

# LES PONTS THERMIQUES DANS LES BÂTIMENTS PERFORMANTS

Fiche élaborée par Thierry Rieser, ingénieur chez Enertech.

## PRÉAMBULE

La performance des bâtiments passe en premier lieu par la performance de son isolation. La nouvelle réglementation thermique (RT 2012) a pour effet d'en élever les niveaux. Or, plus un bâtiment est isolé, plus les ponts thermiques deviennent les seuls points de passage de la chaleur vers l'extérieur.

Certains ponts thermiques qui pouvaient jusque là être considérés comme négligeables ne le sont plus, car leur impact dans les déperditions devient prépondérant. Les ponts thermiques dits structurels, créés par les systèmes d'accroche des isolants ou de leur parement, deviennent ainsi un enjeu majeur de la conception des bâtiments performants.

Ces problématiques ont également un lien très fort avec les questions d'humidité et de condensation (sur ce point, se reporter à la fiche d'informations techniques T22 - L'humidité dans les bâtiments). En effet, dans les bâtiments très isolés, les ponts thermiques deviennent les seuls points froids. Ils concentrent tous les risques de condensation, et les pathologies potentielles qui y sont associées. Cette fiche a pour objectif de présenter, d'une part, les phénomènes physiques comme les concentrations de flux, qui sont nécessaires à la bonne compréhension des ponts thermiques, et d'autre part, de développer la problématique des ponts thermiques structurels, qui sont encore trop souvent négligés. Les meilleures solutions connues pour traiter les ponts thermiques les plus fréquemment rencontrés aujourd'hui seront ensuite abordées.

## SOMMAIRE

### 1 - PROBLÉMATIQUE DES PONTS THERMIQUES

- Définitions
- Pourquoi réduire les ponts thermiques ?
- Le phénomène de concentration de flux

### 2 - RÉDUIRE LES PONTS THERMIQUES

- Liaison plancher bas-mur extérieur
- Liaison refend - plancher bas/poutres
- Liaison plancher intermédiaire - mur/balcon
- Liaison plancher haut - mur extérieur / acrotère
- Traitement des ébrasements de fenêtre

### 3 - PRENDRE EN COMPTE ET RÉDUIRE LES PONTS THERMIQUES STRUCTURELS (PTS)

- PTS en isolation intérieure et en toiture
- PTS en isolation extérieure
- PTS en ossature bois

## 1 - PROBLÉMATIQUE DES PONTS THERMIQUES

### 1.1 - Définitions

Les **ponts thermiques** sont les déperditions provoquées par des liaisons d'éléments constructifs entre eux (dalle, mur, menuiserie, poutres...). Ces pertes de chaleur (ou de fraîcheur en été) s'ajoutent aux déperditions dites surfaciques. Les ponts thermiques sont caractérisés dans la plupart des cas par une valeur linéique désignée par la lettre  $\psi$  et exprimée en Watt par mètre linéaire et par degré (W/m.K). Certains ponts thermiques dits ponctuels, comme les poteaux, ont une valeur unitaire nommée X qui est exprimée en W/K.

Les **ponts thermiques structurels** sont des déperditions liées à des procédés d'accroche des isolants ou de leur parement. Cette problématique concerne également les techniques de construction en ossature bois. Il s'agit principalement d'équerres, de chevilles, de rails, de pièces de bois, dont la présence à travers l'isolant en dégrade très fortement la performance dans certains cas. L'impact des chevilles ou des équerres est exprimé par un coefficient en W/K et un nombre au m<sup>2</sup>, tandis que celui des rails et pièces de bois est caractérisé par un coefficient linéique en W/m.K et une quantité en mètre par mètre carré de parois (m/m<sup>2</sup>). Ces ponts thermiques structurels doivent être intégrés au calcul du coefficient de transmission U d'une paroi (en W/m<sup>2</sup>.K).

Les règles de calcul des ponts thermiques et des ponts thermiques structurels sont détaillées dans les règles Th-U de la réglementation thermique, respectivement dans les fascicules 5 et 4. S'il ne faut retenir qu'une chose de ces règles, on gardera à l'esprit, que dans la norme française, la valeur d'un pont thermique est calculée par différence avec la déperdition normale des parois concernées *mesurées en cotes intérieures*.

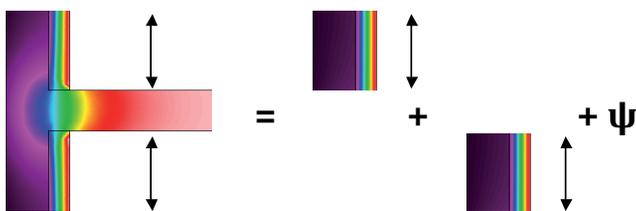


Figure 1 : illustration de la norme française de calcul des ponts thermiques.

Modélisation sous THERM :

les couleurs représentent la température dans la paroi, du plus chaud (en rouge) au plus froid (en violet).

D'autres normes étrangères, notamment les normes allemandes ne sont pas calculées par rapport à la même référence. Les valeurs calculées sur la base de ces normes ne sont donc pas utilisables dans le contexte des règles de calcul françaises.

Il est également important de noter que pour une isolation donnée, un pont thermique est créé par l'augmentation de la surface développée. C'est pourquoi, par exemple une poutre, même isolée sur trois faces avec une épaisseur constante, crée un pont thermique non négligeable.

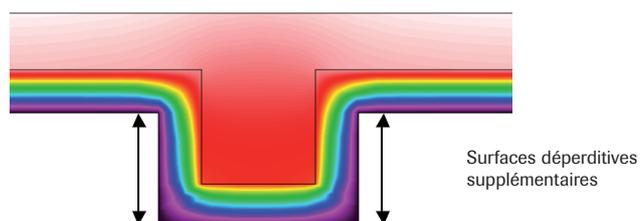


Figure 2 : illustration du pont thermique créé par augmentation de surface développée. Modélisation sous THERM.

Documents de référence pour la détermination des ponts thermiques et ponts thermiques structurels classiques :

- règles Th-U de la réglementation thermique, fascicules 4 et 5 ;
- catalogue réalisé par le CTBA pour le CSTB concernant la construction bois, téléchargeable sur :

[http://www.rtbatiment.fr/fileadmin/documents/RT2005/publications/maisons\\_ossatures\\_bois.pdf](http://www.rtbatiment.fr/fileadmin/documents/RT2005/publications/maisons_ossatures_bois.pdf)

Pour le calcul des ponts thermiques « exotique » en deux dimensions, le logiciel gratuit THERM créé par le LBNL est fréquemment cité. Il a d'ailleurs été utilisé pour illustrer la présente fiche.

Différents logiciels existent pour la modélisation des ponts thermiques en trois dimensions. Ils sont payants.

### 1.2 - Pourquoi réduire les ponts thermiques ?

Plus les niveaux d'isolation des parois augmentent, plus la part relative des ponts thermiques dans les déperditions est importante. Pire que cela, nous verrons par la suite que les déperditions d'un pont thermique augmentent parfois en valeur absolue avec le niveau d'isolation.

L'exemple de la figure 3 montre que si aucun effort particulier n'est fait pour les traiter, les ponts thermiques et les ponts thermiques structurels peuvent représenter plus de la moitié des déperditions par les parois (hors ventilation) dans un bâtiment isolé au niveau BBC :

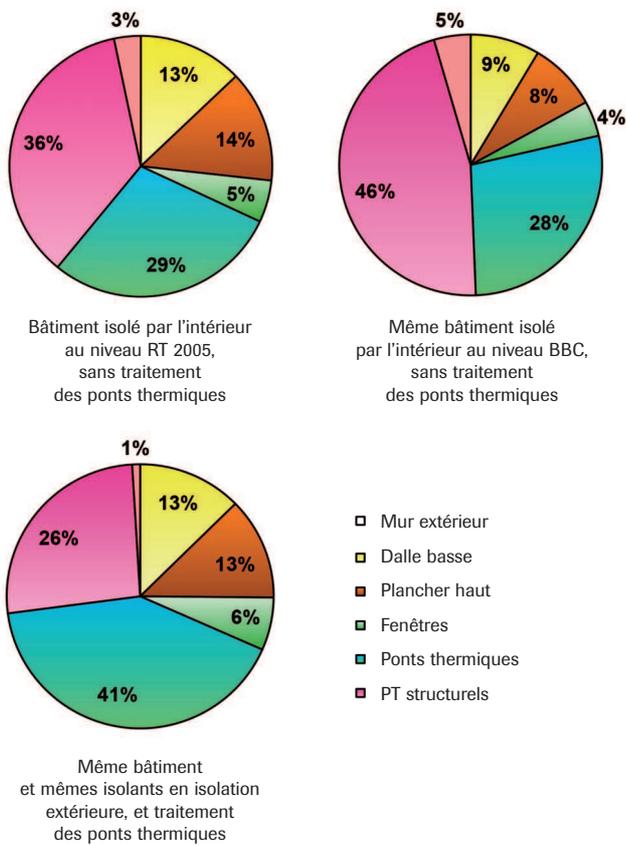


Figure 3 : répartition des déperditions par les parois pour un bâtiment selon son niveau d'isolation et le traitement des ponts thermiques. Les ponts thermiques structurels ont été dissociés des déperditions par les murs pour illustrer le propos.

À contrario, on constate qu'un traitement complet des ponts thermiques et ponts thermiques structurels permet de réduire fortement leur impact et d'améliorer grandement la performance de l'enveloppe.

Au-delà de la problématique énergétique, il faut également souligner que la présence de ponts thermiques génère un risque de pathologie du bâtiment. En effet, les ponts thermiques créent à l'intérieur des bâtiments des points froids sur lesquels l'humidité de l'air peut se condenser. Cela génère alors au mieux des traces d'humidité (fantômes), et **au pire des dégâts sur le bâti**.

### 1.3 - Le phénomène de concentration de flux

Une bonne image pour se représenter le phénomène des ponts thermiques est celle du barrage sur un cours d'eau : tant qu'il manque une pierre au barrage, l'eau continue de couler par la moindre faille restante. Pire que cela, la vitesse de l'eau augmente quand la taille des fuites diminue.

C'est ce que l'on appelle le phénomène de concentration de flux. De façon similaire, si l'on néglige de traiter tous les ponts thermiques dans un bâtiment très isolé, la chaleur va se précipiter par les défauts d'isolation qui restent, avec un flux de chaleur d'autant plus intense que l'isolation est performante.

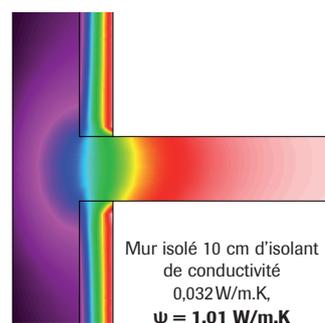
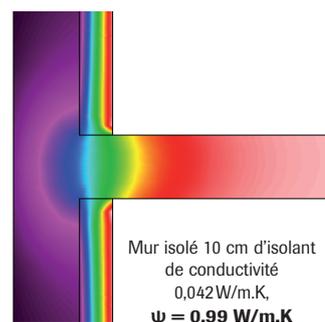
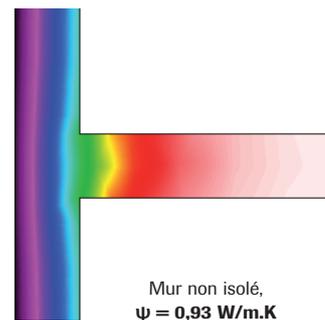


Figure 4 : illustration du phénomène de concentration de flux dans le cas de la liaison plancher intermédiaire – mur en isolation intérieure. Modélisation sous THERM.

On voit que la valeur  $\psi$  du pont thermique, qui reflète l'intensité du flux de chaleur, augmente avec la présence et la performance de l'isolant.

## 2 - RÉDUIRE LES PONTS THERMIQUES

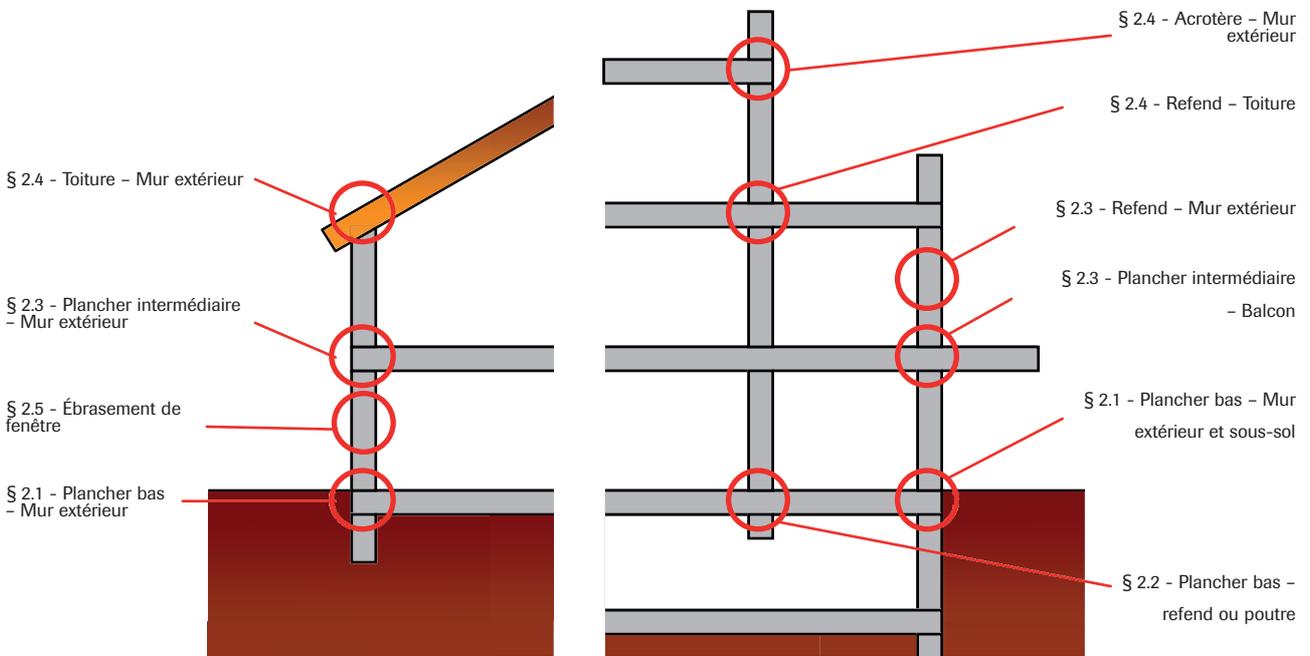


Figure 5 : illustration des principales familles de ponts thermiques.

On distingue différentes catégories, généralement nommées d'après les éléments constructifs dont la liaison est le lieu du pont thermique.

La démarche de conception à faibles ponts thermiques nécessite de faire le tour de l'enveloppe chauffée sur les plans et sur différentes coupes. Un pont thermique est présent à chaque fois que l'isolant est discontinu (balcon, refend traversant, poutre non isolée...) ou bien que sa surface est augmentée pour contourner un élément constructif (poutre, acrotère...) ou pour relier des éléments constructifs entre eux (retour d'ITE en ébrasement de menuiserie...).

### 2.1 - Liaison plancher bas – mur extérieur

On distingue deux cas assez différents : les dalles basses sur terre-plein, et les dalles sur vide-sanitaire ou sous-sol non chauffé.

#### 2.11 - Dalle basse sur terre-plein

La solution la plus efficace pour traiter la liaison du plancher bas avec le mur extérieur et les fondations est la dalle flottante sur isolant. La remontée périphérique d'isolant que permet cette technique rompt efficacement le pont thermique entre la dalle et la longrine. Dans le cas d'une isolation extérieure, le prolongement de l'isolation le long de la longrine permet de compléter le

traitement du pont thermique.

Certains systèmes permettent même de se passer totalement de longrine pour les bâtiments de faible hauteur.

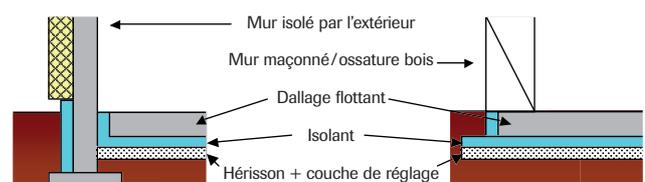


Figure 6 : coupe de principe d'isolation sous dallage flottant.

#### 2.12 - Dalle portée sur vide-sanitaire ou sous-sol non chauffé

Dans ce cas, la coupure thermique en périphérie de la dalle n'est plus possible, sauf à mettre en œuvre des rupteurs de pont thermique.

La solution la plus courante consiste alors à prolonger les isolants de part et d'autre de la longrine ou du mur. Le pont thermique reste important car la dalle reste en contact avec les fondations via la longrine.

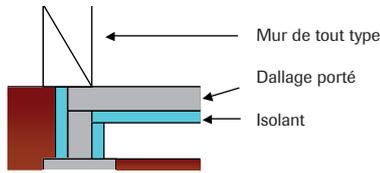


Figure 7 : coupe de principe d'isolation de dallage porté.

Une solution innovante est déjà utilisée en Allemagne dans les maisons passives. Il s'agit de mettre en œuvre du verre cellulaire ou du béton cellulaire en coupure thermique en pieds de mur, dans le prolongement d'une isolation sous chape. Cette solution est tout à fait réaliste en termes de structure pour des bâtiments de faible hauteur, et apparaît en France chez certains fabricants.

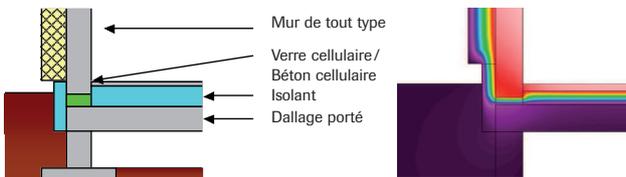


Figure 8 : coupe de principe d'isolation de dallage porté avec coupure thermique en verre cellulaire ou béton cellulaire.

Figure 9 : modélisation sous THERM du schéma (Figure 8), avec 50 mm de verre cellulaire de conductivité 0,050 W/m.K. = 0,23 W/m.K.

La coupure du pont thermique est ainsi très performante, puisque la valeur du pont thermique chute de  $\psi = 0,66 \text{ W/m.K}$  dans la configuration de la figure 7 à  $\psi = 0,23 \text{ W/m.K}$  avec une coupure thermique en verre cellulaire (figure 8).

L'inconvénient de cette solution est que l'inertie de la dalle n'est plus mobilisable, ce qui est défavorable pour le confort d'été. Elle reste très pertinente si elle est couplée à un plancher chauffant relié à une pompe à chaleur géothermique pouvant assurer le rafraîchissement passif par géocooling (circulation directe de l'eau des capteurs géothermiques dans le plancher).

## 2.2 - Liaison refend - plancher bas / poutres



Figure 10 : isolation de poutres sur leurs trois faces.

### 2.21 - Poutres

Les poutres doivent être isolées sur leurs trois faces, comme l'illustre la photo ci-dessus. Idéalement on utilise la même épaisseur que l'isolant courant sous dalle.

### 2.22 - Refend traversant

De façon générale, les refends traversant un plancher bas ne sont traités au mieux que par retombées d'isolants de part et d'autre. Le pont thermique reste assez important.

On peut cependant réaliser une coupure thermique avec du verre cellulaire ou du béton cellulaire de façon comparable au schéma de la figure 10, sous réserve du respect des compressibilités maximales de ces matériaux.

## 2.3 - Liaison plancher intermédiaire - mur / balcon

### 2.31 - Sans balcon

L'isolation par l'extérieur est la solution la plus simple et la plus efficace pour couper les ponts thermiques des planchers intermédiaires.

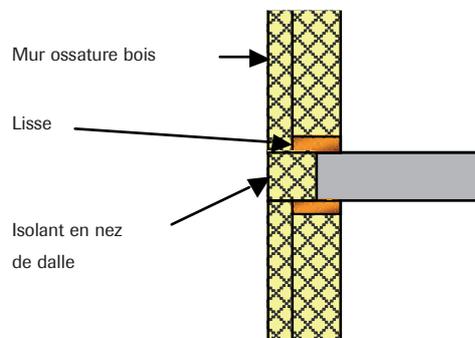


Figure 11 : exemple de coupe de principe de mur en ossature bois en nez de dalle intermédiaire.

On peut souligner également que dans le cas d'un bâtiment dont les façades sont en structures bois rapportées sur des dalles portées par des refends, il est souvent nécessaire pour raisons phoniques et de coupe-feu que la dalle pénètre dans le complexe de façade. La rupture du pont thermique nécessite dans ce cas de conserver une part importante de l'isolant en nez de dalle.

Il est également important de veiller à ne pas créer une continuité entre les lisses bois et le nez de dalle, qui créerait une faiblesse thermique continue du béton à l'extérieur via le bois (qui reste bien plus conducteur que les isolants).

**NB :** ces solutions sont valables également pour traiter les liaisons refend – mur extérieur.

### 2.32 - Avec balcon

Un balcon en béton qui traverse l'isolant génère naturellement un pont thermique majeur qu'il faut absolument minimiser. Pour cela, plusieurs approches existent :

#### 2.321 - Balcon partiellement désolidarisé

Cette solution consiste à couper partiellement la dalle par la présence d'une réservation remplie d'isolant entre le mur et le balcon, au droit de l'isolant extérieur. Le balcon reste porté par des accroches ponctuelles.



Figure 12 : balcon partiellement désolidarisé.

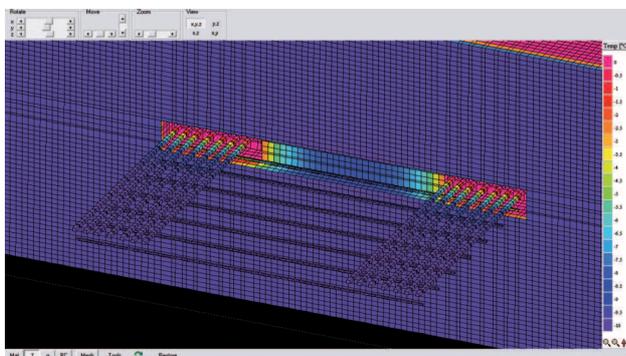
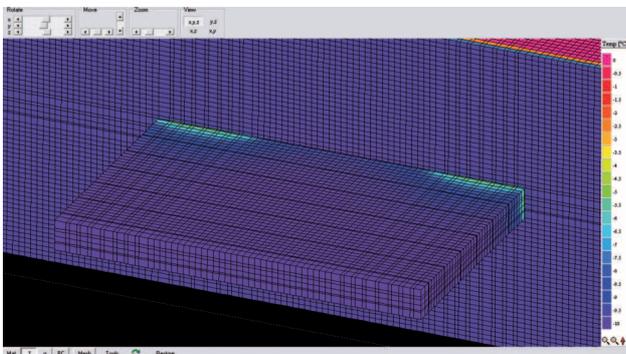


Figure 13 : modélisation 3D sous HEAT3 du pont thermique d'un balcon partiellement désolidarisé.

L'image du bas montre le ferrailage qui a été modélisé précisément.

Comme on peut s'en douter, le phénomène de concentration de flux réduit fortement l'intérêt de cette solution.

Une modélisation 3D permet de quantifier cet effet. Attention, pour être précise, la modélisation doit prendre en compte le ferrailage qui est particulièrement dense au niveau des accroches ponctuelles. L'effet de la concentration de flux ajoute de 25 à 50 % de déperditions supplémentaires. Par exemple, pour un balcon de 2 m de longueur, désolidarisé sur 1 m et porté par 2 x 50 cm, il faut donc compter non pas 1 m mais 1,25 à 1,5 m de pont thermique déterminé selon les règles Th-U. Le pont thermique moyen rapporté à la longueur totale est ainsi compris entre  $\psi = 0,66$  et  $0,80$  W/m.K (contre  $1,06$  W/m.K pour un balcon classique) selon la densité de ferrailage.

**NB :** la modélisation montre également que la température de surface dans le logement chute à moins de  $16$  °C (pour  $20$  °C intérieur et  $-10$  °C extérieur) pour la configuration modélisée, ce qui provoque de la condensation dès que l'humidité relative de l'air atteint 75%. Un risque de condensation occasionnel est donc généré par ce pont thermique au droit des accroches ponctuelles.

Dans cette même catégorie de pont thermique, on retrouve également les balcons à structure métallique accrochés en nez de dalle avec une platine. Attention, le pont thermique est loin d'être nul comme on le pense parfois. Dans ce cas également, la concentration de flux génère une déperdition importante et un risque ponctuel de condensation. Cette solution pourrait être fortement améliorée par l'interposition de rupteurs de ponts thermiques entre la dalle et la platine métallique.

Une variante est envisageable, sans l'inconvénient de la concentration de flux liée à la forte conductivité du métal : il s'agit de balcons en structure bois accrochés à la façade par des platines avec ou sans rupteur. Cette technique est utilisée notamment en Suisse. Elle semble transposable au contexte réglementaire français pour les bâtiments de faible hauteur, mais plus compliquée pour les bâtiments plus élevés en raisons des contraintes liées aux incendies.

#### 2.322 - Mise en œuvre de rupteurs de pont thermique

Cette solution, souvent jugée onéreuse, reste cependant largement moins chère que les balcons totalement désolidarisés. Ces dispositifs permettent de réduire le pont thermique entre  $\psi = 0,25$  et  $0,50$  W/m.K environ, en fonction des densités de ferrillages, et donc de la portée du balcon.

**NB :** les fournisseurs donnent généralement une conductivité équivalente du rupteur qu'il est nécessaire d'interpréter avec un calcul 2D.

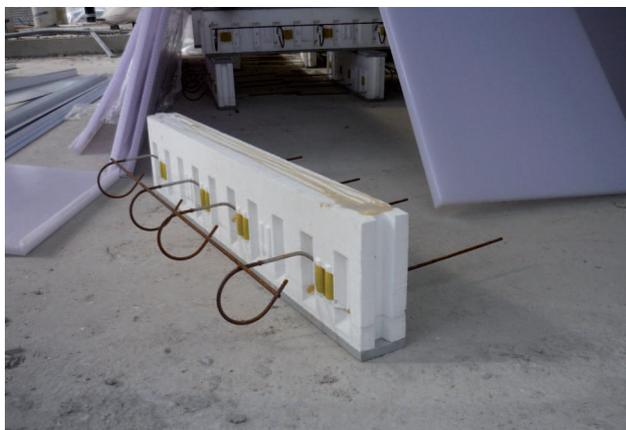


Figure 14 : rupteur de pont thermique pour balcon.

### 2.323 - **Balcon désolidarisé**

Cette solution est la seule qui permette une rupture complète du pont thermique. Le principe est de désolidariser complètement les balcons de la façade, en créant une structure porteuse. On parle également de balcon autoporté.

C'est en revanche la solution la plus coûteuse puisqu'elle nécessite des fondations et une structure généralement métallique.



Figure 15 : balcon totalement désolidarisé (ou autoporté).

## 2.4 - Liaison plancher haut – mur extérieur/ acrotère

La solution la plus simple et la plus efficace pour traiter ce pont thermique est d'assurer la continuité de l'isolant autour de l'acrotère. Les trois faces de l'acrotère doivent être isolées.

On voit sur l'image infrarouge (figure 6) que l'absence d'isolation sur un côté d'un acrotère crée une déperdition importante qui s'accompagne d'un risque de condensation en sous-face de dalle.

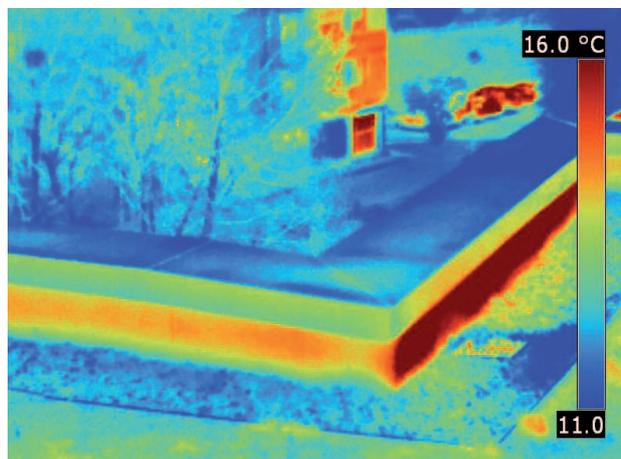


Figure 16 : thermogramme.  
Acrotère non isolé sur une face  
(vue depuis la toiture-terrasse).



Figure 17 : acrotère  
partiellement désolidarisé.

L'approche par coupure thermique partielle des acrotères (comparable à la solution des balcons partiellement désolidarisés, voir figure 17 ci-dessus) peut sembler pertinente, mais en réalité, le phénomène de concentration de flux réduit considérablement son intérêt et génère un risque ponctuel de condensation au droit des accroches. L'isolation des trois faces de l'acrotère est largement préférable.

En toiture, on rencontre également un pont thermique délicat lorsqu'un local technique en maçonnerie est présent en toiture. Une solution élégante, lorsque cela est possible, est de réaliser ce local technique en structure bois. Sinon il est souvent préférable, pour traiter le pont thermique, d'isoler ce local par l'extérieur, en continuité de l'isolation de la toiture.

## 2.5 - Traitement des ébrasements de fenêtre

En isolation intérieure comme en isolation extérieure, la continuité de l'isolant avec les menuiseries est cruciale. En effet, ces ponts thermiques, encore parfois négligés, sont ceux qui présentent souvent le plus grand linéaire total.

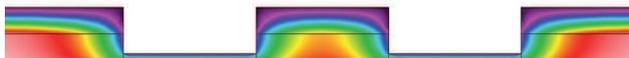


Figure 18 : modélisation sous THERM d'une isolation extérieure avec menuiseries au nu intérieur sans retour d'isolant en tableau.

L'isolation des ébrasements, qui semble aujourd'hui acquise dans la construction neuve, est malheureusement encore souvent oubliée en rénovation, où il n'est pas rare de voir des travaux d'isolation extérieure réalisés sans que les tableaux soient isolés.

L'illustration ci-dessus montre les profils de température dans le cas de deux fenêtres au nu intérieur, distantes d'un mètre. On constate que l'influence des ponts thermiques des tableaux se propage sur toute la largeur entre les menuiseries. La température de surface intérieure du mur chute entre 3 et 14 °C (pour 20 °C intérieur et -11 °C extérieur), ce qui provoque un phénomène de parois froides (inconfort) et surtout **un risque majeur de condensation et de dégradation du bâti**.

Les coffres de volet roulant nécessitent également un traitement particulier. En effet, un coffre de volet roulant classique génère à la fois un défaut d'étanchéité à l'air et un défaut d'isolation important. La stratégie à privilégier, d'un point de vue thermique, outre les occultations type volet ou volets coulissants, est celle des coffres de volet roulant extérieurs et fortement isolés. On veillera particulièrement à ce que les coffres soient isolés par rapport au voile béton, comme l'illustre la photo ci-dessous (figure 19).



Figure 19 : isolant en réservation derrière un coffret extérieur de volet roulant.

Pour conclure sur les ponts thermiques liés aux menuiseries, on souligne qu'il existe aujourd'hui toute une gamme de rupteurs de ponts thermiques pour la fixation des volets et volets coulissants sur un système d'isolation extérieure par isolant sous enduit.

## 3. PRENDRE EN COMPTE ET RÉDUIRE LES PONTS THERMIQUES STRUCTURELS (PTS)

Les ponts thermiques structurels sont encore aujourd'hui trop rarement pris en compte dans la détermination des performances thermiques des parois. Or, on verra qu'ils peuvent représenter jusqu'à 50% de dégradation de la valeur U d'une paroi.

### 3.1 - PTS en isolation intérieure et en toiture

Les ponts thermiques structurels des doublages intérieurs sont classiquement ceux des rails métalliques utilisés comme support de parement. Pour un rail tous les 60 cm traversant intégralement l'isolant, la dégradation représente 0,12 W/m<sup>2</sup>.K qui s'ajoute à la valeur U.

Dans le cas des toitures, les équerres métalliques fixées sur les chevrons concentrent les flux thermiques et les transmettent aux rails qui les rediffusent.

Plusieurs stratégies sont possibles pour rompre ces ponts thermiques :

- prévoir une couche d'isolant filante qui rompt le pont thermique (entre le rail et le mur en ITI, entre solives pour la toiture) ;
- utiliser des structures de doublage à faible pont thermique qui ont été développées pour les murs et pour les toitures (voir figure 20).



Figure 20 : structure de doublage intérieure à faible pont thermique structurel.

### 3. 2 - PTS en isolation extérieure

On distingue trois familles de ponts thermiques structurels en isolation extérieure : les équerres, les chevilles, et les ossatures bois. Pour ces dernières, on se référera au paragraphe 3.3 relatif aux parois en ossature bois.

#### 3.21 - Équerres

Les équerres sont généralement utilisées pour supporter les parements lourds comme les bardages. Ces éléments métalliques traversent les isolants de part en part, souvent avec un profil créant une lame d'air, **ce qui dégrade la performance de la paroi jusqu'à 50%** : par exemple une paroi isolée par 17 cm de laine minérale de conductivité 0,038 W/m.K présente non pas une performance  $U = 0,21 \text{ W/m}^2\text{.K}$  (valeur si on néglige les ponts thermiques structurels) mais de  $0,32 \text{ W/m}^2\text{.K}$  soit 50 % de déperdition en plus.



Figure 21 : équerres métalliques support de bardage.



Figure 22 : profil métallique support de bardage créant une lame d'air.

Quelles solutions apporter à ce problème ?

Les cales plastiques, dites « rupteurs », insérées entre l'équerre et le mur, sont en réalité peu efficaces car elles restent traversées par des chevilles métalliques. Dans l'exemple précédent, ce système ne permet d'abaisser le coefficient  $U$  de la paroi que de  $0,32$  à  $0,31 \text{ W/m}^2\text{.K}$ .

En revanche, certains fabricants commencent à commercialiser des supports de bardage non pas métalliques mais en matière plastique renforcée de fibre de verre. Ces véritables rupteurs de ponts thermiques nous semblent très prometteurs.

Une solution alternative est la double isolation intérieure et extérieure, qui présente par ailleurs de nombreux avantages (forte performance en cumulant deux isolants d'épaisseur très courante, possibilité d'intégrer les réseaux électriques dans le doublage, meilleure effusivité des murs, donc meilleur confort à la relance...). En abaissant la température du voile béton, cette double isolation permet de rompre efficacement le pont thermique des équerres.

#### 3.22 - Chevilles

De la même façon que les équerres métalliques, les chevilles métalliques traversant les isolants créent une déperdition qui, multipliée par le nombre important de chevilles, représente un impact non négligeable. Ainsi, toujours sur notre exemple d'une ITE de 17 cm, cette fois fixée par chevilles classiques, la performance de la paroi n'est pas de  $U = 0,21 \text{ W/m}^2\text{.K}$  (hors pont thermique structurel) mais de  $0,30 \text{ W/m}^2\text{.K}$  soit **40 % de déperdition supplémentaire**.

Les solutions sont assez comparables à celles décrites pour les équerres :

- Il existe des chevilles à faible pont thermique structurel : certaines ont une âme en inox avec une tête uniquement en plastique, d'autres sont intégralement en plastique. On trouve également des systèmes permettant de creuser l'isolant en même temps que l'on perce le béton, pour faire rentrer la rosace dans l'isolant et la recouvrir par un bouchon isolant. À titre d'ordre de grandeur, ces chevilles génèrent un pont thermique structurel unitaire inférieur ou égal à 0,002 W/K.
- La solution de la double isolation intérieure et extérieure permet aussi de rompre le pont thermique des chevilles.



Figure 23 : cheville fixant un isolant sous enduit.

### 3.23 - Qu'en est-il des prémurs isolants ?

Les techniques de prémurs isolants ne sont pas exemptes de ponts thermiques structurels. Il convient de prendre en compte les valeurs indiquées dans les avis techniques, et de veiller à leur bonne mise en œuvre en phase chantier (notamment le bon traitement des raccords entre prémurs, ainsi que la réalisation du rebouchage en isolant des trous nécessaires pour le levage).

### 3.3 - PTS en ossature bois

La construction en ossature bois, ainsi que l'isolation extérieure sur support d'ossature bois, sont naturellement sujettes à des ponts thermiques structurels qu'il est impératif de prendre en compte.



Figure 24 : isolation extérieure sur ossature bois (en rénovation).

Si l'on poursuit l'exemple d'une isolation par 17 cm de laine minérale de conductivité 0,038 W/m.K, la présence d'une ossature bois la traversant de part en part dégrade la performance de  $U = 0,21 \text{ W/m}^2\text{.K}$  à  $0,27 \text{ W/m}^2\text{.K}$  soit 25 % de déperdition en plus, ce qui n'est pas aussi catastrophique que dans le cas des équerres sur voile béton, mais néanmoins loin d'être négligeable.

Les poutres en I permettent de diminuer le pont thermique structurel par rapport à une pièce de bois massive, mais non de le supprimer totalement.

La solution est de diviser l'isolant en deux lits : le premier dans l'épaisseur de l'ossature principale, et le second maintenu par des chevilles, équerres ou une structure bois croisée. De cette manière, si l'on répartit les 17 cm en 12 cm dans l'ossature principale et 5 cm dans une structure bois croisée, le coefficient  $U$  de la paroi redescend à  $0,24 \text{ W/m}^2\text{.K}$  (ce qui représente encore 15 % de dégradation par rapport au calcul sans pont thermique structurel).

On veillera également à ce qu'aucune équerre métallique ne traverse de part en part les lits d'isolant, ce qui nous ramènerait au cas décrit au paragraphe 2.21.

## CONCLUSION

Les principes de la construction à faibles ponts thermiques se basent sur une démarche simple, qui consiste à pouvoir faire le tour de n'importe quelle coupe du bâtiment en suivant en continu la frontière isolante. Il faut retenir qu'une surface non isolée où du béton relie directement l'intérieur à l'extérieur crée une zone déperditive dont l'influence se propage sur plus de 50 cm dans un voile de 20 cm (voir figure 18, paragraphe 2.5). Il est également essentiel de garder à l'esprit le phénomène de concentration de flux, pour ne pas aboutir à de fausses bonnes

solutions qui concentrent les problèmes au lieu de les traiter. La gestion des ponts thermiques structurels commence par leur prise en compte systématique dans le calcul des performances des parois. Sans cela, il faut s'attendre à des contre-performances qui peuvent s'avérer importantes (jusqu'à 50 % de déperditions supplémentaires).

Pour réduire ces ponts thermiques structurels, il faut, autant que possible, remplacer le métal des équerres ou des chevilles par des matériaux moins conducteurs, et / ou diviser les isolants en plusieurs lits qui rompent chacun les ponts thermiques structurels de l'autre. ■

En complément de cette fiche d'informations techniques, la MAF a édité la fiche conseil « **Recommandations de la MAF pour l'application de la RT 2012** ».

À télécharger sur :

**maf.fr** > espace adhérent > documentation

**mafcom.com** > contenu documentaire

**Crédits photos :** Enertech

## **Les fiches d'informations techniques de la MAF sur la RT 2012**

**élaborées par Enertech**

**T 16 – L'étanchéité à l'air des bâtiments** – octobre 2012

**T 17 – Les ponts thermiques dans les bâtiments performants** – octobre 2012

**T 18 – Le confort d'été** – parution en 2013

**T 19 – Réseau et installation de ventilation mécanique** – parution en 2013

**T 20 – L'eau chaude sanitaire** – parution en 2013