

Nœuds constructifs et ponts thermiques

Une nouvelle notion a été introduite dans le cadre du renforcement des exigences réglementaires relatives à la performance énergétique des bâtiments : la notion de nœud constructif. Pour faire simple, et pour ceux qui n'en ont jamais entendu parler, un nœud constructif est une forme d'interruption de la continuité de l'isolation thermique de l'enveloppe du bâtiment. Cette nouvelle notion est très souvent accompagnée d'une connotation négative, probablement due aux désagréments causés par un traitement ou une prise en compte inappropriée. Dans le cas d'un nœud constructif non performant ou mal abordé, on parlera plutôt de pont thermique.

La réglementation préfère parler de nœud constructif plutôt que de pont thermique. L'idée est de dire que lorsque l'on fait attention à traiter correctement les détails d'exécution d'un point de vue thermique, les problèmes intrinsèques aux ponts thermiques peuvent être très fortement réduits. Le nœud constructif est défini comme un endroit où peuvent apparaître des pertes thermiques supplémentaires¹ sans pour autant qu'elles ne soient excessives et surtout sans qu'elles ne donnent naissance à des problèmes de condensation ou de moisissure.

Dans tous les cas, les nœuds ne laisseront pas le concepteur indifférent car ils sont présents partout dans nos bâtiments et nécessitent un important travail d'évaluation et de recherche de solutions, ce qui pourra être perçu comme contraignant. D'autre part, trouver des solutions pour les traiter c'est résoudre des problèmes architecturaux d'importance et mener nos bâtiments vers l'excellence énergétique, ce qui ne manquera pas d'être source de satisfaction.

Quelque soit votre ressenti face à la problématique, que vous soyez concepteur, prescripteur ou utilisateur, vous n'aurez plus le choix et serez obligés dorénavant de vous en soucier. Non seulement le niveau de performance que l'on attend à présent de nos nouveaux bâtiments et de nos rénovations ne permet plus de négliger la question mais aussi la réglementation PEB nous impose (pour les demandes de permis d'urbanisme déposées après le 1^{er} mai 2012) de les prendre en compte au moins sous une forme simplifiée. Voici donc venue l'occasion de vous proposer un petit état des lieux.

Motivations

Retrouver 80 nœuds constructifs dans une maison unifamiliale classique est un premier ordre de grandeur que l'on peut retenir : cela permet de situer l'ampleur du problème. Suivant certaines études², les pertes de chaleur dues aux nœuds constructifs mal traités sont de 6 % pour les maisons et de 7 % pour les appartements. Plus récemment (2009), on a pu montrer que 4 % des pertes de chaleur sont dus aux nœuds constructifs mal traités dans les bâtiments passifs et basse énergie. Ces chiffres pourraient donner une fausse idée de la réalité si on ne rappelle pas qu'il peut y avoir jusqu'à un facteur 10 entre les consommations énergétiques d'une maison classique et celles d'une maison passive. Les 4 % annoncés ci-dessus sont dès lors une bonne performance, fruit d'un travail de conception indispensable pour atteindre une performance énergétique élevée. Enfin, une analyse de l'impact des détails techniques sur cinq types d'habitation montre qu'il est réaliste d'imaginer de gagner de l'ordre de 6 points sur le niveau K entre la pratique habituelle et un traitement efficace des nœuds constructifs.

¹ Dans certains cas, tels que les angles sortants par exemple, il est possible que le nœud constructif donne lieu à des pertes thermiques inférieures. Le coefficient de transfert thermique est alors négatif et on parle de nœud constructif positif.

² Etudes VLIET SENVIVV (1995-1997) et étude Koudebrug-IDEE.

Faut-il le rappeler, les nœuds constructifs mal traités sont sources de pertes de chaleur et peuvent être à l'origine d'un risque de sous-dimensionnement de l'installation de chauffage. Ils ouvrent également la possibilité de températures de surface intérieure faibles pouvant mener à des risques de condensation et donc de moisissures. Ces phénomènes menant alors à des problèmes d'hygiène notamment liés à des risques d'allergies. D'autre part, la condensation présente un autre danger, celui de la détérioration des matériaux due à l'augmentation de l'humidité.

Définition et sens physique

Un pont thermique est la partie de l'enveloppe d'un bâtiment où la résistance thermique, par ailleurs uniforme, est modifiée de façon sensible, soit par la pénétration de l'enveloppe du bâtiment par des matériaux différents, soit par un changement dans l'épaisseur de la structure ou encore par une différence entre les structures intérieures et extérieures, comme il s'en produit aux liaisons paroi / plancher / plafond. Le coefficient de transmission thermique linéique (pont thermique linéaire) est noté Ψ . On obtient la valeur Ψ sur base de l'expression suivante :

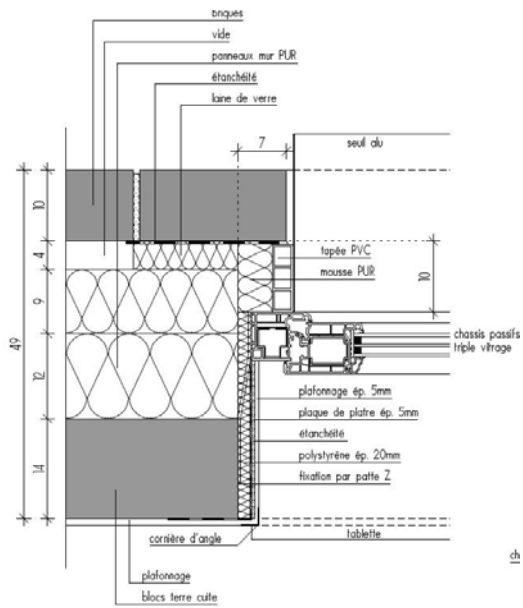
$$\Psi \text{ [W/mK]} = L^{2D} - \sum_i U_i L_i$$

“ perte PT = perte du PT et de la portion de mur – perte de la portion de mur seule ”

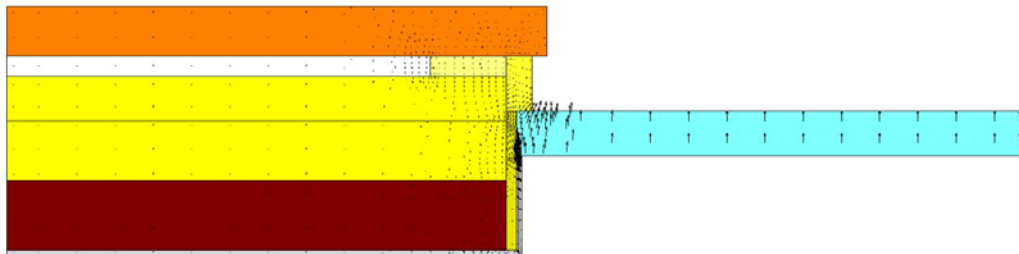
Le sens physique est le suivant :

- L^{2D} représente le coefficient de transmission thermique dû à la présence du pont thermique plus la portion de paroi environnant le pont thermique (dans les différentes méthodes d'évaluation des ponts thermiques, on évalue le coefficient de transmission thermique d'une bande de paroi de par exemple 2 m de large centrée sur le pont thermique) ;
- $\sum_i U_i L_i$ est le coefficient de transmission thermique de la portion de paroi environnant le pont thermique (autrement dit, dans l'exemple cité ci-dessus, on retranche à L^{2D} le coefficient de transmission thermique d'une bande de paroi similaire à la bande de 2 m de large environnant le pont thermique mais dans laquelle il n'y aurait pas de pont thermique).

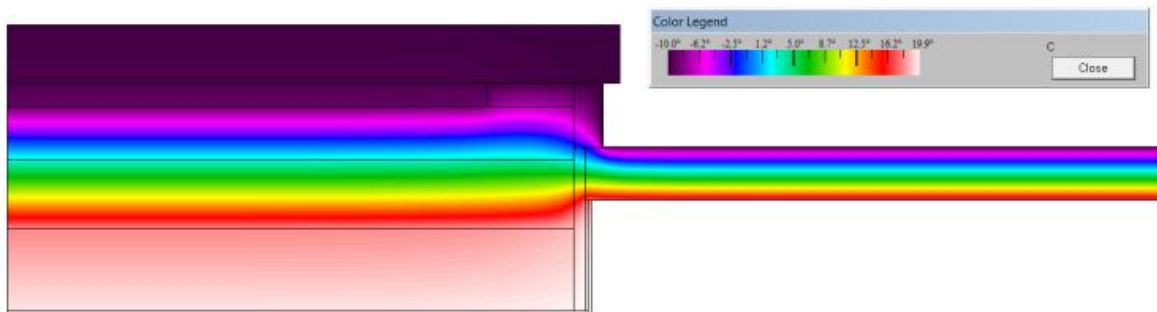
A titre d'illustration, voici l'exemple du traitement du nœud constructif constitué par le raccord entre un châssis et la maçonnerie :



Raccord entre châssis et maçonnerie : vue en plan (source PMP)



Raccord entre châssis et maçonnerie : diagramme de flux suivant Therm (source PMP)



Raccord entre châssis et maçonnerie : diagramme infrarouge suivant Therm (source PMP)



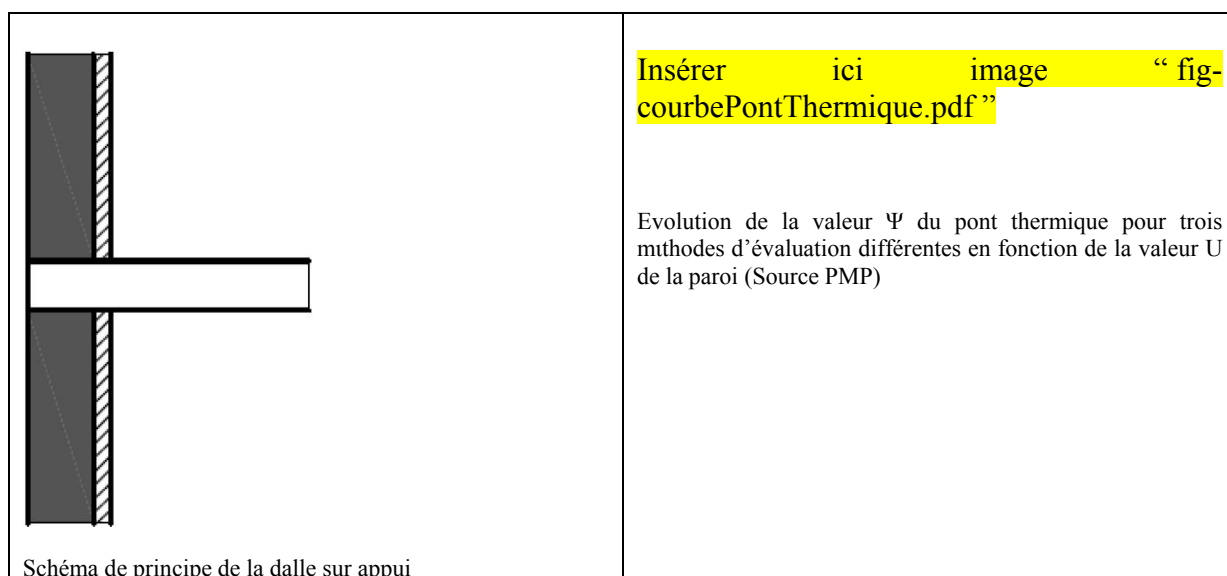
Raccord entre châssis et maçonnerie : photo de la réalisation (on visualise le caisson PVC abritant le retour d'isolant devant le dormant du châssis) (source PMP)

Les méthodes disponibles et leur précision

Le choix de la méthode de détermination du coefficient de transmission thermique linéique (valeur Ψ) dépend du degré de précision souhaité dans les calculs. Les méthodes de détermination possibles sont les calculs numériques (précision $\pm 5\%$), les catalogues de ponts thermiques ou les calculs manuels ($\pm 20\%$) et les valeurs par défaut (jusqu'à 50% et au-delà).

Les calculs numériques sont à réaliser selon les procédures de calcul décrites dans la norme NBN EN ISO 10211. En pratique, on aura recours à un logiciel de calcul dynamique validé pour réaliser le calcul numérique. L'annexe IV de l'arrêté du 17 avril 2008 propose des valeurs par défaut dites de sécurité pouvant servir pour tous les raccordements entre éléments de bâtiment pour lesquels on manque de données précises. Nous renvoyons aux normes pour plus de détails sur la description des différentes méthodes.

Pour illustrer les ordres de grandeur de précision évoqués, il est possible, à titre d'exemple, de comparer l'évolution de la valeur d'un pont thermique linéaire suivant différentes méthodes. La figure ci-dessous donne l'exemple du pont thermique créé par une dalle continue sur appui, évalué suivant trois méthodes.



Cet exemple montre l'intérêt d'évaluer un pont thermique avec une méthode précise. En effet, le graphique montre que les valeurs Ψ peuvent évoluer du simple au double suivant la configuration étudiée et la méthode utilisée. On remarque également que l'écart entre les méthodes augmente considérablement lorsque la performance de la paroi augmente. Le temps consacré à son évaluation est malheureusement croissant avec le niveau de précision. Il est donc ici question de trouver un compromis entre l'efficacité thermique, la précision recherchée et le temps consacré par le concepteur.

La prise en compte des nœuds constructifs dans la PEB

En simplifiant, la PEB nous laisse le choix entre trois méthodes pour la prise en compte des nœuds constructifs :

Option A, la méthode détaillée. Dans ce cas, chaque nœud constructif est calculé individuellement (typiquement avec un calcul numérique).

Option B, la méthode des nœuds PEB conformes.

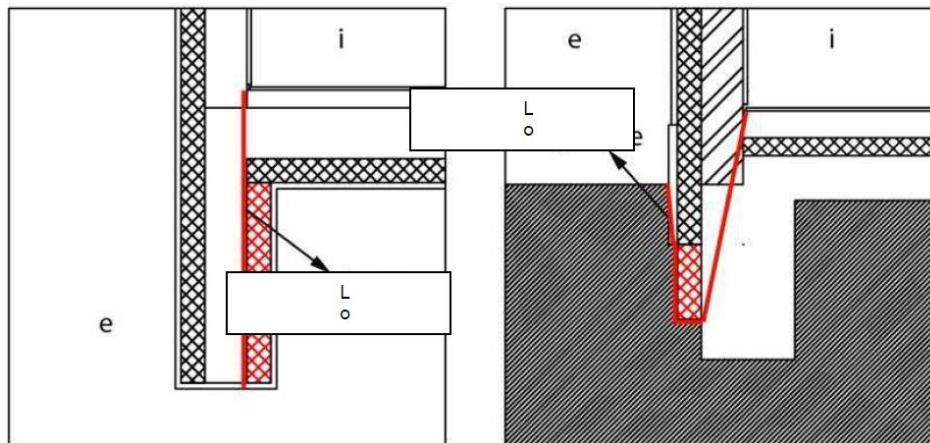
Dans cette méthode, on fait la différence entre les nœuds conformes et ceux qui ne le sont pas. Pour l'ensemble de ceux qui sont conformes, une pénalité forfaitaire de 3 points sera appliquée à la valeur K. Pour les autres, il sera nécessaire de réaliser le calcul détaillé suivant la méthode A ou en utilisant les valeurs par défaut fournies par le logiciel PEB.

Pour être considéré comme PEB conforme, un nœud constructif devra satisfaire à une des trois règles de base fondées sur le principe de la coupure thermique garantie.

La première impose une continuité des couches isolantes grâce à une épaisseur de contact minimale. C'est la "règle du crayon" : il doit être possible de parcourir les couches isolantes à l'aide d'un crayon sans le relever. L'épaisseur de contact entre les couches isolantes devra également satisfaire à certains critères.

La deuxième règle de base impose la continuité des couches isolantes grâce à l'interposition d'éléments isolants. Dans ce cas, les couches isolantes ne sont pas jointives mais des éléments isolants intercalés permettent d'assurer une coupure thermique. Les éléments ainsi intercalés doivent satisfaire à certaines exigences sur leur conductivité thermique (valeur λ), leur résistance thermique (valeur R) ainsi que sur l'épaisseur de contact.

La troisième règle parle de longueur minimale du chemin de moindre résistance. Dans ce cas, les couches isolantes ne se joignent pas et la coupure thermique n'est pas assurée mais le chemin de moindre résistance entre l'intérieur (i) et l'extérieur (e) est plus grand ou égal à 1 mètre.



Exemple de chemin de moindre résistance : L_o doit être supérieur ou égal à 1 mètre

Option C, la méthode du supplément forfaitaire pénalisant le niveau K. Cette méthode, par ailleurs fortement défavorable, consiste à ajouter forfaitairement 10 points à la valeur K.

Pour une description complète et détaillée des types de nœuds constructifs, des trois options, des valeurs par défaut, des valeurs limites, ... se référer aux textes complets de la réglementation (voir ci-dessous).

Quelques outils

Catalogues

- Kobra : <http://www.cstc.be> (taper Kobra dans le moteur de recherche)
KOBRA est un logiciel permettant de consulter une base de données de ponts thermiques. Les dimensions, la conductivité thermique et les conditions aux bords (température intérieure, température extérieure, coefficients de

transfert de chaleur aux surfaces) d'un modèle de pont thermique prédéfini peuvent être modifiées. Avec ces nouvelles données, un calcul du transfert de chaleur stationnaire est effectué.

- Catalogue des ponts thermiques édité par l'Office fédéral de l'énergie OFEN - Suisse : http://www.vd.ch/fileadmin/user_upload/themes/environnement/energie/fichiers_pdf/calcul_pont_thermiques.pdf

Logiciels dynamiques

- Therm : Therm Finitie Element Simulator : <http://windows.lbl.gov/software/therm/therm.html>
- TRISCO Physibel : www.physibel.be

Normes

- NBN EN ISO 10211 : 2008 - Ponts thermiques dans les bâtiments - Flux thermiques et températures superficielles - Calculs détaillés (ISO 10211:2007)
Cette norme internationale établit les spécifications sur les modèles géométriques tridimensionnels et bidimensionnels d'un pont thermique, pour le calcul numérique des flux thermiques, afin d'évaluer la déperdition thermique globale d'un bâtiment ou d'une partie de bâtiment, des températures superficielles minimales, et d'évaluer le risque de condensation superficielle. Ces spécifications incluent les limites du modèle géométrique et ses subdivisions, les conditions aux limites et les valeurs thermiques à utiliser qui lui sont liées.
- NBN B 62-002 : 2008 - Performances thermiques de bâtiments - Calcul des coefficients de transmission thermique (valeurs U) des composants et éléments de bâtiments - Calcul des coefficients de transfert de chaleur par transmission (valeur HT) et par ventilation (valeur Hv)

Réglementation

Wallonie : l'adaptation de la réglementation PEB n'a pas encore été publiée mais l'application de la méthode des nœuds constructifs est actuellement prévue pour toute demande de permis d'urbanisme déposée après le 1^{er} mai 2012 (modification de l'annexe IV de l'arrêté PEB du 17 avril 2008).

Sites

- <http://www.ponts-thermiques.be> : ce site est une initiative de la Plate-forme Maison Passive asbl.
Il a été créé dans le but de faciliter le travail des concepteurs de maisons passives en leur proposant de calculer leurs ponts thermiques, en leur offrant une galerie avec les ponts thermiques calculés et illustrés, en rappelant les bases théoriques de cette problématique et en mettant à leur disposition une base de données des attestations de valeur lambda des matériaux.
- <http://energie.wallonie.be> > Professionnels > Formations, agréments, certifications > Devenir Responsable PEB > L'offre de formation PEB > Nouveau : Formation "Noeuds constructifs"
Retrouvez sur ce site l'offre de formation "noeuds constructifs" permettant aux responsables PEB de se préparer aux nouvelles exigences.