [kN/m]	Normal [kN/m]	Tranchant [kN/m]	Horizontal [kN/m]	Moment flexion [kN.m/m]	Verticale [kN/m/ml]	Horizontale [kN/m/ml]	Normale [kN/m/ml]	Verticale [kN/m/ml]	Horizontale [kN/m/ml]	Normale [kN/m/ml]
	$V_{z,Rd}$	$V_{y,Rd}$	$V_{y,Rd,w}$	M_{Rd}	$N_{x,Rd}$	$V_{y,Rd,s}$	$N_{x,Rd,s}$	$V_{z,Rd}$	$V_{y,Rd}$	M_{Rd}	$K_{Tz,d}$	$K_{Ty,d}$	$K_{Tx,d}$	$K_{Tz,d,s}$	$K_{Ty,d,s}$	$K_{Tx,d,s}$
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																
220																
230				9.5						6.8						
240																
250				11.0						7.8						

Tableau II 2 – Capacités résistantes et raideurs des rupteurs THERMIK K-ZN

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

Annexe III. Rupteur THERMIK K-C et K

Rupteur thermique K-C

Figure III. 1 – Coupe de principe sur mur

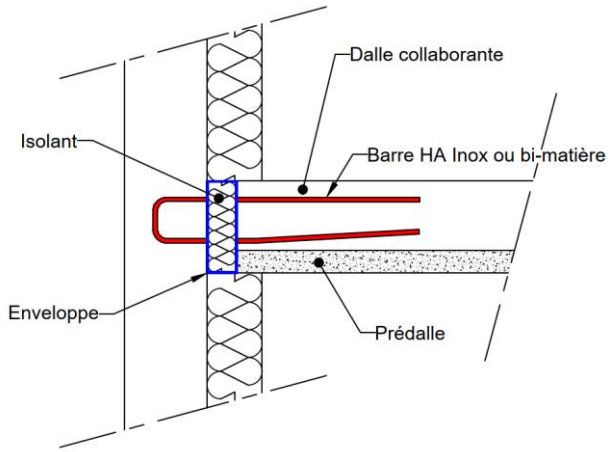
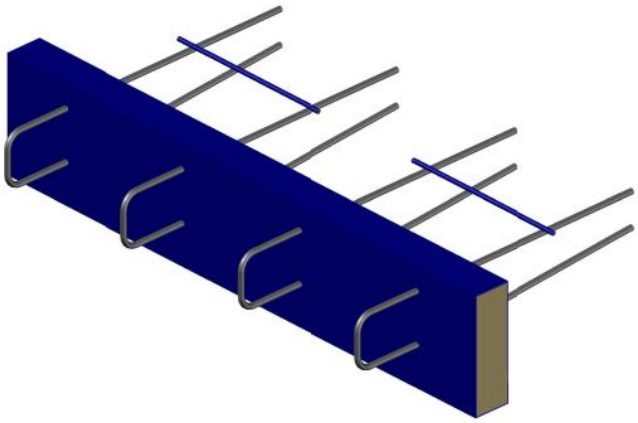


Figure III. 2 – Vue 3D rupteur THERMIK K-C



Dimension du modèle (cotes en mm)

Figure III. 3 – Vue de face

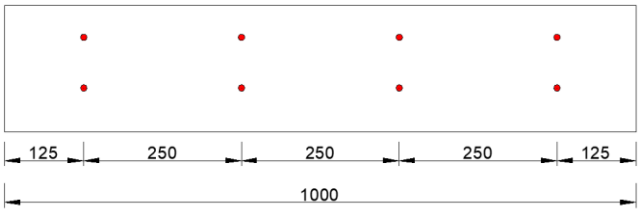
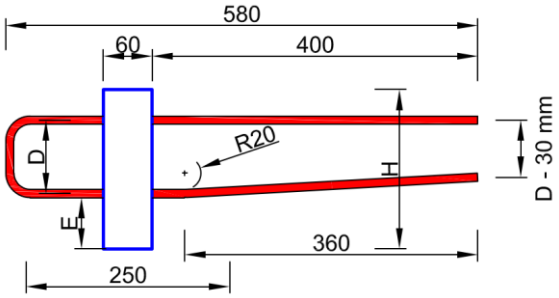


Figure III. 4 – Vue en coupe



		K-C 20	K-C 21	K-C 22	K-C 23	K-C 24	K-C 25
Hauteur du rupteur thermique	**H [mm]**	200	210	220	230	240	250
Entraxe des aciers	**D [mm]**	90			120		140
Enrobage inférieur	**E [mm]**	65	70	75	65	70	65

Tableau III 1 – Données géométriques des rupteurs THERMIK K-C

Rupteur THERMIK K

Figure III. 5 – Coupe de principe sur mur

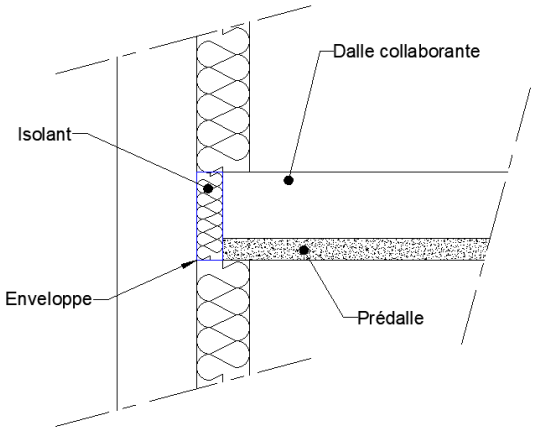
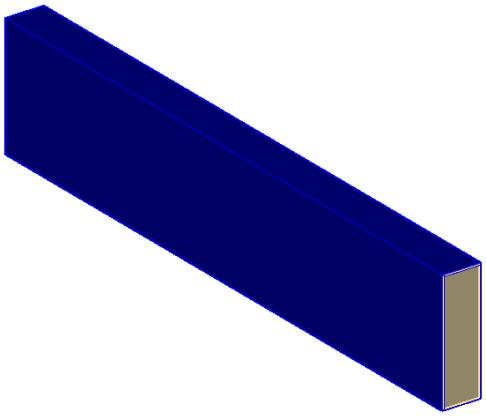


Figure III. 6—Vue 3D rupteur THERMIK K



Dimension du modèle (cotes en mm)

Figure III. 7 – Vue de face

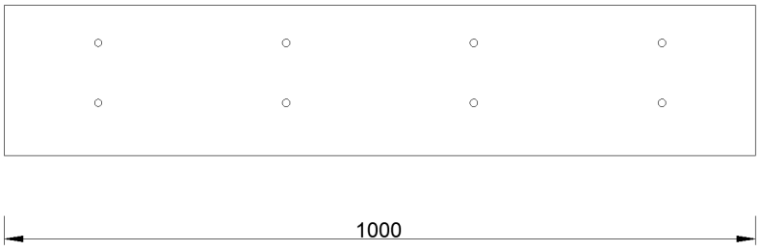
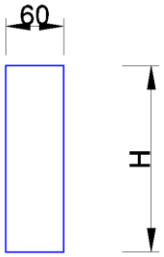


Figure III. 8 – Vue en coupe



		K 20	K 21	K 22	K 23	K 24	K 25
Hauteur du rupteur thermique	**H [mm]**	200	210	220	230	240	250

Tableau III 2 - Données géométriques des rupteurs THERMIK K

Annexe IV. Support PVC des rupteurs THERMIK

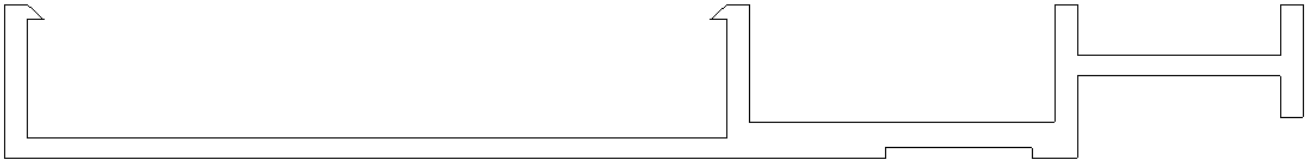


Figure IV. 1- Coupe sur le support PVC des rupteurs THERMIK

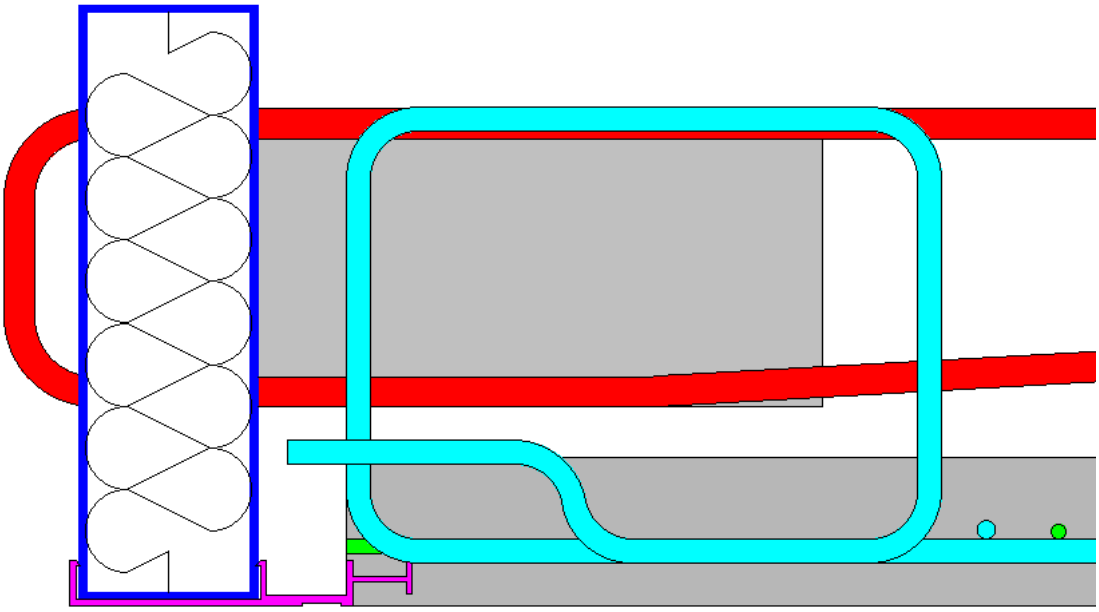


Figure IV. 2 – Coupe sur about de prédalle équipée de rupteurs THERMIK

Annexe V. Performances thermiques

Les valeurs de coefficient de transmission linéique ne sont valables qu'à condition de respecter les limites de validités décrites au § 1.10.3 du Dossier Technique.

Plancher Bas (L8)

	Coefficient ψ [W/(m.K)]		
	Mousse résolique		
Epaisseur du plancher [mm]	Rupteur K-Z	Rupteur K-ZN	Rupteur K-C / Rupteur K
200	0.22	0.27	0.22
230	0.23	0.28	0.23
250	0.23	0.29	0.23

Plancher intermédiaire (L9)

	Coefficient ψ [W/(m.K)]		
	Mousse résolique		
Epaisseur du plancher [mm]	Rupteur K-Z	Rupteur K-ZN	Rupteur K-C / Rupteur K
200	0.23	0.30	0.23
230	0.24	0.31	0.24
250	0.25	0.32	0.25

Plancher haut (L10)

	Coefficient ψ [W/(m.K)]		
	Mousse résolique		
Epaisseur du plancher [mm]	Rupteur K-Z	Rupteur K-ZN	Rupteur K-C / Rupteur K
200	0.23	0.29	0.23
230	0.24	0.30	0.24
250	0.25	0.31	0.25

Annexe VI. Démarche de modélisation

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 THERMIK. Une raideur spécifique devra alors être prise en compte à la liaison plancher/mur.

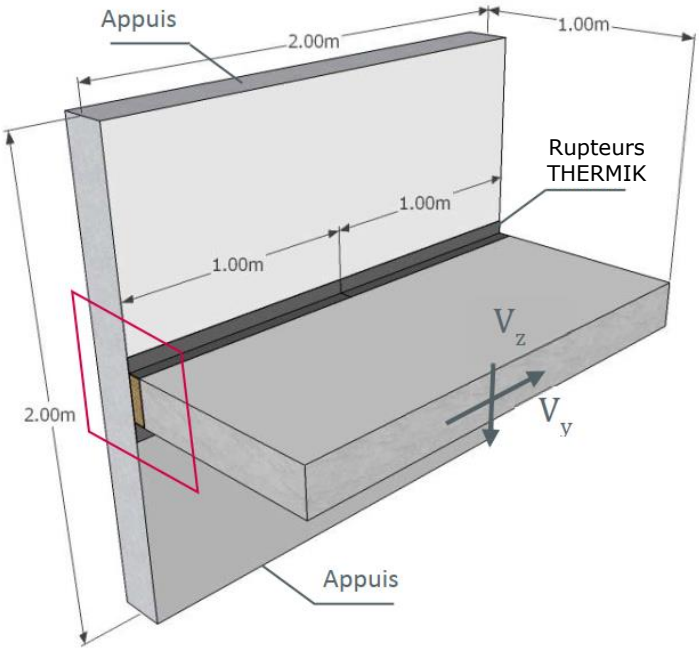
Afin de valider le modèle numérique et les choix sur la modélisation de la liaison avec rupteur THERMIK, un protocole de validation est proposé ici. Le but est de vérifier, sur un exemple de chargement et sur une maquette réduite que les déplacements ou les rotations obtenus, sous un chargement donné,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

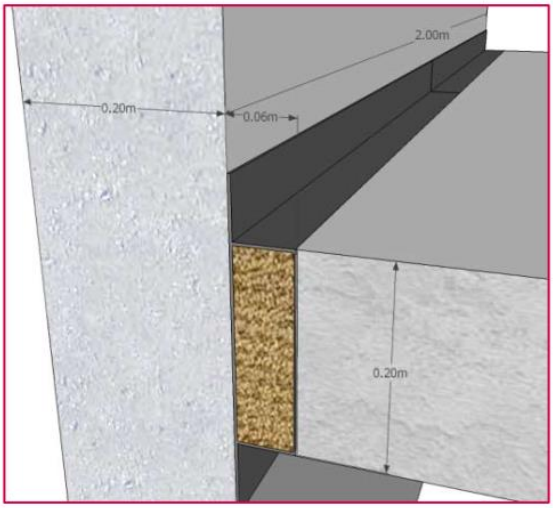
La maquette est constituée d'un plancher BA en console appuyé sur un voile BA. A la liaison, les rupteurs THERMIK sont modélisés.

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 a une dimension totale de 2,00 x 1,00 m.

Figure VI. 1 – Géométrie 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 encastrements 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.

Figure VI. 2 – Conditions limites et chargement du modèle

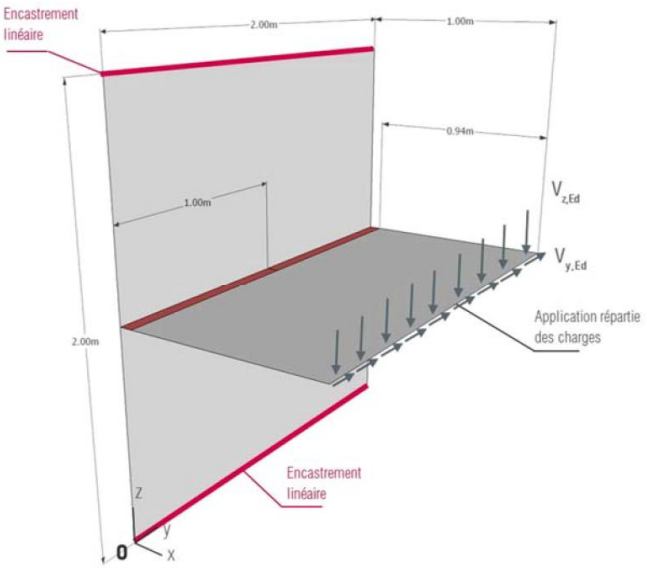
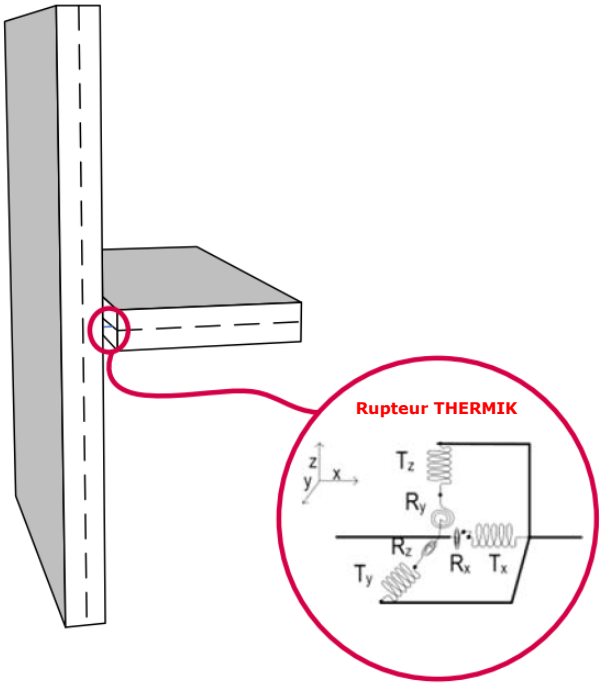


Figure VI. 3 – Principe de modélisation des rupteurs THERMIK



Modélisation :

Les rupteurs THERMIK 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 I et en Annexe II).

VALIDATION DU MODELE

Pour valider le modèle des rupteurs THERMIK, il est proposé, pour le modèle **rupteur THERMIK K-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 THERMIK 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/m]	$V_{y,ED}$ [kN/m]	$u_{z,th}$ [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 VII. Détails liaison voile-plancher

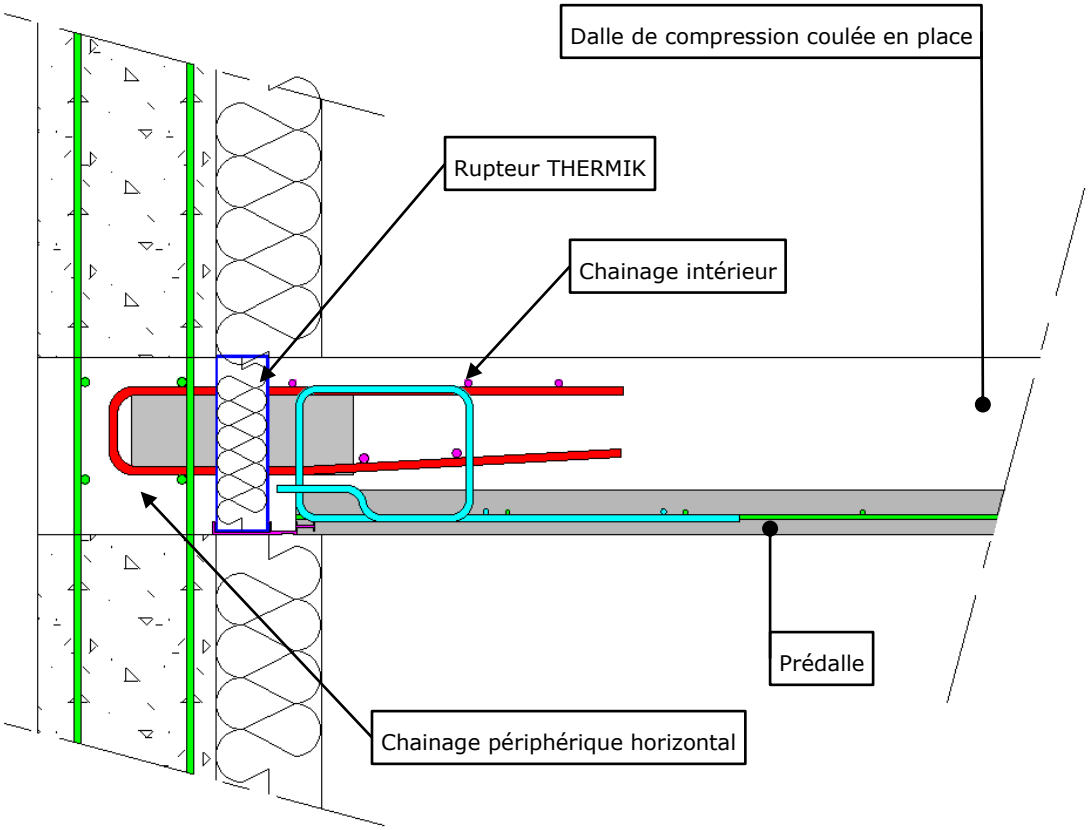


Figure VII 1 – Détail de liaison voile béton armé – plancher

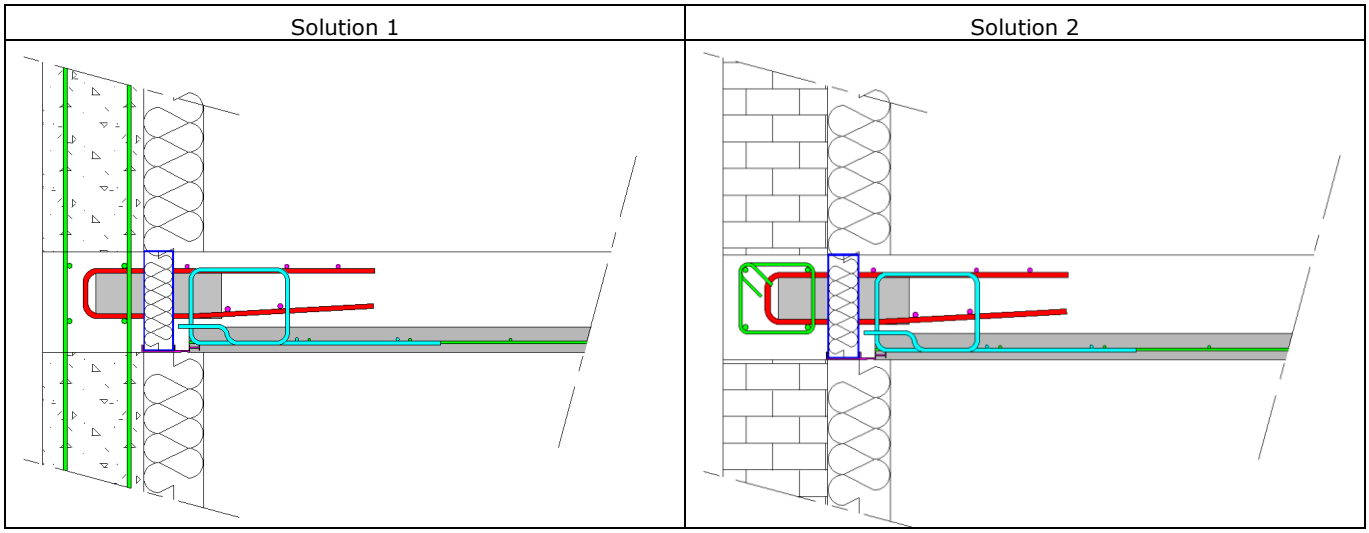


Figure VII 2 – Exemples de solution de liaison

Annexe VIII. Dispositions du chainage intérieur

Seules les armatures spécifiques au procédé « prédalle THERMIK KP1 » sont représentées sur les schémas suivants :

Disposition de chainage de plancher

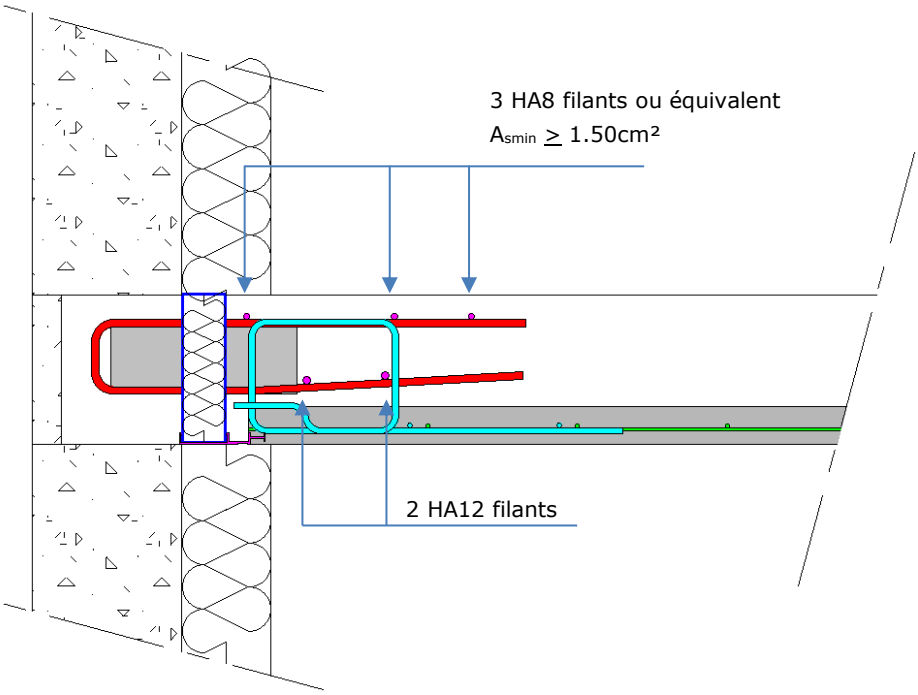


Figure VIII 1 – Disposition de chainage de plancher – vue en coupe

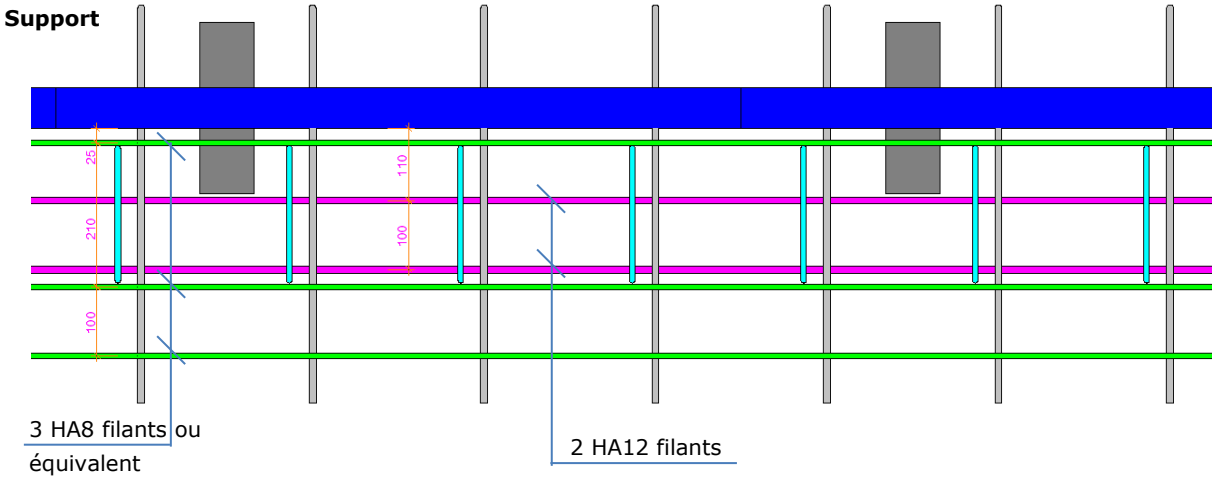


Figure VIII 2 – Disposition de chainage plancher – vue en plan

Traitement des angles

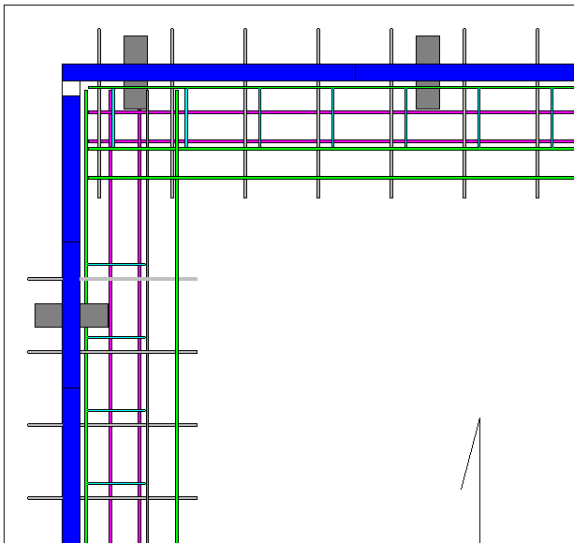


Figure VIII 3 – Angle sortant

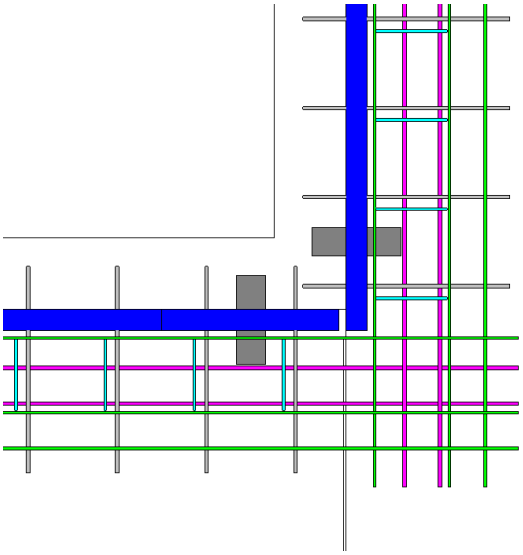


Figure VIII 4 – Angle rentrant

Annexe IX. Principe de calepinage

Seules les armatures du procédé « prédalle THERMIK KP1 » sont représentées sur le schéma suivant :

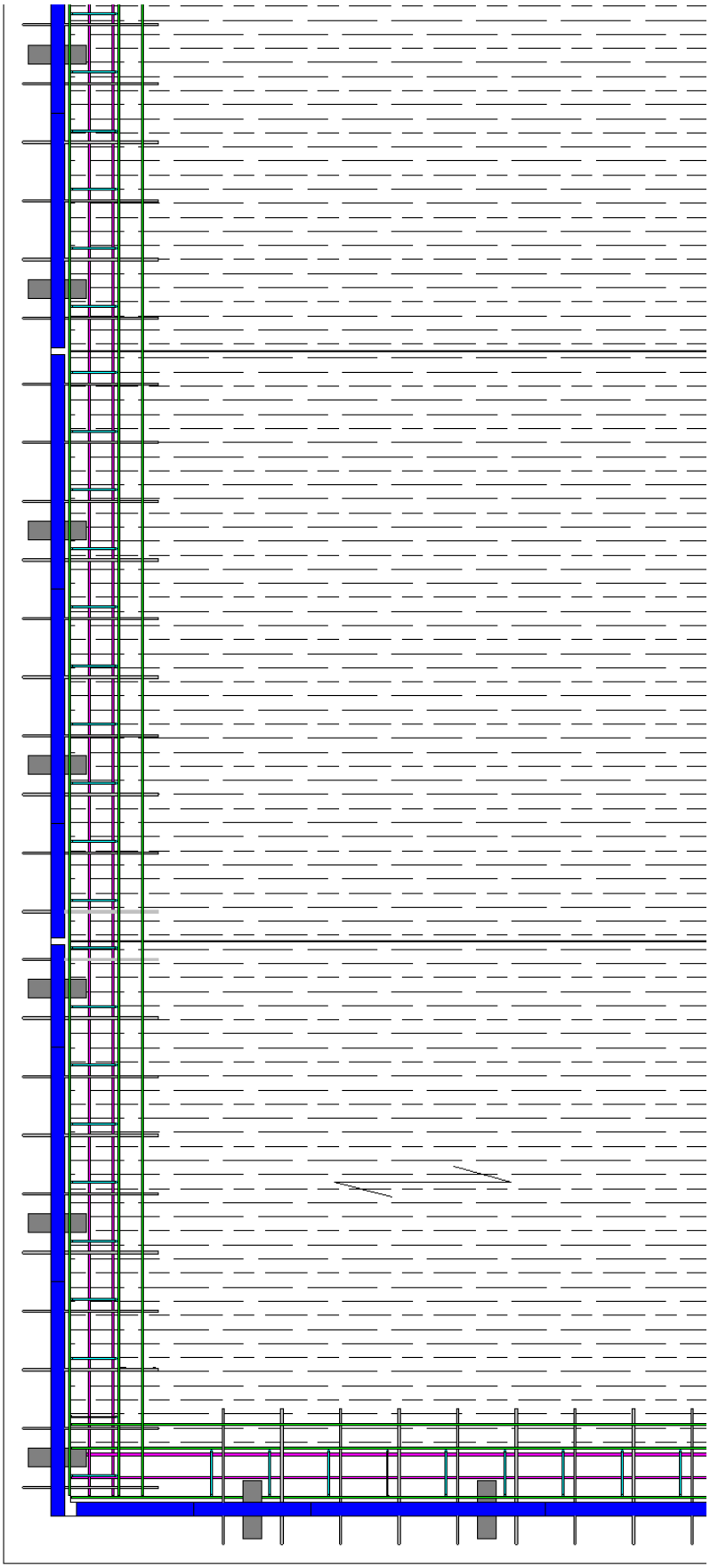


***Figure IX** 1 – Cas de prédalle d'angle et d'about – Vue en plan – Coffrage*