



PRISE EN COMPTE DES NŒUDS CONSTRUCTIFS DANS LE CADRE DE LA NOUVELLE RÉGLEMENTATION PEB

INTRODUCTION

Le terme « *pont thermique* », fort utilisé et connu de tous, n'est volontairement plus utilisé dans la réglementation afin d'éviter la connotation négative qui y est attachée. Dans le domaine du bâtiment, la notion de pont thermique est la plupart du temps associée à un endroit où se produisent des pertes de chaleur excessives et où des problèmes de condensation et de moisissures peuvent apparaître. C'est le cas, par exemple, des planchers qui sont en contact avec le parement extérieur d'un mur creux, ou des linteaux en béton coulés jusqu'à l'extérieur.

Lorsqu'on fait attention à traiter correctement le détail d'exécution du point de vue thermique, les problèmes cités peuvent être réduits à un minimum et on ne peut, en principe, plus parler de pont thermique. C'est la raison pour laquelle le terme « *nœud constructif* » a été introduit.

Un nœud constructif est un endroit de l'enveloppe du bâtiment où peuvent apparaître des pertes thermiques supplémentaires¹ sans pour autant qu'on ait affaire à des pertes thermiques excessives et/ou à des problèmes de condensation ou de moisissures.

La définition conduit à une liste de localisations possibles d'un nœud constructif, mais ne préjuge pas si celui-ci est *bon* ou *mauvais* du point de vue de la physique du bâtiment. A ce sujet, une mise en garde est de rigueur. La réglementation PEB traite les nœuds constructifs d'un point de vue thermique uniquement. Les risques accrus de problèmes d'humidité et de moisissures consécutifs à la condensation résultante de nœuds constructifs très défavorables thermiquement ne sont pas traités par la réglementation PEB, mais engagent bien la responsabilité des concepteurs et bâtisseurs!

Cette info-fiche est un résumé du syllabus « Document explicatif Nœuds constructifs ». Vous pouvez consulter ce document via la rubrique « Notes de cours/formations » de l'onglet « docs utiles » des pages « Qu'est-ce que les travaux PEB? » du site internet de l'IBGE (www.ibgebim.be).

1. INFLUENCE DES NŒUDS CONSTRUCTIFS SUR LA PEB

L'annexe 3 de l'arrêté modificatif du 5 mai 2011, modifiant l'annexe V de l'arrêté PEB, fixe la prise en compte de l'incidence des nœuds constructifs sur le coefficient de transfert thermique par transmission (H_T). Le transfert thermique par transmission à travers les nœuds constructifs ($H_T^{junctions}$) est ainsi additionné au transfert thermique par transmission à travers les parois ($H_T^{constructions}$) pour obtenir le transfert thermique total par transmission à travers l'enveloppe du bâtiment. Ainsi, le calcul du transfert thermique par transmission ne se limite plus à un modèle unidimensionnel basé uniquement sur le U des parois et leurs surfaces. La méthode de calcul du transfert par transmission a dorénavant une approche tridimensionnelle, intégrant les influences des nœuds constructifs.

¹ Dans certains cas particuliers, tels que des angles sortants correctement mis en œuvre, un nœud constructif peut au contraire être un endroit de moindre transfert thermique, c'est-à-dire où les transferts thermiques -nœud inclus- sont inférieures aux transferts thermiques d'une surface de déperdition équivalente mais sans nœud constructif. Le coefficient de transfert thermique à travers le nœud sera dès lors négatif. On parlera dans ce cas de nœud constructif favorable ou « positif ».



La modification de H_T par addition de $H_T^{\text{junctions}}$ influence

- le besoin en énergie pour le chauffage,
 - le besoin en refroidissement,
 - l'indicateur de surchauffe,
- ayant pour effet une augmentation du niveau K et du niveau E.

En effet, jusqu'alors, seuls les transferts thermiques par transmission au travers des parois étaient pris en compte pour le calcul des pertes thermiques par transmission. L'influence des ponts thermiques, bien que réelle et non négligeable, n'était pas prise en compte. Le calcul menait donc à des résultats K et E sous-estimés, cela étant proportionnellement d'autant plus vrai si le U des parois était élevé mais les détails techniques peu soignés. La prise en compte des nœuds constructifs dans la méthode de calcul de la PEB corrige donc le calcul des pertes par transmission, le faisant coller à la réalité sans plus le sous-estimer, et permet d'attirer l'attention du concepteur sur les risques réels de perte thermique localisée excessive si le détail de jonction est mal étudié.

2. TYPES DE NŒUDS CONSTRUCTIFS

2.1. LES NŒUDS CONSTRUCTIFS PONCTUELS

On parle de nœuds constructifs ponctuels lorsque la couche isolante d'une paroi est interrompue ponctuellement.

Exemples:

- Colonnes qui traversent la couche isolante d'un plancher au-dessus de l'extérieur, d'un parking, d'une cave, ...;
- Poutres perpendiculaires à une paroi qui en interrompent la couche isolante ;
- Points de fixation de capteurs solaires, mâts, ... qui traversent la couche isolante ;
- Ancrages ponctuels de supports de maçonneries (par exemple supports ponctuels de cornières utilisées localement pour soutenir des maçonneries).

2.2. LES NŒUDS CONSTRUCTIFS LINEAIRES

On parle de nœuds constructifs linéaires lorsque, de façon linéaire, la résistance thermique varie en fonction d'un détail constructif.

Un nœud constructif linéaire peut se présenter aux trois endroits suivants :

- à la jonction de deux parois de la surface de déperdition,
- à la jonction entre une paroi de la surface de déperdition et une paroi à la limite d'une parcelle adjacente,
- à l'interruption de la couche isolante dans une même paroi de la surface de déperdition.

2.2.1. JONCTION ENTRE PAROIS DE LA SURFACE DE DEPERDITION

Ce type de nœud constructif linéaire peut être repéré sur une coupe du bâtiment à l'étude. Il faut remarquer que l'identification de ce type de nœud constructif est indépendante de la présence ou non d'une coupure thermique au niveau du détail : là où deux parois de la surface de déperdition se rejoignent, il s'agit TOUJOURS d'un nœud constructif. Ainsi, une jonction à l'intersection entre l'environnement intérieur, l'environnement extérieur et un EANC constitue toujours un nœud constructif, cela même si la couche isolante est continue. Il est en effet toujours question de la jonction de deux différentes parois de la surface de déperdition: une paroi avec l'environnement extérieur comme limite et une paroi avec un EANC comme limite, chacune avec sa propre valeur U. D'autres exemples de nœuds constructifs linéaires à la jonction entre parois de la surfaces de déperdition sont les acrotères, les appuis de fondation, les raccords de fenêtres ou portes, les jonctions entre deux façades d'orientation différente, ... Vous pouvez consulter quelques exemples graphiques dans le « document explicatif Nœuds constructifs » (pages 8 à 11).



2.2.2. JONCTION ENTRE PAROI DE LA SURFACE DE DEPERDITION ET PAROI A LA LIMITE D'UNE PARCELLE ADJACENTE

Partout où une paroi de la surface de déperdition rejoint un mur qui se trouve sur la limite mitoyenne, il y a toujours présence d'un nœud constructif linéaire, même si le mur ne fait pas partie de la surface de déperdition. Que le mur mitoyen soit au contact d'un autre bâtiment ou de l'environnement extérieur, on aura toujours affaire à un nœud constructif linéaire à la jonction entre la paroi à la limite de la parcelle adjacente et la paroi de la surface de déperdition.

2.2.3. INTERRUPTION DE LA COUCHE ISOLANTE DANS UNE PAROI DE LA SURFACE DE DEPERDITION

Là où une couche isolante d'une paroi est entièrement ou partiellement interrompue linéairement par un matériau avec une conductivité thermique plus élevée, on parle également de nœud constructif linéaire. Il en est ainsi, par exemple, si la couche isolante est interrompue par une conduite d'eau pluviale ou par un profil en acier localisé dans le plan de la paroi.

2.3. LES EXCEPTIONS

Il y a des situations qui provoquent un transfert thermique mais qui ne sont pas considérées comme des nœuds constructifs, soit parce que leur influence sur la déperdition thermique est limitée, soit parce que leur influence est déjà prise en compte dans la perte par transmission à travers les parois de la surface de déperdition.

Vous pouvez consulter quelques exemples graphiques des cas énumérés ci-dessous dans le « Document explicatif Nœuds constructifs » (pages 15 à 19).

2.3.1. PERCEMENTS DE PAROI PAR DES GAINES HORS PLAN

Les percements de la paroi –hors plan de la paroi– causés par des gaines de ventilation, des conduits de fumée, des évacuations d'eau pluviale et autres passages de conduites, ne doivent pas être considérés comme des nœuds constructifs ponctuels.

2.3.2. INTERRUPTIONS DE FORME LINEAIRE OU PONCTUELLE PROPRES A UNE PAROI

Les interruptions de forme linéaire ou ponctuelle qui sont propres à une paroi et qui sont réparties sur sa surface, ne sont pas considérées comme des nœuds constructifs dans la réglementation PEB. Leur influence doit en effet être prise en compte dans la résistance thermique totale RT ou le coefficient de transmission thermique U de la paroi considérée - soit via une méthode de calcul simplifiée (document de référence pour les pertes par transmission), soit via un calcul numérique validé. Exemples : montants et traverses en bois dans des murs à ossature bois, chevrons et rives dans les toitures à versants, etc.

2.3.3. INTERSECTION DE DEUX OU TROIS NŒUDS CONSTRUCTIFS LINEAIRES

L'intersection de deux ou trois nœuds constructifs linéaires n'est pas considérée comme un nœud constructif ponctuel car la perte thermique supplémentaire négligeable.

2.3.4. CONTACT DIRECT AVEC LE SOL

Lorsqu'on considère des parois qui sont, sur toute leur surface, en contact direct avec le sol (p.ex. plancher sur terre-plein), alors les interruptions de la couche isolante de ces parois ne doivent pas être considérées comme des nœuds constructifs. La perte thermique que ces interruptions provoquent, est en effet négligeable. Cette exception ne change rien au fait que deux parois qui se rejoignent –même si la jonction se trouve complètement enterrée- constitue TOUJOURS un nœud constructif. Un appui de fondation ou le passage d'un plancher sur terre-plein à un plancher sur cave ou vide technique, restent toujours des nœuds constructifs.



2.3.5. COUCHE ISOLANTE CONTINUE

Lorsqu'une paroi est interrompue localement par un matériau différent, mais que la couche isolante reste entièrement conservée (pas d'interruption – pas d'amincissement/élargissement – pas de décalages – pas de changement de direction de la couche isolante), alors la déperdition thermique supplémentaire est négligeable, raison pour laquelle cela NE doit PAS être pris en compte comme un nœud constructif linéaire

3. PERFORMANCES THERMIQUES DES NŒUDS CONSTRUCTIFS

Selon que l'on a affaire à un nœud constructif linéaire ou ponctuel, la performance thermique d'un nœud constructif est caractérisée par un coefficient de transmission thermique linéique Ψ_e (exprimé en W/mK) ou un coefficient de transmission thermique ponctuel χ_e (exprimé en W/K). Ces coefficients de transmission thermique caractérisent le supplément qui doit être ajouté à la part unidimensionnel de transfert de chaleur à travers les parois qui a été calculé à partir des valeurs U.

3.1. COEFFICIENT DE TRANSMISSION THERMIQUE LINEIQUE

Le coefficient de transmission thermique linéique Ψ_e d'un nœud constructif linéaire est défini par :

$$\Psi_e = \frac{\Phi_{2D} - \Phi_{1D}}{L \cdot (\theta_i - \theta_e)} \quad \left[\frac{W}{m \cdot K} \right]$$

avec :

- Φ_{2D} : le flux thermique total qui s'échappe de l'environnement intérieur, évalué à l'aide d'un calcul numérique bidimensionnel validé [W] ;
- Φ_{1D} : le flux thermique total qui s'échappe de l'environnement intérieur calculé suivant le modèle de référence unidimensionnel. Dans ce cas, le détail est décomposé en une série d'éléments de plans de construction. Le calcul de référence du transport de chaleur se fait sur base des dimensions extérieures et est caractérisé par les valeurs U_i et les surfaces A_i des parois de la superficie de déperdition qui se rejoignent au droit du nœud constructif. Sa valeur est :

$$\Phi_{1D} = \sum U_i A_i (\theta_i - \theta_e) \quad [W] ;$$

- L : la longueur correspondante de nœud constructif [m];
- $\theta_i - \theta_e$: la différence de température entre les environnements intérieur et extérieur [K].

Dans certains cas particuliers, tels que des angles sortants correctement mis en œuvre (cfr. illustration page 24 du « Document explicatif Nœuds constructifs »), le coefficient de transfert thermique linéique Ψ_e peut être négatif. On parlera alors de nœuds constructifs favorables ou « positifs ». Les nœuds constructifs favorables diminuent le transfert thermique par transmission global du(des) volume(s) K en présence.

3.2. COEFFICIENT DE TRANSMISSION THERMIQUE PONCTUEL

Le coefficient de transmission thermique ponctuel χ_e d'un nœud constructif ponctuel est défini par :

$$\chi_e = \frac{\Phi_{3D} - \Phi_{2D}}{\theta_i - \theta_e} \quad \left[\frac{W}{K} \right]$$

avec :

Φ_{3D} : le flux thermique total qui s'échappe de l'environnement intérieur, évalué à l'aide d'un calcul numérique tridimensionnel validé [W] ;



Φ_{2D} : le flux thermique total qui s'échappe de l'environnement intérieur calculé suivant le modèle de référence bidimensionnel. Dans ce cas, le détail est décomposé en une série d'éléments de construction plans. Le transport de chaleur est alors déterminé par les valeurs U_i et les surfaces A_i des parois de la surface de déperdition (sur base des dimensions extérieures) et des éventuels coefficients de transmission linéaires $\Psi_{e,k}$ et longueurs L_k pour les nœuds constructifs linéaires formés par la jonction entre deux parois. Sa valeur est

$$\Phi_{2D} = \sum U_i A_i (\theta_i - \theta_e) + \sum \Psi_{e,k} L_k (\theta_i - \theta_e) \quad [\text{W}];$$

$\theta_i - \theta_e$: la différence de température entre les environnements intérieur et extérieur [K].

4. PRISE EN COMPTE DES NŒUDS CONSTRUCTIFS DANS LA PEB

Afin de prendre en compte les nœuds constructifs dans le calcul de la PEB, le choix est laissé entre trois méthodes:

- la méthode détaillée (option A),
- la méthode des « nœuds PEB-conformes » (option B),
- la méthode du supplément forfaitaire pénalisant le niveau K (option C).

On ne peut choisir qu'une seule méthode par volume K.

4.1. LA MÉTHODE DÉTAILLÉE ('OPTION A')

La méthode détaillée permet de déterminer le plus exactement possible l'influence des nœuds constructifs sur le transfert de chaleur total par transmission à travers l'enveloppe du bâtiment. Tous les nœuds constructifs linéaires et ponctuels doivent dans ce cas être calculés. On peut le faire soit via un calcul numérique validé au niveau de l'ensemble du bâtiment, soit via un calcul traitant chaque nœud constructif pris individuellement.

Lors du calcul sur l'ensemble du bâtiment, il n'est pas fait de distinction claire entre les parois et les nœuds constructifs. Le bâtiment est modélisé et calculé numériquement dans son ensemble. Cela implique qu'il n'y a pas que la géométrie du bâtiment qui doit être introduite. Les matériaux utilisés et les détails à l'endroit des nœuds constructifs doivent également être encodés.

Dans le cas des calculs individuels pour chacun des nœuds constructifs, le coefficient de transfert thermique est déterminé pour chaque nœud constructif séparément. Une valeur Ψ_e est déterminée pour chaque nœud constructif linéaire et une valeur χ_e pour chaque nœud constructif ponctuel. Pour chaque nœud constructif, deux alternatives existent pour connaître la valeur Ψ_e ou χ_e :

- soit la valeur exacte de Ψ_e et/ou χ_e est déterminée d'après un calcul numérique validé.
- soit on ne réalise aucun calcul numérique validé mais on utilise la valeur par défaut telle que définie aux tableaux 2 et 3 de l'annexe 3 de l'arrêté modificatif. Dans ce cas, il faut garder en mémoire que les valeurs par défaut sont défavorables. L'utilisation systématique de valeurs par défaut sur l'ensemble d'un bâtiment conduira, dans la plupart des cas, à une pénalisation relativement élevée. Les valeurs par défaut sont dès lors uniquement destinées à simplifier la prise en compte des nœuds constructifs (de préférence avec une longueur et/ou un nombre limité) dont les coefficients de transmission thermique linéaires et ponctuels Ψ_e et χ_e ne sont pas facilement disponibles.



Tableau 1 Valeurs par défaut pour les nœuds constructifs linéaires Ψ_e

1. Nœuds constructifs sans coupure thermique avec liaisons structurelles linéaires en acier ou en béton armé	$0.90 + \Psi_{e,lim} (*) \text{ W/m.K}$
2. Nœuds constructifs avec coupure thermique avec liaisons structurelles ponctuelles en métal	$0.40 + \Psi_{e,lim} (*) \text{ W/m.K}$
3. Autres	$0.15 + \Psi_{e,lim} (*) \text{ W/m.K}$
(*) $\Psi_{e,lim}$ du Tableau 3 (cfr. §5.2.2)	

Tableau 2 Valeurs par défaut pour les nœuds constructifs ponctuels χ_e

1. Coupure de la couche isolante par des éléments en métal (z = longueur du côté du carré dans lequel s'inscrit le percement, en m)	$4.7 * z + 0.03 \text{ W/K}$
2. Coupures de la couche isolante par d'autres matériaux que le métal (A = surface du percement, en m ²)	$3.8 * A + 0.1 \text{ W/K}$

Prenant en compte le nombre de mètres courants relatifs à chaque nœud constructif linéaire (l_k), le transfert thermique par transmission au travers des nœuds constructifs HTjunctions, somme des transmissions de l'ensemble des nœuds constructifs, peut être synthétisé comme suit :

$$H_T^{junctions} = \sum_k l_k b_k \Psi_{e,k} + \sum_l b_l \chi_{e,l} \left[\frac{W}{K} \right]$$

Selon les projets et consécutivement à l'option A, les suppléments aux niveaux K et E sont variables et dépendent fortement du soin apporté aux détails constructifs.



4.2. LA MÉTHODE DES NŒUDS PEB-CONFORMES ('OPTION B')

La méthode des nœuds PEB-conformes fait la différence entre les nœuds réputés « conformes » et ceux ne l'étant pas. Un nœud est PEB-conforme si et seulement si il répond à l'une des trois règles de base permettant de le considérer comme « à pont thermique négligeable » ou/et si son coefficient de transmission Ψ_e est inférieur ou égal à la valeur limite $\Psi_{e,lim}$. Tous les nœuds constructifs répondant à l'une de ces règles sont 'PEB-conformes' et il n'est pas nécessaire d'en déterminer leurs nombres et leurs longueurs. L'influence des pertes thermiques par transmission dues à l'ensemble des nœuds conformes est convertie forfaitairement en 3 points K.

Les nœuds qui ne répondent à aucune des règles de conformité, sont quant à eux considérés comme PEB-non conformes et doivent être calculés individuellement via un calcul numérique validé selon la même méthode que celle de l'option A. Leurs impacts sur le transfert thermique par transmission, qu'ils soient positifs ou négatifs, s'additionnent au forfait des nœuds conformes, la somme de l'ensemble ne pouvant être inférieure à 0.

4.2.1. RÈGLES DE BASE

Un nœud constructif sera considéré comme PEB-conforme si il correspond à l'une des trois règles de base. Les règles de base permettent, d'une manière simple et principalement visuelle, de déterminer si un nœud constructif est PEB-conforme ou non. Les règles de base pour un détail à pont thermique négligeable sont basées sur le principe de la 'coupure thermique' garantie. Cela signifie que les couches isolantes de 2 parois jointives de la surface de déperdition doivent s'accoler de manière toujours continue. Cela signifie au moins qu'on 'peut parcourir à l'aide d'un crayon les couches isolantes et les parties isolantes intercalées sans devoir relever ce crayon'.

✓ **REGLE DE BASE 1: Continuité des couches isolantes grâce à une épaisseur de contact minimale**

Les couches isolantes sont jointes directement l'une à l'autre avec une épaisseur de contact minimale. L'épaisseur de contact minimale $d_{contact}$ dépend de l'épaisseur des couches isolantes qui se joignent (d_1 et d_2). L'épaisseur $d_{contact}$ ne peut jamais être inférieure à la moitié de la plus petite des épaisseurs d_1 et d_2 . Plus les couches isolantes sont épaisses, plus l'épaisseur de contact doit être grande.

Règle de base 1

$$d_{contact} \geq \frac{1}{2} * \min (d_1 , d_2)$$

avec

$d_{contact}$	=	l'épaisseur de contact des couches isolantes entre les faces froide et chaude;
d_1 en d_2	=	les épaisseurs respectives des couches isolantes des 2 parois qui se joignent.

✓ **REGLE DE BASE 2: Continuité des couches isolantes grâce à l'interposition d'éléments isolants**

Les couches isolantes ne se joignent pas directement mais il y a des éléments isolants intercalés de sorte que la coupure thermique est conservée.

Dans ce cas, tous les éléments isolants intercalés doivent répondre simultanément à trois exigences :

- 1) la conductivité thermique $\lambda_{insulating}$ part de chacun des éléments isolants doit être inférieure ou égale à 0.2 W/mK.

Exigence de valeur λ

$$\lambda_{insulating\ part} \leq 0.2\ W/mK$$

avec

$\lambda_{insulating\ part}$	=	la conductivité thermique de l'élément isolant.
------------------------------	---	-------------------------------------------------



- 2) la résistance thermique R des éléments isolants doit être suffisamment grande, à savoir, ne pas être inférieure à 2 ou à la moitié de la plus petite des valeurs R₁ et R₂ des couches isolantes.

Exigence R	
$R \geq \min (R_1 / 2, R_2 / 2, 2)$	
avec	
R	= la résistance thermique d'un élément isolant ;
R ₁ en R ₂	= les résistances thermiques des couches isolantes des parois.

- 3) l'épaisseur de contact à l'endroit où les éléments isolants sont intercalés ne peut pas être inférieure à la moitié de la plus petite des épaisseurs des couches isolantes. Cette exigence correspond aux mêmes principes que la règle de base 1.

Exigence d'épaisseur de contact	
$d_{\text{contact},i} \geq \min (d_{\text{insulating part}} / 2, d_x / 2)$	
avec	
$d_{\text{contact},i}$	= l'épaisseur de contact à l'endroit du raccord i ;
$d_{\text{insulating part}}$	= l'épaisseur d'un élément isolant ;
d_x	= l'épaisseur, soit de la couche isolante en contact, soit d'un autre élément en contact.

✓ **REGLE DE BASE 3: Longueur minimale du chemin de moindre résistance**

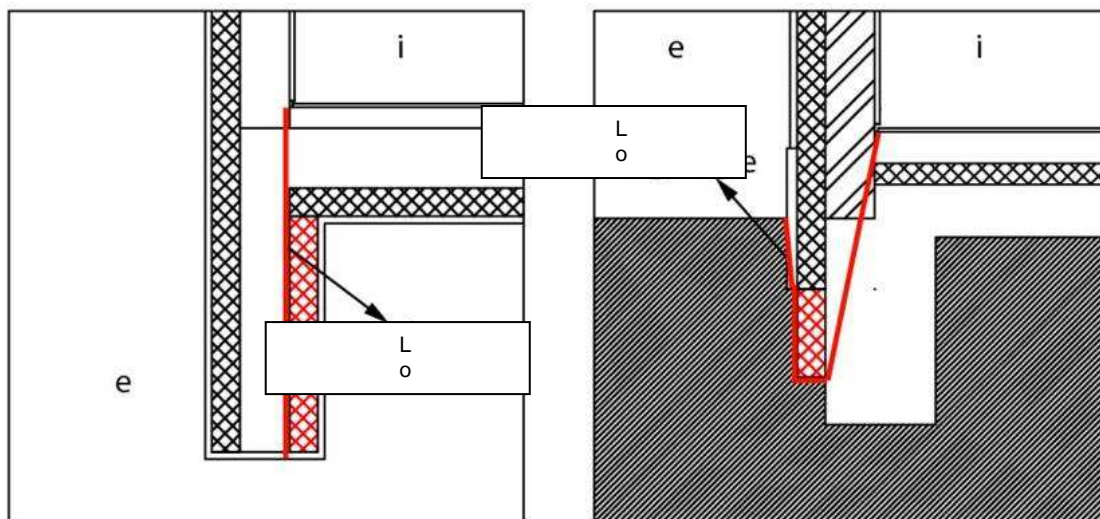
Les couches isolantes ne se joignent pas directement et la coupure thermique ne peut pas être assurée mais le chemin de moindre résistance est suffisamment long. On parle de nœud PEB-conforme lorsque le chemin de moindre résistance est plus grand ou égal à 1 mètre. Lorsque c'est le cas, le flux thermique doit franchir une distance suffisamment grande et la déperdition thermique peut rester limitée.

Règle de base 3	
$l_i \geq 1 \text{ mètre}$	
avec	
l_i	= le chemin de moindre résistance.

Le chemin de moindre résistance est strictement défini comme le plus court trajet entre l'environnement intérieur et l'environnement extérieur ou un espace adjacent non chauffé qui ne coupe nulle part une couche d'isolante ou un élément isolant dont la résistance thermique est plus grande ou égale à la plus petite des deux résistances thermiques R₁ et R₂ des couches isolantes des parois.

Cela signifie qu'on doit dessiner, sur le plan de coupe du nœud constructif, la ligne la plus courte, de l'intérieur vers l'extérieur ou vers un EANC qui ne coupe nulle part une couche isolante. Si la longueur totale de cette ligne est inférieure à 1 mètre, alors il est recommandé d'ajouter de l'isolant, à condition que cet isolant présente une résistance thermique plus grande ou égale à la plus petite valeur de R₁ et R₂. Le chemin de moindre résistance doit contourner les 'obstacles', ce qui l'allonge automatiquement et permet de satisfaire l'exigence pour le nœud constructif.





4.2.2. VALEUR $\Psi_E \leq$ VALEUR $\Psi_{E,LIM}$

S'il est démontré à l'aide d'un calcul numérique validé que la valeur Ψ_e du nœud constructif linéaire est inférieure ou égale à la valeur $\Psi_{e,lim}$ d'application telle que reprise dans le tableau 1 de l'annexe 3 de l'arrêté modificatif, alors le nœud constructif linéaire est considéré comme un nœud PEB-conforme.

Tableau 3 Valeurs limites des coefficients de conductivité linéiques Ψ_e

	$\Psi_{e,lim}$
1. ANGLE SORTANT (1)(2)	
• 2 murs	-0.10 W/m.K
• Autres angles sortants	0.00 W/m.K
2. ANGLE RENTRANT (3)	0.15 W/m.K
3. RACCORDS aux FENÊTRES et aux PORTES	0.10 W/m.K
4. APPUI DE FONDATION	0.05 W/m.K
5. BALCONS - AUVENTS	0.10 W/m.K
6. RACCORDS DE PAROIS D'UN MÊME VOLUME PROTÉGÉ OU ENTRE 2 VOLUMES PROTÉGÉS DIFFÉRENTS AVEC UNE PAROI DE LA SURFACE DE DÉPERDITION	0.05 W/m.K
7. TOUS LES NŒUDS QUI N'ENTRENT PAS DANS LES CATÉGORIES 1 à 6	0.00 W/m.K
(1) A l'exception d'appui de fondation	
(2) Pour un "angle sortant", l'angle α -mesuré entre les deux faces extérieures de la paroi de la surface de déperdition- doit satisfaire à : $180^\circ < \alpha < 360^\circ$.	
(3) Pour un "angle rentrant", l'angle α -mesuré entre les deux faces extérieures de la paroi de la surface de déperdition- doit satisfaire à : $0^\circ < \alpha < 180^\circ$.	

Dans le cas de l'option B, le supplément au niveau K est la somme d'un forfait de 3 points K pour l'ensemble des nœuds conformes, et d'un supplément variable, fonction des performances négatives ou



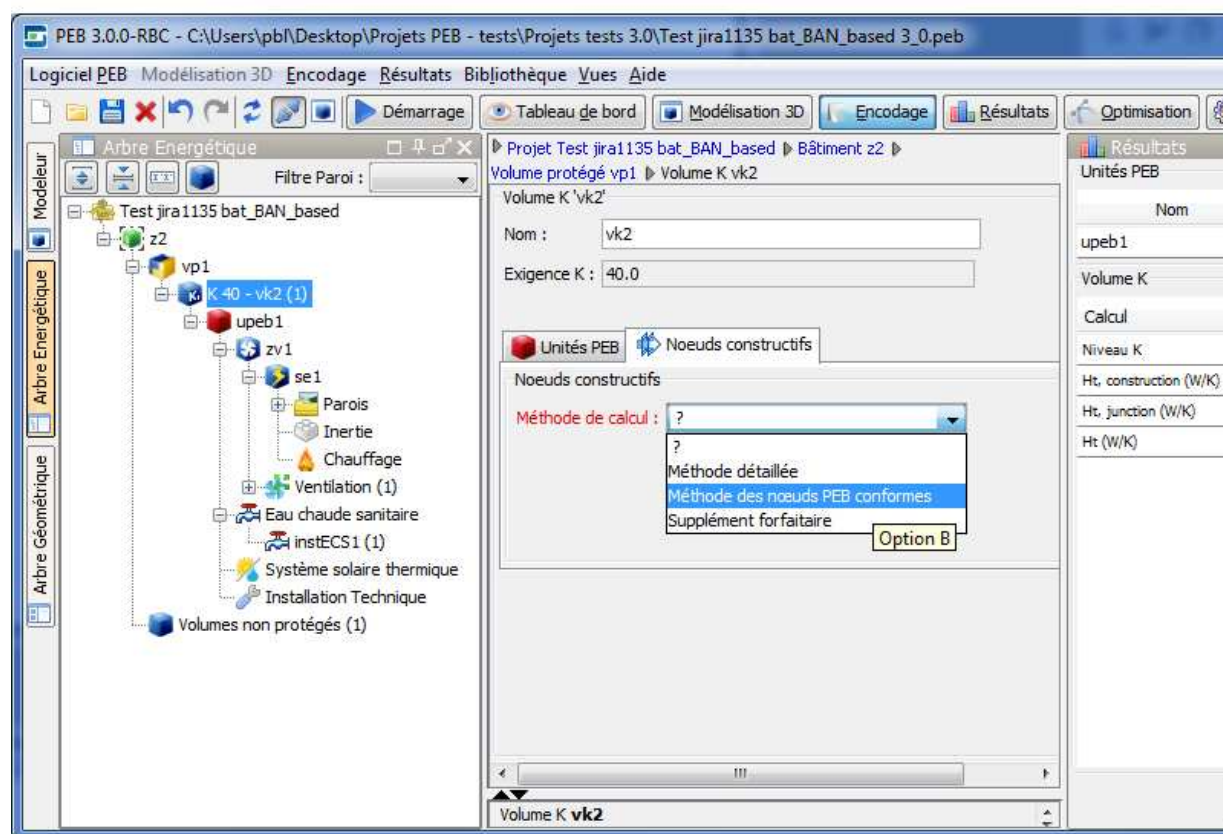
positives des nœuds non-conformes. La part variable peut s'avérer négative grâce à la présence de nœuds constructifs favorables. Cependant, la somme des parts conformes et non conformes ne peut être inférieure à 0.

4.3. SUPPLÉMENT FORFAITAIRE PÉNALISANT LE NIVEAU K ('OPTION C')

Si on choisit de ne pas faire l'effort de prendre en compte l'influence des nœuds constructifs suivant la méthode détaillée ou la méthode des nœuds PEB-conformes, une pénalité forfaitaire ('Option C') est prévue. Cette pénalité très défavorable est de **10 points K**.

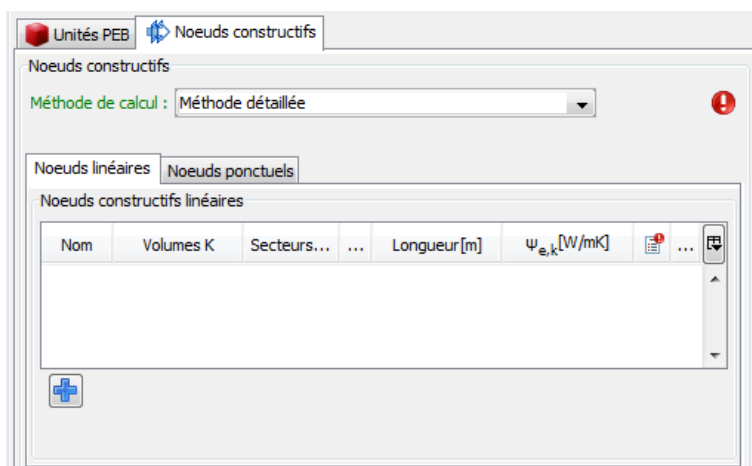
5. ENCODAGE DANS LE LOGICIEL PEB V3.0

Le choix de l'option A, B ou C pour la prise en compte des nœuds constructifs, se fait au niveau du volume K, onglet « nœuds constructifs ». Un seul choix d'option est possible par volume K !



Pour la **méthode détaillée**, deux onglets apparaissent: l'onglet « nœuds linéaires » et l'onglet « nœuds ponctuels ».

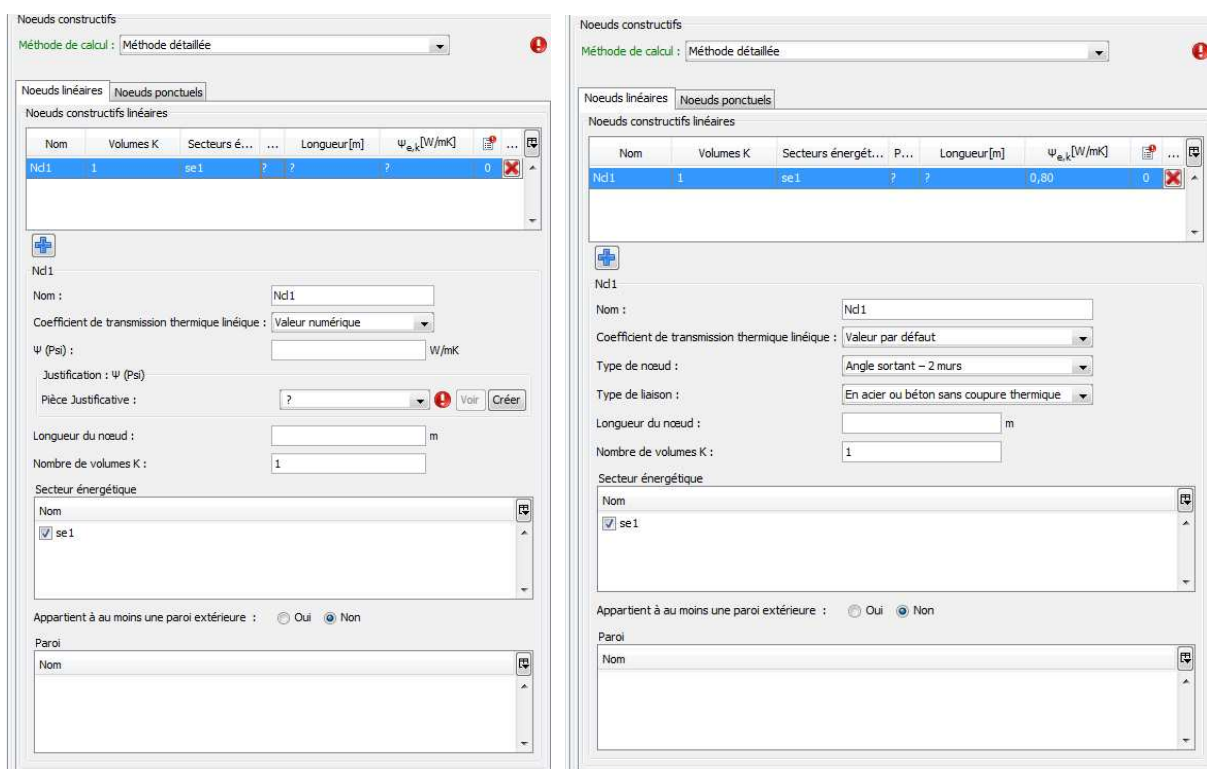




Que ce soit pour les nœuds linéaires ou ponctuels, il faut choisir, pour chaque nœud, soit « valeur numérique » soit « valeur par défaut » pour le coefficient de transmission thermique linéique Ψ_e ou ponctuel χ_e .

Si « valeur numérique » est choisie, alors la valeur **exacte** de Ψ_e et/ou χ_e doit être déterminée au préalable d'après un calcul numérique validé et rentrée manuellement dans le logiciel. Une pièce justificative avec ce calcul doit être créée [cfr. Figure de gauche ci-dessous].

Si « valeur par défaut » est choisi, alors un Ψ_e et/ou χ_e sera déterminé par le logiciel en fonction du type de nœud et du type de liaison [cfr. Figure de droite ci-dessous].



Pour la **méthode « nœuds PEB-conformes »**, il faut définir au préalable quels sont les nœuds PEB-conformes. Les nœuds PEB-non conformes doivent être rentrés dans les onglets « nœuds non-conformes linéaires » ou « nœuds non-conformes ponctuels ». Un troisième onglet « nœuds conformes plus favorables » existe pour l'encodage facultatif des nœuds PEB-conformes favorables.



Unités PEB | **Noeuds constructifs**

Unités PEB | Noeuds constructifs

Méthode de calcul : Méthode des nœuds PEB conformes

La prise en compte forfaitaire des noeuds constructifs jugés conformes pénalise votre projet en augmentant le niveau K de maximum 3 points.

Noeuds non-conformes linéaires | Noeuds non-conformes ponctuels | Noeuds conformes plus favorables

Noeuds constructifs ponctuels

Nom	Secteur énergétique	Paroi	$X_{e,i}$ [W/K]		
Ncp1	?	?	?	0	X

Ncp1

Nom : Ncp1

Coefficient de transmission thermique ponctuel : Valeur par défaut

Type de liaison traversante : En métal

Longueur du côté du carré (Z) : m

Secteur énergétique

Nom

se 1

Appartient à au moins une paroi extérieure : Oui Non

Paroi

Nom

Pour la **méthode forfaitaire**, il faut juste choisir l'option « supplément forfaitaire ».

PEB 3.0.0-RBC - C:\Users\pb\Desktop\Projets PEB - tests\Projets tests 3.0\Test jira1135 bat_BAN_based 3_0.peb

Logiciel PEB | Modélisation 3D | Encodage | Résultats | Bibliothèque | Vues | Aide

Projet Test jira1135 bat_BAN_based | Bâtiment z2 | Volume protégé vp1 | Volume K vk2

Volume K 'vk2'

Nom : vk2

Exigence K : 40.0

Unités PEB | **Noeuds constructifs**

Noeuds constructifs

Méthode de calcul : Supplément forfaitaire

La prise en compte des noeuds constructifs pénalise votre projet en augmentant le niveau K de maximum 10 points.

Arbre Énergétique

Arbre Géométrique

Résultats

Unités PEB	Nom	U	K	E	Et	V	S
upeb1	upeb1	✓	!	!	✓	✓	!

Volume K

Calcul

Niveau K

Ht. construction (W/K)

Ht. junction (W/K)

Ht (W/K)

