

# Ponts thermiques

## Les solutions de traitement

Du fait du renforcement de l'isolation, l'impact des ponts thermiques - qu'ils soient de liaison ou intégrés - va grandissant. La RT 2012 s'attèle à la problématique et se fait plus exigeante, sans toutefois exclure de solution constructive.

Sur le site de l'ancien fort militaire d'Ivry-sur-Seine (Val-de-Marne) se dressent cinq immeubles de logements qui ont tous bénéficié de rupteurs de ponts thermiques.



Doc. Schöck France SARL

**L**es ponts thermiques constituent une problématique récente dans l'histoire de la construction, liée au développement de l'isolation. Ils apparaissent en 1974 avec la première réglementation thermique, à la liaison des parois pour la première fois isolées par l'intérieur. Depuis, l'isolation de l'enveloppe (parois opaques et vitrages) n'a cessé de se renforcer et l'impact des ponts thermiques de progresser. On estime aujourd'hui qu'ils constituent 10 à 40% des déperditions d'un bâtiment. « Leur impact sur la consommation d'énergie, tous postes confondus, varie en moyenne de 10 à 25%, selon la typologie de l'édifice, indique Salem Farkh, responsable de la division "isolation et revête-

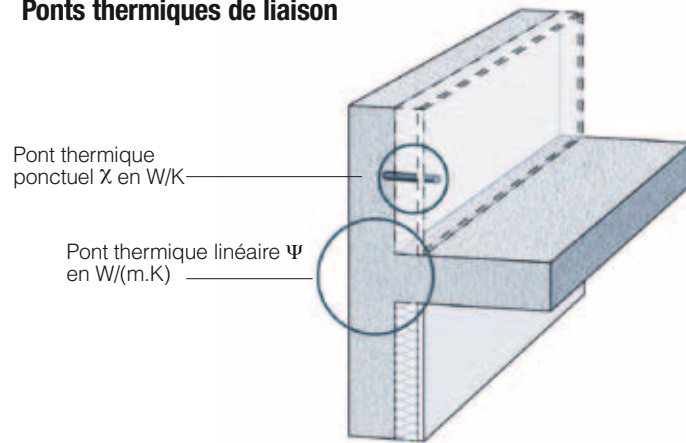
ments" du CSTB. Il peut représenter jusqu'à 25% de la consommation d'énergie d'un bâtiment RT 2005, dans lequel les ponts thermiques n'ont pas été traités. » En outre, des pathologies peuvent en résulter ; par exemple, des fissures sur la façade au niveau des jonctions entre les éléments structuraux ou le développement de moisissures lié à la condensation superficielle.

### **Des déperditions de chaleur par la paroi qui peuvent doubler**

Les ponts thermiques sont localisés dans les zones où la continuité de l'isolation n'est pas assurée, soit lors d'une interruption brutale de l'isolant, soit lors d'une diminu-

## Définition Trois types de ponts thermiques

### Ponts thermiques de liaison

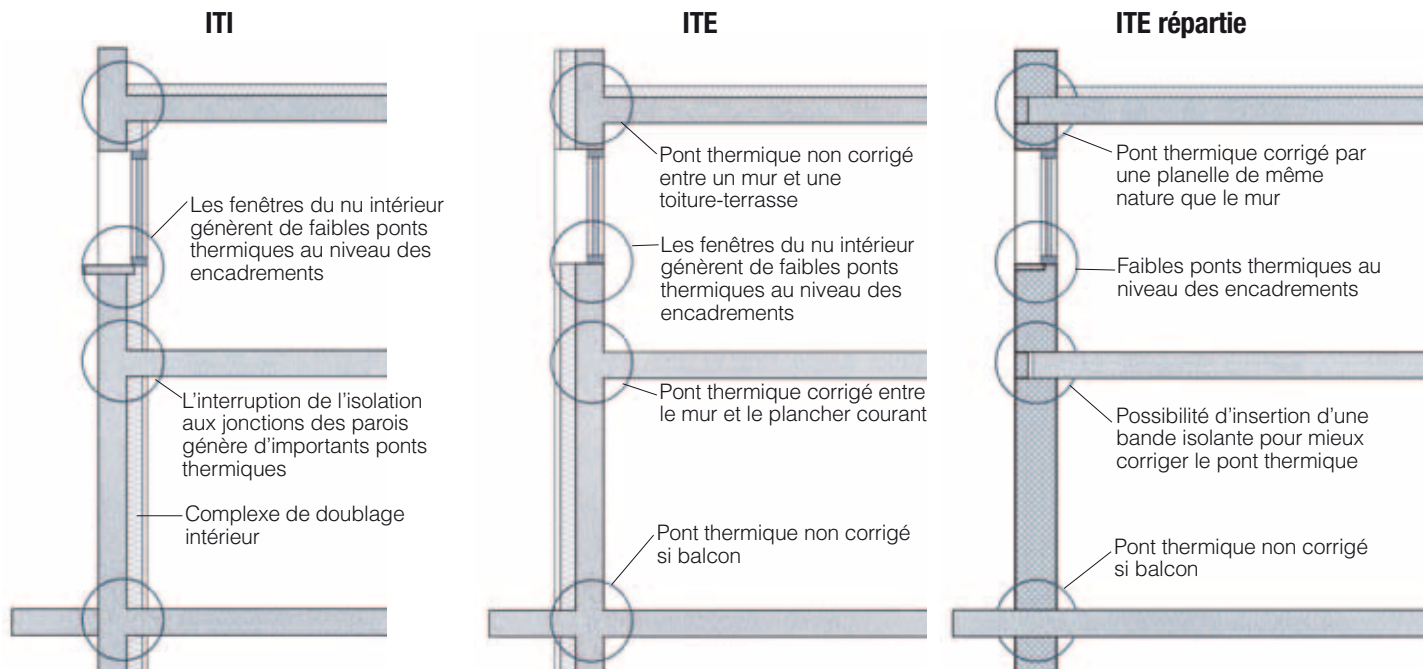


Les ponts thermiques de liaison (PTL linéaires ou 2D) sont caractérisés par la valeur  $\psi$  exprimée en W/(m.K). Celle-ci varie généralement de 0 (absence de pont thermique) à 1 W/(m.K) [mur isolé par l'intérieur avec un plancher en béton de 20 cm environ venant rompre l'isolation].

On distingue également des PTL ponctuels ou 3D, qui correspondent, par exemple, à une poutre à retombée traversant un mur isolé ou à la liaison d'un plancher et de deux murs. Leur valeur,  $\chi$ , s'exprime en W/K.

Enfin, les ponts thermiques intégrés (PTI), comme un rail métallique horizontal séparant deux isolants d'une même paroi, s'expriment également par la valeur  $\psi$ . La valeur d'un PTI courant varie généralement de 0 à 0,4 W/(m.K).

### Solutions d'isolation : qualités et défauts



tion locale de la résistance thermique. Il en existe deux grandes familles. Tout d'abord, les ponts thermiques de liaison (PTL), généralement dus à l'interruption de l'isolation aux jonctions des parois du bâtiment. L'exemple-type est la liaison entre une dalle et un mur isolé par l'intérieur, où les déperditions sont les plus élevées en maison individuelle. Ensuite, les ponts thermiques intégrés (PTI). Ils sont générés par l'interruption ou la dégradation de l'isolation au sein même d'une paroi. Difficilement identifiables à l'œil nu une fois les travaux de finition achevés, ils peuvent être causés par des éléments de fixation de l'isolant (chevilles métalliques) ou des ossatures secondaires au gros œuvre (profilés métalliques). Les PTI

ne doivent pas être sous-estimés car ils peuvent, dans certains cas extrêmes selon le CSTB, doubler les déperditions de chaleur par la paroi.

### Isolation : des incidences variables selon les liaisons considérées

La valeur du pont thermique varie suivant le système constructif (maçonnerie, bois...) et le type d'isolation (par l'intérieur, par l'extérieur, répartie ou entre ossatures). Pour une liaison entre un plancher intermédiaire et un mur isolé par l'intérieur, les déperditions liées au PTL sont maximales. Il suffit de reporter cette isolation à l'extérieur pour supprimer le pont thermique. « En réa-

(•••) lité, la valeur du pont thermique n'est pas nulle et ceci pour des raisons liées à la prise en compte des dimensions intérieures lors du calcul des déperditions par l'enveloppe», précise Salem Farkh. Contrairement à l'idée reçue selon laquelle il faudrait isoler les bâtiments par l'extérieur pour supprimer tous les ponts thermiques, l'isolation thermique par l'intérieur (ITI) s'avère, dans certains cas, plus efficace. Tout dépend en effet du type de liaison considéré.

L'isolation thermique par l'extérieur (ITE) permet de corriger efficacement les ponts thermiques entre les planchers intermédiaires (ou les murs de refend) et la façade. Elle se révèle cependant beaucoup moins efficace pour les autres liaisons (plancher bas et haut, balcon), sauf à recourir à un traitement particulier. Le pont thermique au niveau des encadrements de baie peut même être plus important en ITE qu'en ITI, selon la position des menuiseries par rapport à l'isolant. Il est alors nécessaire de mettre en place des solutions de traitement spécifiques. «L'isolation thermique par l'extérieur est intéressante dans un bâtiment collectif de plusieurs étages avec de nombreux refends, note Salem Farkh. On traite ainsi les PTL les plus importants, à condition de poser la menuiserie dans le plan de l'isolation extérieure ou de faire un retour en tableau pour assurer la continuité de l'isolation thermique entre le mur et la menuiserie.» Autre configuration, l'isolation répartie réalisée par des éléments de maçonnerie isolante et porteuse de forte

épaisseur: blocs de terre cuite multialvéolaires, en pierre ponce ou en béton cellulaire, notamment. Ces produits jouent un rôle de structure et permettent de traiter les ponts thermiques entre les planchers et la façade, grâce à la mise en place de planelles de rive. Mais cette solution présente deux limites: la résistance thermique des murs est restreinte par l'épaisseur de la maçonnerie (40 à 50 cm); pour des raisons structurelles, ce mode constructif est réservé aux bâtiments de 3 à 4 étages maximum, et donc, aux maisons individuelles et au petit collectif.

Dernière option, l'ossature, en bois ou métallique. Le bois est peu conducteur de la chaleur et ne requiert pas de traitement particulier des ponts thermiques. En effet, sa conductivité thermique, entre 0,1 et 0,25 W/(m.K), est réduite par rapport à celle de la maçonnerie ou du béton, d'environ 2 W/(m.K). Le cas des ossatures en métal est plus délicat et demande une conception adaptée.

### Deux garde-fous

Deux niveaux d'exigence sont désormais requis:

- la valeur du PTL entre le plancher intermédiaire et le mur extérieur – le coefficient  $\psi_9$  – ne doit pas dépasser 0,6 W/(m.K);

- le deuxième niveau concerne l'impact global de l'ensemble des PTL ramené à la surface en m<sup>2</sup> du bâtiment. «C'est la somme des PTL multipliés par leur linéaire; le tout est ensuite divisé par la surface du bâtiment,

**QUESTIONS À** André Pouget, directeur du bureau d'études techniques Pouget Consultants

## « Grâce à la RT 2012, la situation s'améliore sensiblement »



Doc. DR

### Quel regard portez-vous sur les exigences de la RT 2012?

«Il est nécessaire de renforcer l'isolation et bien souvent on ne pourra le faire qu'en corrigeant les ponts thermiques, faute de quoi il serait illusoire d'augmenter l'épaisseur des isolants», écrivait Maurice Croiset, du CSTB, en avril 1972. Vain avertissement! Depuis quarante ans, bien peu de progrès ont été observés, malgré la succession de réglementations thermiques. Grâce à la RT 2012, la situation s'améliore sensiblement. En réalité, ce n'est pas tant l'exigence sur le Bbiomax (besoin bioclimatique maximal, ndlr) qui dimensionne ou commande le traitement des ponts thermiques, mais bien l'exigence minimale (\*). La RT 2012 n'impose pas de mode constructif, mais elle demande un traitement minimum des ponts thermiques.

### Les solutions existent aujourd'hui...

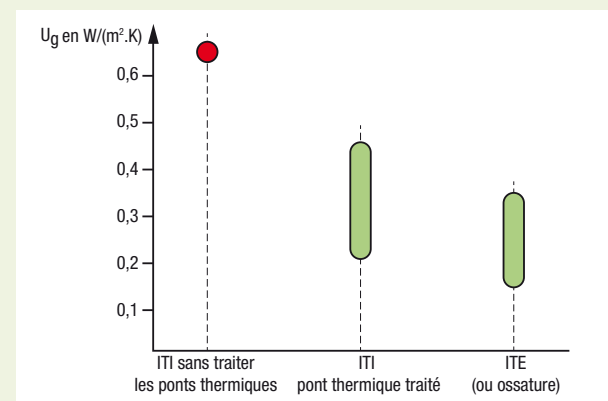
Cette nouvelle exigence a particulièrement dynamisé l'offre des solutions de traitement et des familles constructives. La profession a investi, innové et apporte des réponses multiples. Pour nous, prescripteurs, cette exigence très structurante facilite grandement une conception performante et durable!

### Vous parlez de « performance durable ». Quels sont les enjeux ?

Le graphe ci-contre illustre les déperditions globales d'une façade (ordonnée) selon le mode du traitement du plancher intermédiaire (abscisse). Le point rouge situe les déperditions d'un élément de façade

isolé par l'intérieur sans solution de traitement, globalement deux fois plus importantes que les solutions «bâtis de qualité»! Pire, ce «point faible» durera toute la durée de vie du bâtiment; autrement dit, nos enfants consacreront du temps, de l'énergie pour les mettre à niveau pour respecter les exigences du facteur 4 ! La RT 2012 permet d'éviter de tels résultats.

(\*) Définie à l'article 19 de l'arrêté du 26 octobre 2010 relatif aux caractéristiques thermiques et aux exigences de performance énergétique des bâtiments nouveaux et des parties nouvelles de bâtiments.



## Calcul réglementaire Un catalogue de valeurs pour les PTL courants

Les ponts thermiques sont évalués par calcul numérique à l'aide de logiciels dédiés, selon une méthode établie dans la norme française NF EN ISO 10211. Les logiciels de calcul réglementaire donnent ensuite la possibilité de saisir ces valeurs. Depuis la RT 2000, les règles Th-Bât, diffusées par le CSTB et conçues pour faciliter l'application des réglementations thermiques, proposent un catalogue de valeurs précalculées de  $\psi$  répondant à la plupart des configurations rencontrées dans le bâtiment (environ 90% des cas sont couverts). Cela évite aux bureaux d'études de réaliser des calculs de ponts thermiques de liaison courants. Seuls des cas complexes de PTL, très spécifiques ou propres aux innovations, doivent être réalisés par simulation numérique. Les règles Th-Bât sont mises à jour tous les deux à quatre ans environ. Par ailleurs, le CSTB a développé l'outil Ulys ponts thermiques, afin de caractériser les ponts thermiques couramment rencontrés dans le bâtiment, dont les PTL. Celui-ci permet l'évaluation dans le cadre des études réglementaires (RT existant, RT 2012), ainsi que pour la réalisation de bâtiments passifs.

explique Salem Farkh. Ce coefficient ne doit pas dépasser  $0,28 \text{ W}/(\text{m}^2\text{Shon}_{\text{RT}}\cdot\text{K})$ . Il permet une compensation entre les différents PTL lors de la phase de conception architecturale.»

Pour le deuxième niveau d'exigence, la RT 2012 prévoit qu'en l'absence de solution technique valable d'après les règles en vigueur, ce garde-fou soit relevé à  $0,5 \text{ W}/(\text{m}^2\text{Shon}_{\text{RT}}\cdot\text{K})$ . «L'objectif de la réglementation n'est pas d'interdire mais de pousser à la correction, comme l'ingénieur du CSTB. Cette dérogation intervient par exemple quand le bâtiment est isolé par l'intérieur et qu'il n'est pas possible de mettre en place de rupteur, pour des raisons techniques comme la résistance aux efforts sismiques.»

La RT 2012 n'exclut aucune solution constructive. Celle-ci reste à la discrétion du maître d'ouvrage, à condition de respecter ces deux niveaux d'exigence. L'ITI, notamment dans le cas d'une construction en béton, ne le permet pas toujours. Il est alors nécessaire de mettre en place des rupteurs de ponts thermiques. L'ITE satisfait plus facilement à la réglementation, ce qui explique sa part croissante. L'isolation répartie constitue également une solution efficace.

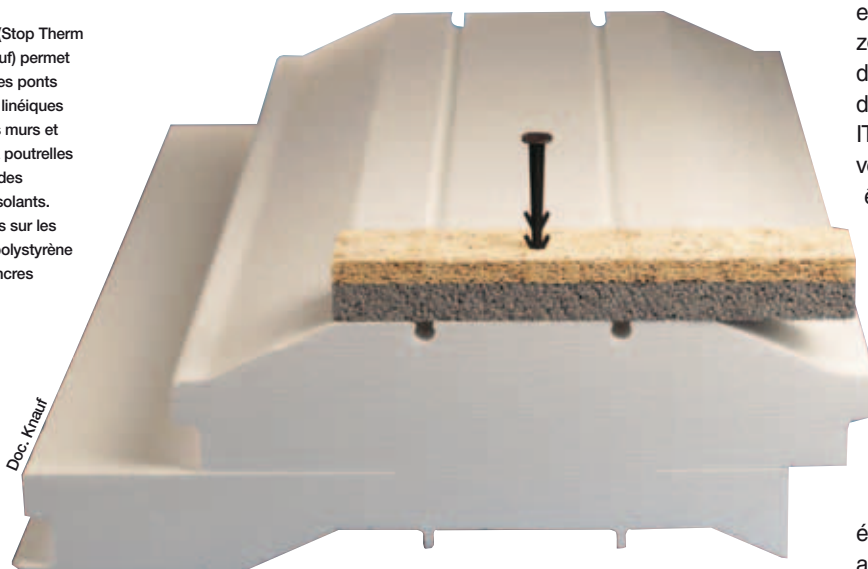
La RT 2012 ne prévoit aucune exigence directe concernant les ponts thermiques intégrés. Alors qu'ils n'étaient presque pas pris en compte dans la RT 2000, ceux-ci sont aujourd'hui presque tous traités. Pour ce faire, on joue sur la nature du matériau constituant la fixation, l'isolant au gros œuvre, le dimensionnement des pièces, etc.

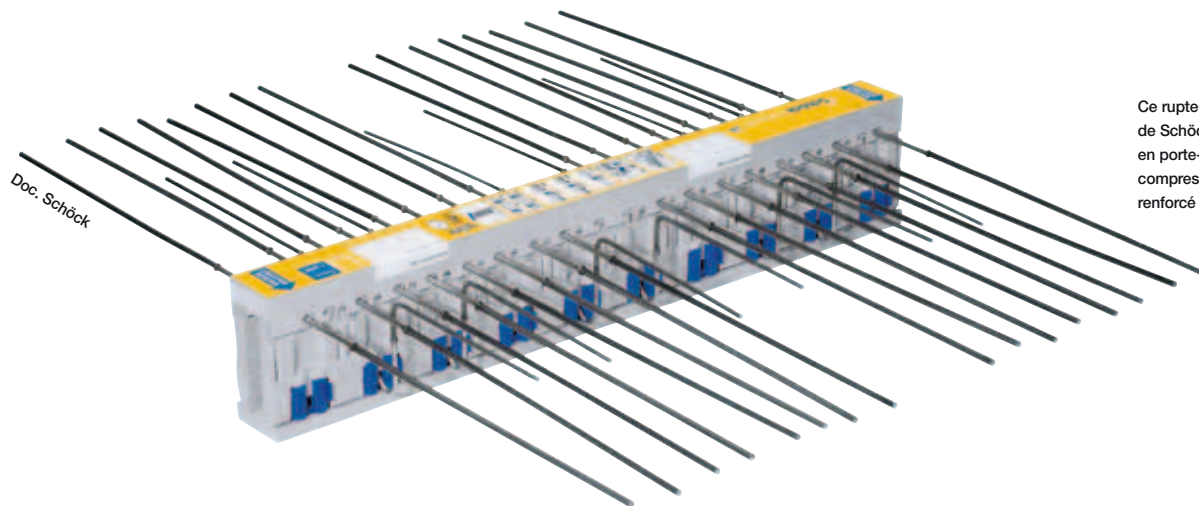
### Les travaux de gros œuvre, l'occasion d'opter pour des rupteurs

Quand il n'est pas possible de supprimer les PTL lors de la phase de conception, des rupteurs peuvent être mis en place pendant les travaux de gros œuvre. Principalement destinés aux liaisons entre la façade et le plancher et/ou le refend et le plancher, ils visent avant tout le secteur du résidentiel, individuel et collectif. «Il faut compter environ 4 euros/m<sup>2</sup> pour la fourniture et la pose d'un rupteur de base pour une liaison dalle-façade isolée par l'intérieur», note Olivier Huraux, chef de marché chez Knauf. Ils sont généralement utilisés dans les constructions isolées par l'intérieur. Des rupteurs sont également utilisés en ITE pour assurer une rupture de pont thermique au niveau des balcons, par exemple. «On peut, dans des limites de portée ou de reprise de charge raisonnables, traiter toutes les liaisons, estime Raphaël Kieffer, directeur général de Schöck France. Les restrictions concernent essentiellement l'isolation thermique intérieure dans les zones soumises à des exigences parasismiques. Au-delà de la zone de sismicité 2 et des bâtiments de catégorie d'importance II [\*], on ne peut pas traiter les liaisons en ITI. On est alors obligé d'isoler par l'extérieur ou de trouver une solution conforme. Cela peut, dans certains cas, être l'isolation répartie.»

En maison individuelle, une grande partie des constructions sont réalisées avec des planchers à poutrelles. Les rupteurs sont des entrevous spécifiques en matériaux isolants. Ils réduisent de 40 à 80% la valeur des ponts thermiques. Dans l'habitat collectif, les rupteurs sont majoritairement constitués d'une âme isolante qui vient se placer dans le plan de l'isolation des murs avant le coulage du béton. Des armatures en tiges métalliques adaptées traversent l'isolant et permettent le transfert des charges mécaniques entre les éléments structurels situés de part et d'autre du rupteur après le coulage du béton.

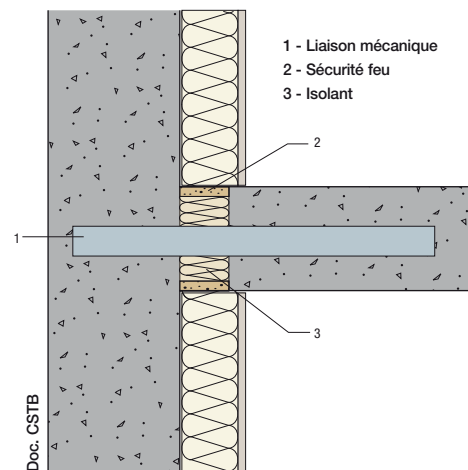
Ce rupteur (Stop Therm F15 de Knauf) permet de réduire les ponts thermiques linéiques des liaisons murs et planchers à poutrelles associés à des entrevous isolants. Ils sont fixés sur les entrevous polystyrène à l'aide d'ancres plastiques.





Ce rupteur de pont thermique (Rutherma K de Schöck) s'applique à l'isolation de balcons en porte-à-faux. Il est équipé d'un module de compression en béton fin haute performance, renforcé par des microfibres d'acier.

Principe du rupteur thermique



dans le bâtiment. Il faut donc se méfier de toutes les charges exceptionnelles (collision d'une voiture, tempête, etc.). «Les ponts thermiques les plus difficiles à traiter se trouvent dans le résidentiel collectif isolé par l'intérieur, remarque Olivier Huraux. Les dalles, plus épaisses, nécessitent des dispositions mécaniques plus importantes qu'en maison individuelle. Il existe quelques solutions, mais elles sont très onéreuses, complexes et contraignantes.»

Autres fonctions : le compartimentage, afin d'éviter la propagation du feu, de la chaleur et de la fumée, ainsi que l'isolation acoustique. Pour se prémunir de tels risques, le CSTB recommande des rupteurs ayant fait l'objet d'une évaluation technique (groupe spécialisé n° 20, lire le tableau ci-dessous).

Et à l'avenir ? «On ne pourra pas imposer de traitement partout, estime Salem Farkh. Pour des raisons patrimoniales et urbanistiques, on ne peut pas toujours isoler par l'extérieur ; il n'est pas possible d'isoler par l'intérieur et de mettre en place des rupteurs dans toutes les zones sismiques... On semble être aujourd'hui arrivé à une limite de ce qu'il est possible de faire en matière de traitement de la majorité des ponts thermiques. Il y aura certainement des innovations pour les corriger un peu plus, mais il n'y aura probablement pas de rupture technologique proprement dite.» **Cédric Rognon**

(●●●) « Les rupteurs pour la maison individuelle jouent presque exclusivement un rôle thermique, contrairement aux modèles pour le collectif qui assurent également une reprise de charge mécanique », explique Salem Farkh. Ils interviennent comme des nœuds de raccordement entre les planchers et les murs par lesquels toutes les charges mécaniques transitent. Même si un rupteur assure une fonction mécanique, sa présence à la place du béton plein modifie le mode de transfert des charges

(\*) Risque dit « moyen » pour les personnes, art. R.563-3 du Code de l'environnement.

Rupteurs sous avis technique

Référence de l'avis technique Titulaire	Dénomination commerciale
Atec 20/12-244	Rector Lesage SA / Rupteurs Rector Thermomax-Thermosten-Thermolight
Atec 20/12-248	Ouest Armatures SAS / Slabe
Atec 20/11-239	Knauf / Rupteurs thermiques Knauf RTK <sup>2</sup> et Knauf Stop Therm
Atec 20/11-232	Plakabeton France / Isotec
Atec 20/11-222	KP1 R&D / Système de rupteurs KP1
Atec 20/10-201	Schöck Bauteile GmbH / Rupteurs thermiques Schöck Rutherma
Atec 20/09-150	Rector Lesage SA / Rupteur Thermoprédalle Rector
Atec 20/08-132	Seac-Guiraud Frères / Rupteurs Stoptherm