

Version juin 2014

# Prise en compte des nœuds constructifs dans la PEB

Formation développée dans le cadre de PATHB2010

Dans le cadre du PROJET 'PATHB2010'  
Practical Approach for Thermal Bridges 2010

AVEC LE SOUTIEN DE  
*Région de Bruxelles-Capitale*  
*Région flamande*  
*Région wallonne*


PARTENAIRES  
CSTC  
K.U.Leuven  
Sint-Lucas Architectuur Brussel-Gent  
UCL  
UGent  
ULg



AVEC L'APPUI PEDAGOGIQUE DU

CIFFUL



- 
1. Introduction
  2. Définition
  3. Exercices
  4. Règles de base
  5. Encodage
  6. Cas particuliers
  7. Conclusion

## Prise en compte des nœuds constructifs dans la PEB

### 1. Introduction

Ponts thermiques

1. Introduction

## Ponts thermiques

La prise en compte des ponts thermiques est une donnée réglementaire qui entrera en vigueur **dès le 1er mai 2012 en Wallonie.**

Les principes de la méthode de calcul seront présentés dans **l'annexe IV - Traitement des nœuds constructifs** du **prochain AGW PEB** qui remplacera l'AGW du 17 avril 2008 en vigueur actuellement.

Documents de référence :

- Projet de la future Annexe IV de la réglementation PEB
- Document explicatif

DOCUMENT EXPLICATIF  
Suivant le "Projet de modification de l'ANNEXE IV/V de l'arrêté PEB"

VERSION FINALE - 31 décembre 2009

Groupes de travail FATR2010  
KULLeuven  
UGent  
W & K - Stas-Lucas Architectuur  
DCL  
Vla.  
WTCB

A la demande des Régions Flamande, Wallonne et de Bruxelles Capitale

4

1. Introduction

## Ponts thermiques

L'influence des ponts thermiques est **double !!**

Non concerné par la réglementation PEB, mais **engage bien la responsabilité des concepteurs et bâtisseurs !**

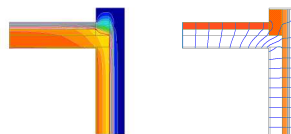
Température plus basse sur la face intérieure avec risque accru de **problèmes d'humidité et de moisissures**



\*Source: www.btwinfo.nl

Réglementation PEB *annexe IV*

Pertes de chaleur qui diffèrent du modèle unidimensionnel

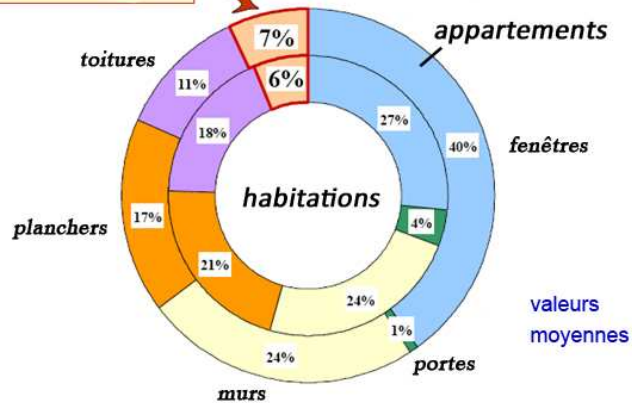


5

L'influence des ponts thermiques = pertes de chaleur

Étude SENVIVV (1995-1997)

Ponts thermiques



6

Plus le niveau d'isolation s'améliore,  
plus l'influence des ponts thermiques est importante.

Situation de la réglementation PEB en Wallonie au 01.01.2014

Habitation individuelle, bureaux et services/enseignement

Niveau  $K \leq 35$

Niveau  $E_w \leq 80$

Niveau  $E_{spec} \leq 130 \text{ kWh/m}^2$

Calcul des pertes par transmission pour déterminer les niveaux K et E :

- uniquement à partir des valeurs U et des superficies,
- prise en compte de pertes de chaleur à travers les ponts thermiques (seuils, appuis sur fondation, acrotères ...).

7

## 1. Introduction

# Ponts thermiques → Nœuds constructifs

Le terme **pont thermique**, utilisé généralement, n'est volontairement plus utilisé dans la réglementation afin d'**éviter la connotation négative** qui y est attachée.

Lorsqu'on fait attention à traiter correctement le détail d'exécution du point de vue thermique, ce n'est plus, à proprement parler, un pont thermique.

C'est la raison pour laquelle le terme **nœud constructif** a été introduit.

- Approche plus positive
- Dénomination commune tant pour les bonnes que pour les mauvaises solutions

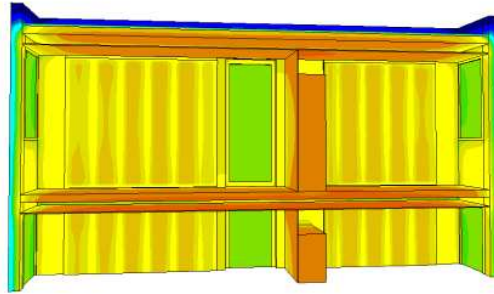
8

## 1. Introduction

# Cadre physique

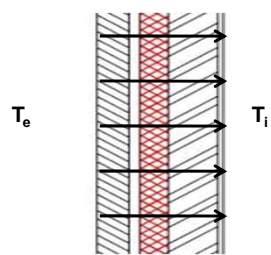
9

Le transfert de chaleur à travers l'enveloppe du bâtiment se produit de manière MULTI-DIMENSIONNELLE



10

Les calculs actuels du niveau K sont basés sur les valeurs U des parois  
→ TRANSFERT DE CHALEUR UNI-DIMENSIONNEL



Lignes de flux thermique  
perpendiculaires au plan de la  
façade

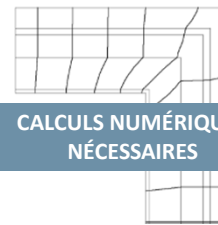
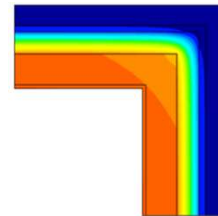
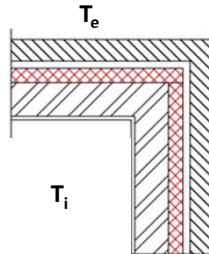


Isothermes parallèles  
au plan de la façade

$$\Phi = A \cdot U \cdot (T_i - T_e)$$

11

A certains endroits, le modèle uni-dimensionnel n'est pas correct.  
Les lignes de flux thermique et les isothermes se déforment.



CALCULS NUMÉRIQUES  
NÉCESSAIRES

12

Comment prendre en compte le supplément de perte de chaleur ?

À l'aide des valeurs

$\psi$  -  $\psi_i$  (nœud linéique) - en W/m.K

$\chi$  - chi [ki] (nœud ponctuel) - en W/K

= **facteurs de correction** du calcul de référence de la perte par transmission

Ces **coefficients de transmission thermique** indiquent quel supplément doit être ajouté au transport de chaleur qui a été calculé à partir des valeurs U.

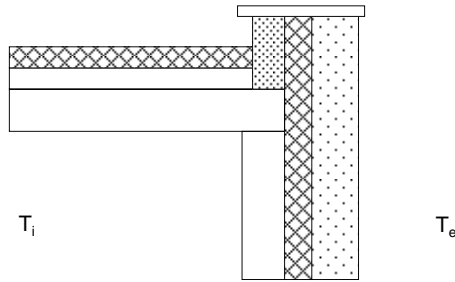
Vu que le calcul de référence est basé sur les dimensions extérieures ('exterior'), un suffixe est joint au symbole :  $\Psi_e$  et  $X_e$ .

13

1. Introduction

Cadre physique

**Coefficient de transmission thermique linéique  $\Psi_e$  [W/mK]**  
 = terme de correction linéique du flux thermique calculé suivant la référence unidimensionnelle et pour une différence de température de 1 K entre les environnements situés de part et d'autre du nœud constructif linéaire



à l'aide d'un calcul numérique

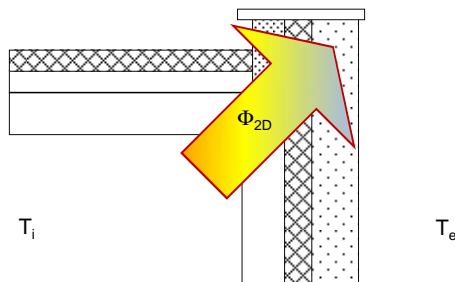
$$\Psi_e = \frac{\Phi_{2D} - \Phi_{1D}}{L(T_i - T)_e} \left[ \frac{W}{mK} \right]$$

14

1. Introduction

Cadre physique

**Coefficient de transmission thermique linéique  $\Psi_e$  [W/mK]**  
 terme de correction linéique du flux thermique calculé suivant la référence unidimensionnelle et pour une différence de température de 1 K entre les environnements situés de part et d'autre du nœud constructif linéaire



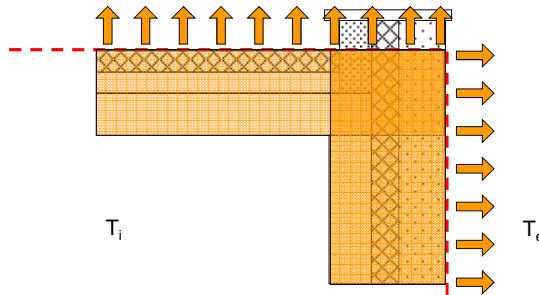
à l'aide d'un calcul numérique

$$\Psi_e = \frac{\Phi_{2D} - \Phi_{1D}}{L(T_i - T)_e} \left[ \frac{W}{mK} \right]$$

15



**Coefficient de transmission thermique linéique  $\Psi_e$  [W/mK]**  
*terme de correction linéique du flux thermique calculé suivant la référence unidimensionnelle et pour une différence de température de 1 K entre les environnements situés de part et d'autre du nœud constructif linéaire*

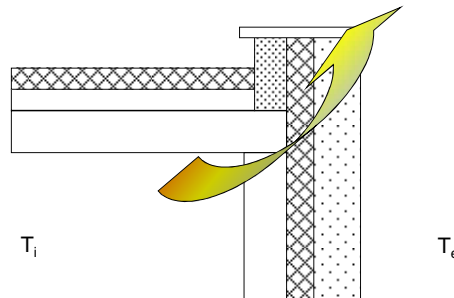


à l'aide d'un calcul numérique

$$\Psi_e = \frac{\Phi_{2D} - \Phi_{1D}}{L(T_i - T)_e} \left[ \frac{W}{mK} \right]$$

16

**Coefficient de transmission thermique linéique  $\Psi_e$  [W/mK]**  
*terme de correction linéique du flux thermique calculé suivant la référence unidimensionnelle et pour une différence de température de 1 K entre les environnements situés de part et d'autre du nœud constructif linéaire*



à l'aide d'un calcul numérique

$$\Psi_e = \frac{\Phi_{2D} - \Phi_{1D}}{L(T_i - T)_e} \left[ \frac{W}{mK} \right]$$

17

## 1. Introduction

## Cadre physique

Correction à l'aide des

- coefficients de transmission thermique linéique  $\Psi_e$  [W/mK]
- coefficients de transmission thermique ponctuel  $\chi_e$  [W/K]  
→ méthode analogue

### CONSÉQUENCE

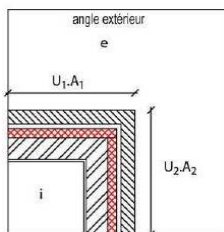
De par leur dépendance à la géométrie, les valeurs  $\Psi$  et  $\chi$  ne sont pas à interpréter comme des valeurs U

- ✓ Des valeurs  $\Psi$  et  $\chi$  peuvent être négatives
- ✓ Une petite valeur  $\Psi$  ou  $\chi$  n'annonce pas nécessairement un détail à pont thermique négligeable

18

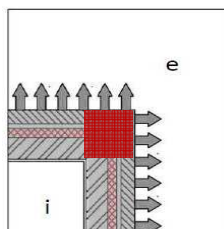
## 1. Introduction

## Cadre physique



Contrairement aux valeurs U, les coefficients  $\Psi_e$  ou  $\chi_e$  peuvent être négatifs. Ces valeurs ne dépendent pas uniquement de la qualité thermique du nœud constructif mais aussi de sa géométrie.

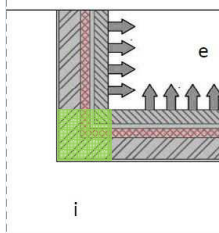
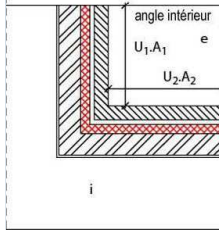
Cela se produit lorsque le calcul de référence amène une surévaluation du flux thermique réel apparent par laquelle  $\Psi_e$  ou  $\chi_e$  peuvent devenir négatifs.



### Angle extérieur

Etant donné que le calcul de référence est basé sur les dimensions extérieures, la zone d'angle d'un angle extérieur est **comptée 2 fois** et, de ce fait, le résultat final **peut être négatif** en raison d'une surévaluation de la déperdition thermique réelle.

19

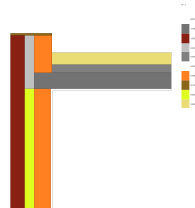


**Angle intérieur**

Dans le cas d'un angle intérieur par contre, la zone d'angle n'est **pas comptée** et, de ce fait, le résultat final est **positif** en raison d'une sous-évaluation de la déperdition thermique réelle.

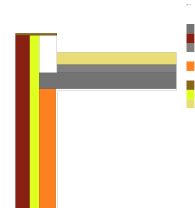
Valeurs  $\Psi$  et  $\chi$  négatives

**ACROTÈRE**



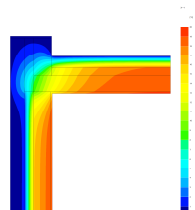
$\Psi_e = 0,304 \text{ W/mK}$

$U_{\text{toit}} = 0.271 \text{ W/m}^2\text{K}$   
 $U_{\text{mur}} = 0.370 \text{ W/m}^2\text{K}$

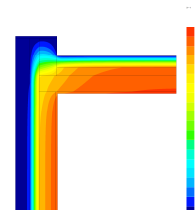


$\Psi_e = -0,034 \text{ W/mK}$

$\Psi_e$  peut être **NÉGATIF**  
 car  $\Phi_{2D}$  peut être  $< \Phi_{1D}$



$$\Psi_e = \frac{\Phi_{2D} - \Phi_{1D}}{T_i - T_e} \left[ \frac{\text{W}}{\text{mK}} \right]$$

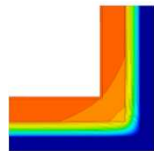
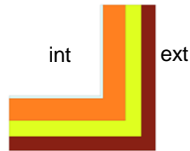


1. Introduction

Cadre physique

Une petite valeur  $\Psi$  ou  $\chi$  n'annonce pas nécessairement un détail à pont thermique négligeable.

Nœud constructif 1 : « ANGLE SAILLANT »

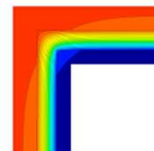
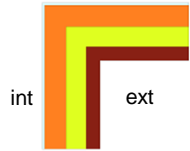


$\Psi_{e,1} = -0,129 \text{ W/mK}$

$\Psi_{e,2} > \Psi_{e,1}$

Le nœud constructif 2 serait moins bon que le nœud constructif 1 ?

Nœud constructif 2 : « ANGLE ENTRANT »



$\Psi_{e,2} = 0,068 \text{ W/mK}$

**Non !** -> attention lorsqu'on compare les valeurs  $\Psi_e$

→ Le nœud constructif 1 est thermiquement équivalent au nœud constructif 2

→ Le calcul de référence à partir des dimensions extérieures donne une image déformée des valeurs  $\Psi$

1. Introduction

Cadre réglementaire

L'annexe IV de l'Arrêté PEB - chap. 3 commence comme ceci :

*“Pour la détermination du coefficient de transfert thermique total par transmission  $H_T$ , il faut tenir compte de l'influence des nœuds constructifs.*

*Le coefficient de transfert thermique total par transmission  $H_T$  est utilisé pour la détermination tant du niveau K que du niveau Ew..”*

**$H_T$  = coefficient de déperdition de chaleur par transmission  
OU  
coefficient de transfert thermique par transmission**

Avec l'application de l'annexe IV, le coefficient  $H_T$  devra tenir compte **des pertes par transmission des parois ( $H_{T,construction}$ )** mais aussi **des pertes par transmission au niveau des raccords ( $H_{T,junction}$ )**.

$$H_T = H_{T,construction} + H_{T,junction}$$

Via les parois de la surface de déperdition  
→ annexe VII de l'Arrêté PEB

$$\sum A_i \cdot U_i \cdot b_u$$

Via les nœuds constructifs  
→ annexe IV du prochain Arrêté PEB

$$\sum L_i \cdot b \cdot \Psi_{e,i} + \sum b \cdot X_{e,i}$$

Jusqu'à présent,  
 $H_{T,junction}$  était nul

Unités PEB						
Nom	U	K	Ew	Es	V	S
Unité PEB	32	60	108			
Volume K						
Calcul						
Niveau K						32,00
Ht. construction (W/K)						150,05
Ht. junction (W/K)						0,00
Ht (W/K)						150,05

## 1. Introduction

## Cadre réglementaire

Le résultat final est bien influencé par les noeuds constructifs.

Exemple après leur encodage dans le logiciel PEB :  
**tous les noeuds constructifs sont PEB-conformes**

Nom	U	K	E <sub>w</sub>	E <sub>s</sub>	V	S
Unité PEB	✓	32	60	108	✓	✓
Volume K						
Calcul						
Niveau K		32,00				
Ht construction (W/K)		150,05				
Ht junction (W/K)		0,00				
Ht (W/K)		150,05				

Nom	U	K	E <sub>w</sub>	E <sub>s</sub>	V	S
Unité PEB	✓	35	64	119	✓	✓
Volume K						
Calcul						
Niveau K		35,00				
Ht construction (W/K)		144,55				
Ht junction (W/K)		21,37				
Ht (W/K)		165,92				

Influence sur les valeurs suivantes

- Niveau K → + 3 pts
  - Niveau E<sub>w</sub> → + 4 pts
  - Consommation spécifique E<sub>spec</sub> → + 11 kWh/m<sup>2</sup>an
  - l'indicateur de surchauffe (+1%) → 0 %
- pour cet exemple :

26

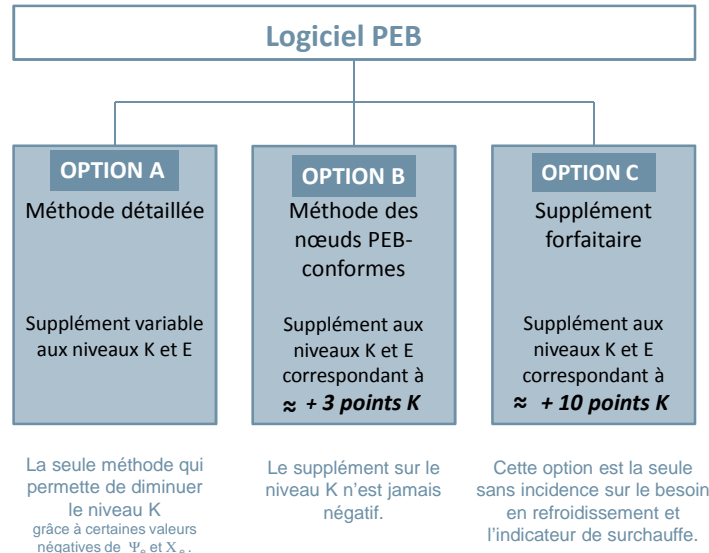
## 1. Introduction

## Cadre réglementaire

Depuis le 1<sup>er</sup> juin 2012,  
 il faut tenir compte des pertes via ces raccords (H<sub>T</sub> junctions)

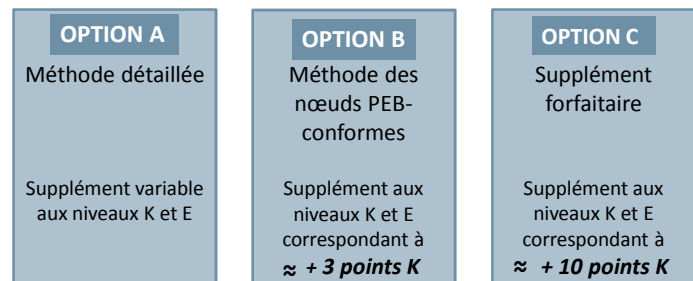
27

Les 3 options ont des impacts différents.



Les 3 options n'agissent **pas directement sur le niveau K** mais **augmentent les pertes par transmission  $H_T$** .

Si **toutes les parois** concernées par le calcul du  $H_T$  sont en contact avec **l'extérieur**, ce supplément portera le niveau K à une valeur d'**exactement + 3** (option B et tous les nœuds sont PEB conformes) ou **exactement + 10** (option C).



Si certaines de ces parois sont en contact avec un EANC, le sol, une cave ou un vide sanitaire, un facteur de réduction intervient et le niveau K augmente alors d'une valeur inférieure à +3 ou +10.

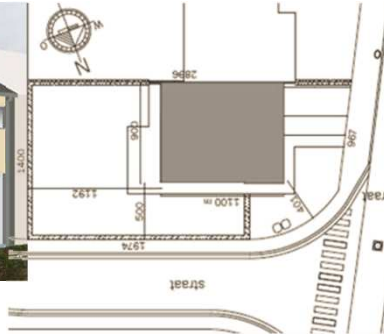
## 1. Introduction

### Comparaison des 3 options

30

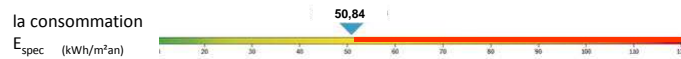
## 1. Introduction

### Habitation 3 façades



Volume protégé = 480 m<sup>3</sup>  
Surface de déperdition = 340 m<sup>2</sup>  
Compacité = 1,41 m

La prise en compte des noeuds constructifs influence :



31

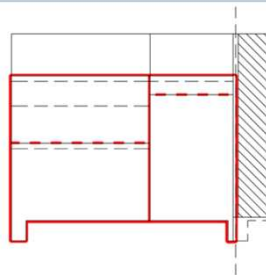


1. Introduction

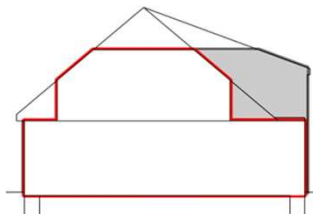
Volume protégé



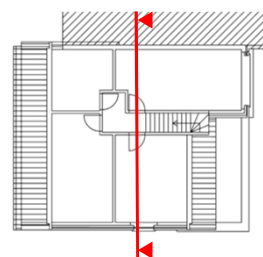
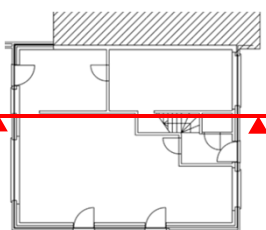
32



rez-de-chaussée



1er étage



1. Introduction

Noeuds constructifs



33

<p>                 Linteau de fenêtre – maçonnerie &gt; 1m                  Linteau de fenêtre – maçonnerie &lt; 1m                  Linteau de porte                  Côté de porte – maçonnerie                  Côté de porte cochère – maçonnerie                  Côté de fenêtre - bois                  Seuil de fenêtre                  Seuil de porte-fenêtre                  Seuil de porte                  Seuil de porte cochère                  Fondation maçonnerie                  Fondation mur bois                  Angle extérieur de murs                  Plancher EANC &lt;&gt; façade                  Rive de toit plat                  Cloison de combles &lt;&gt; façade                  Haut de mur maçonnerie &lt;&gt; toit incliné                  Haut de mur bois &lt;&gt; toit incliné                  Plancher de grenier &lt;&gt; façade bois                  Plancher de grenier &lt;&gt; façade maçonnerie             </p>	<p>                 Plancher de grenier &lt;&gt; toit incliné                  Plancher de grenier &lt;&gt; mur mitoyen                  Maçonnerie de façade &lt;&gt; finition bois                  Haut de façade &lt;&gt; toit incliné                  Mur extérieur &lt;&gt; mur mitoyen                  Toit incliné &lt;&gt; mur mitoyen                  Toit plat &lt;&gt; EANC                  Toit plat &lt;&gt; mur de butée                  Plancher de l'EANC &lt;&gt; toit                  Plancher de l'EANC &lt;&gt; mur montant                  Cloison de combles &lt;&gt; façade bois                  Toit de l'EANC &lt;&gt; façade bois                  Toit incliné &lt;&gt; façade bois                  Cloison de combles &lt;&gt; toit incliné                  Raccord fenêtre de toiture                  Mur de l'étage &lt;&gt; plancher du grenier                  Mur de l'étage &lt;&gt; toit incliné                  Mur de l'étage &lt;&gt; cloison de combles                  ...             </p>
--	--

**38 types de nœuds constructifs !**

Lorsque le toit incliné délimite le volume protégé



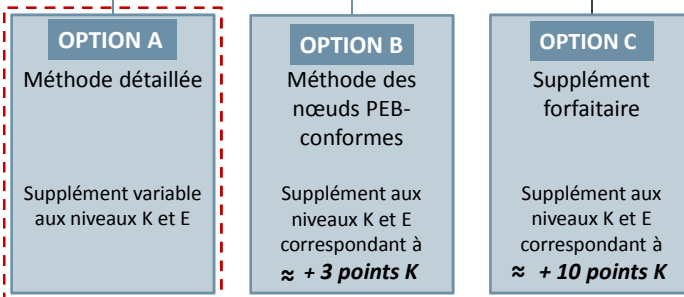
<p>                     Linteau de fenêtre - maçonnerie &gt; 1m                      Linteau de fenêtre - maçonnerie &lt; 1m                      Linteau de porte                      Côté de porte - maçonnerie                      Côté de porte cochère - maçonnerie                      Côté de fenêtre - bois                      Seuil de fenêtre                      Seuil de porte-fenêtre                      Seuil de porte                      Seuil de porte cochère                      Fondation maçonnerie                      Fondation mur bois                      Angle extérieur de murs                      Plancher EANC ↔ façade                      Rive de toit plat                      Cloison de combles ↔ façade                      Haut de mur maçonnerie &lt; toit incliné                      Haut de mur bois &lt; toit incliné                      Plancher de grenier ↔ façade bois                      Plancher de grenier ↔ façade maçonnerie                 </p>	<p>                     Plancher de grenier ↔ toit incliné                      Plancher de grenier ↔ mur mitoyen                      Maçonnerie de façade ↔ finition bois                      Haut de façade &lt; toit incliné                      Mur extérieur &lt; mur mitoyen                      Toit incliné &lt; mur mitoyen                      Toit plat &lt; EANC                      Toit plat &lt; mur de butée                      Plancher de l'EANC ↔ toit                      Plancher de l'EANC ↔ mur montant                      Cloison de combles ↔ façade bois                      Toit de l'EANC ↔ façade bois                      Toit incliné &lt; façade bois                      Cloison de combles ↔ toit incliné                      Raccord fenêtre de toiture                      Mur de l'étage ↔ plancher du grenier                      Mur de l'étage &lt; toit incliné                      Mur de l'étage &lt; cloison de combles                      ...                 </p>
--	---

34

De 38 à 24 nœuds constructifs

+ : volumétrie plus simple  
- : volume à chauffer plus grand

Logiciel PEB



35

1. Introduction

Méthode détaillée

Tous les nœuds constructifs sont

- à répertorier
- à mesurer en longueur
- à calculer ou valeur par défaut
- à encoder dans le logiciel

Linteau de fenêtre - maçonnerie > 1m	Plancher de grenier <-> toit incliné
Linteau de fenêtre - maçonnerie < 1m	Plancher de grenier <-> mur mitoyen
Linteau de porte	Maçonnerie de façade <-> finition bois
Côté de porte - maçonnerie	Haut de façade <-> toit incliné
Côté de porte cochlère - maçonnerie	Mur extérieur <-> mur mitoyen
Côté de fenêtre - bois	Toit incliné <-> mur mitoyen
Seuil de fenêtre	Toit plat <-> EANC
Seuil de porte-fenêtre	Toit plat <-> mur de bout
Seuil de porte	Plancher de FEANC <-> toit
Seuil de porte cochlère	Plancher de FEANC <-> mur montant
Fondation maçonnerie	Cloison de combles <-> façade bois
Fondation mur bois	Toit de FEANC <-> façade bois
Angle extérieur de murs	Toit incliné <-> façade bois
Plancher EANC <-> façade	Cloison de combles <-> toit incliné
Rive de toit plat	Raccord fenêtre de toiture
Cloison de combles <-> façade	Mur de fûtage <-> plancher du grenier
Plancher EANC <-> façade	Mur de fûtage <-> toit incliné
Haut de mur bois <-> toit incliné	Mur de fûtage <-> cloison de combles
Plancher de grenier <-> façade bois	...
Plancher de grenier <-> façade maçonnerie	...



36

**— Laborieux**  
 pour cet exemple :  
 ≥ 206 m de nœuds constructifs à relever  
 ≥ 55 longueurs à mesurer  
 ≥ 39  $\Psi$  et  $\chi$  à calculer en détail  
 via autre logiciel agréé par la Wallonie  
 + encoder dans le logiciel

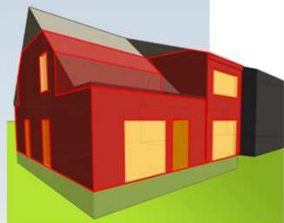
**+ Précis**  
**+ Bons détails récompensés, Mauvais détails pénalisés**

1. Introduction

Méthode détaillée

OPTION

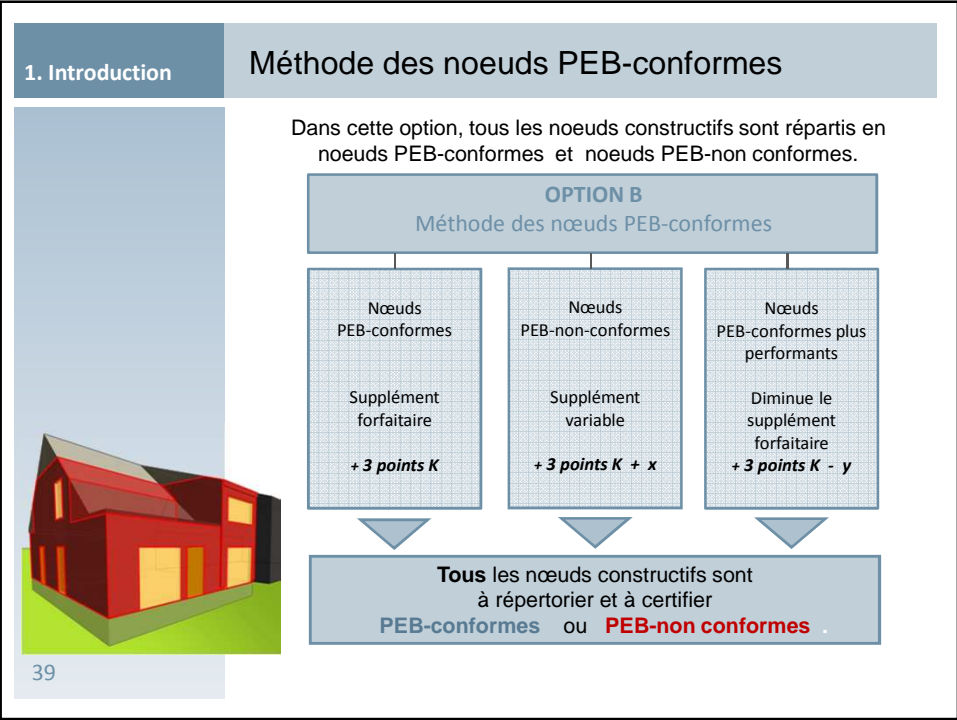
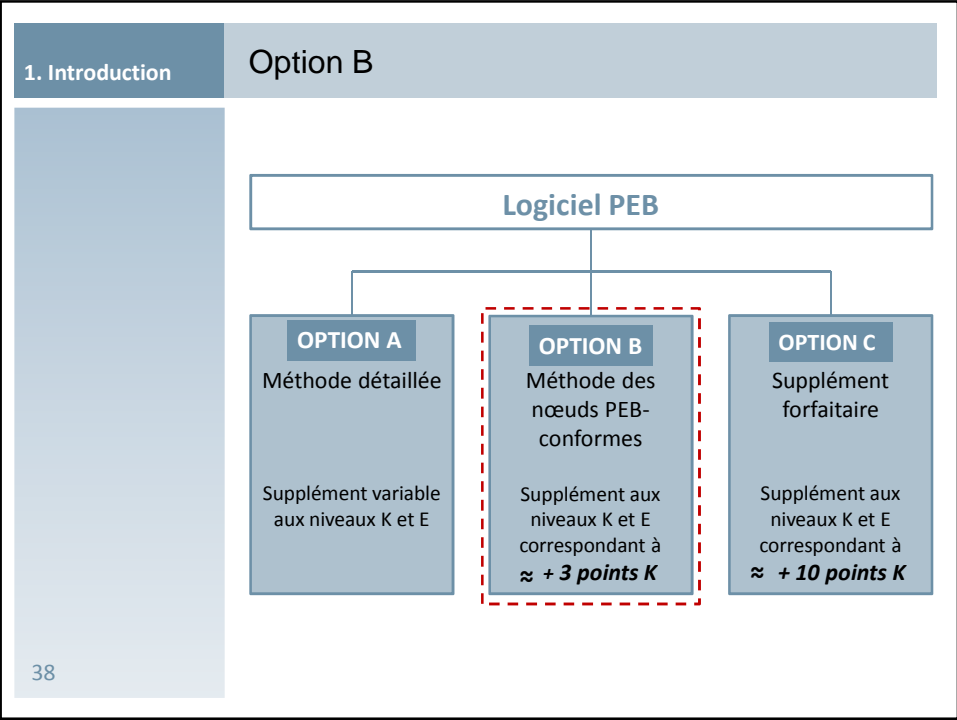
Niveau K	
K	supplément $\Delta K_{\text{nœuds constructifs}}$
Tot. = forfaitaire + variable	
<b>sans nœud constructif</b>	41    0 = 0 + 0
<b>Méthode détaillée</b>	44    2,7 = 0 + 2,7

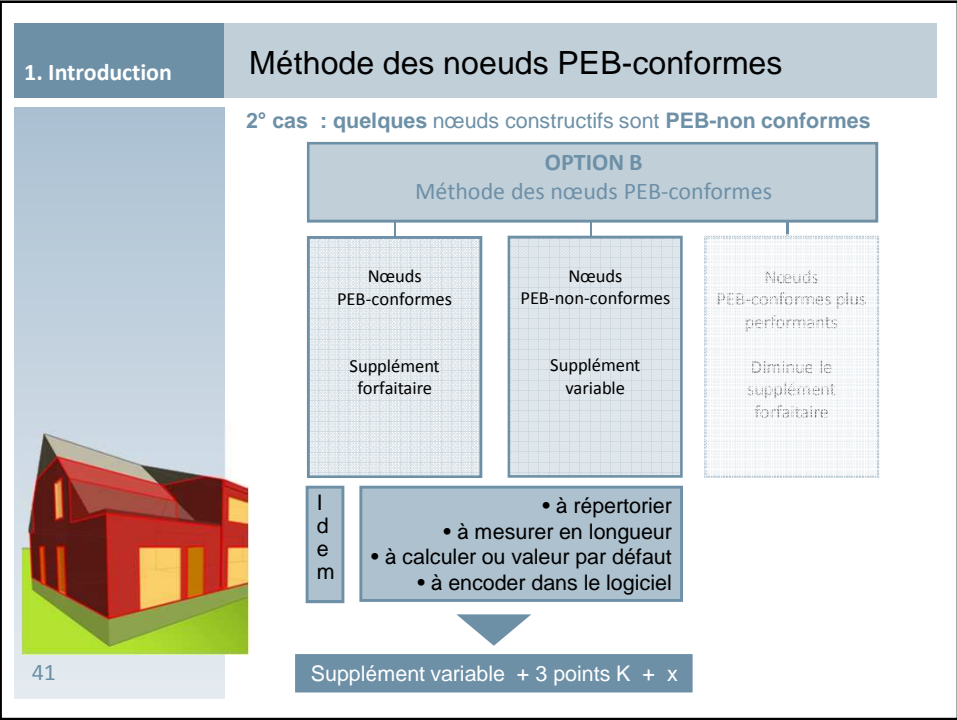
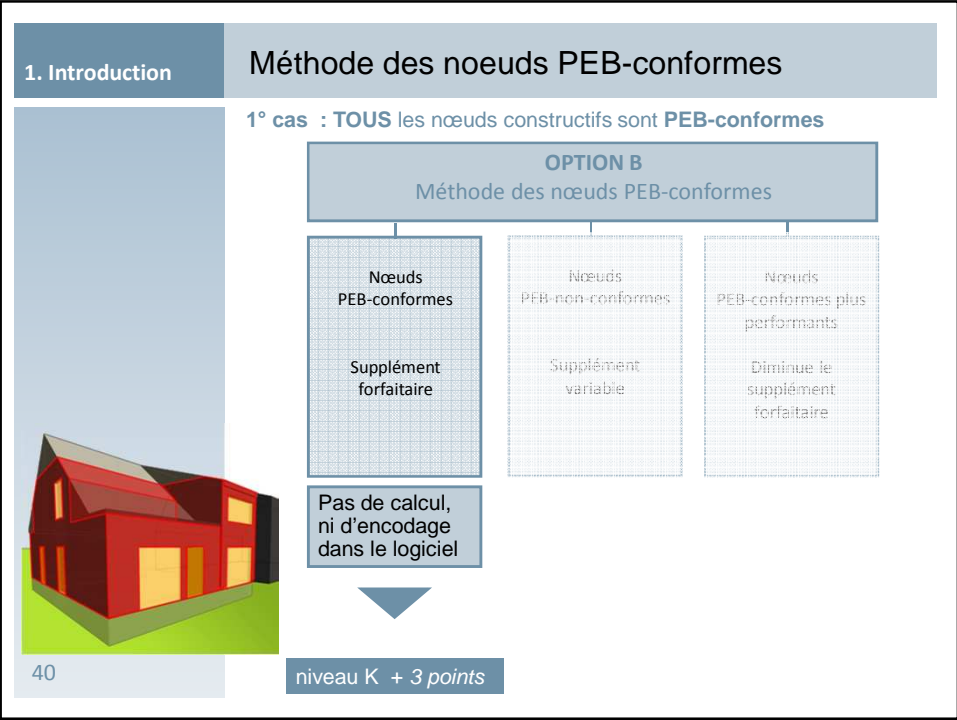


37

L'influence de tous les nœuds constructifs, calculés séparément et en détail, est de + 2,7 points sur le niveau K, arrondi à l'unité → **+3 points sur le niveau K.**

Une simplification existe en recourant à des valeurs par défaut pour  $\Psi_e$  et  $X_e$ .  
 Toutefois, dans cet exemple, avec les valeurs par défaut, le supplément est de + 11,6 points sur le niveau K, → **+12 points sur le niveau K !**

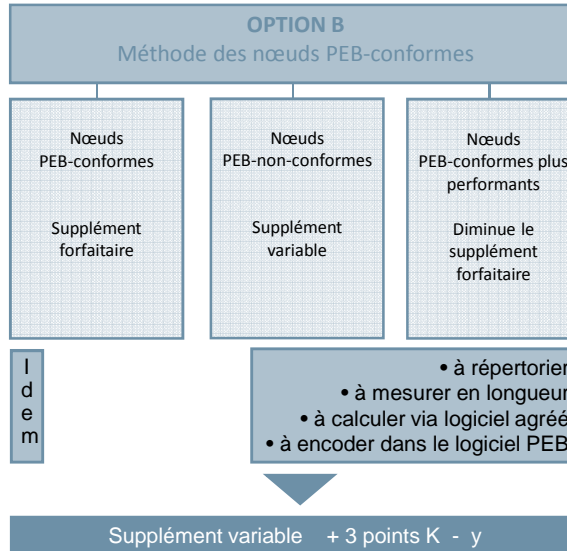




3° cas : quelques nœuds constructifs sont PEB plus performants



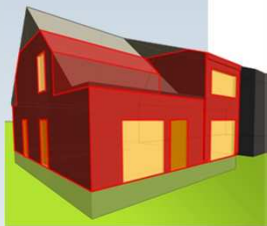
42



Tous les nœuds constructifs sont à répertorier mais seuls ceux qui sont non-conformes PEB sont

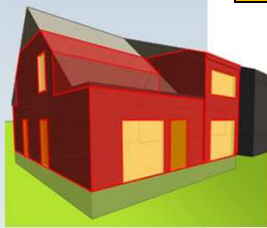
- à mesurer en longueur
- à calculer ou valeur par défaut
- à encoder dans le logiciel

Linteau de fenêtre - maçonnerie > 1m	Plancher de grenier <-> toit incliné
Linteau de fenêtre - maçonnerie < 1m	Plancher de grenier <-> mur milieu
Linteau de porte	Maçonnerie de façade <-> finition bois
Côté de porte - maçonnerie	Haut de façade <-> toit incliné
Côté de porte cochère - maçonnerie	Mur extérieur <-> mur milieu
Côté de fenêtre - bois	Toit incliné <-> mur milieu
Seuil de fenêtre	Toit plat <-> SANC
Seuil de porte-fenêtre	Toit plat <-> mur de butée
Seuil de porte	Plancher de FEANC <-> toit
Seuil de porte cochère	Plancher de FEANC <-> mur montant
Fondation maçonnerie	Cloison de combles <-> façade bois
Fondation mur bois	Toit de FEANC <-> façade bois
Angle extérieur de murs	Toit incliné <-> façade bois
Plancher SANC <-> façade	Cloison de combles <-> toit incliné
Rive de toit plat	Raccord fenêtre de toiture
Cloison de combles <-> façade	Mur de fûtage <-> plancher de grenier
Haut de mur maçonnerie <-> toit incliné	Mur de fûtage <-> toit incliné
Haut de mur bois <-> toit incliné	Mur de fûtage <-> cloison de combles
Plancher de grenier <-> façade bois	-
Plancher de grenier <-> façade maçonnerie	-



43

- + **Moins laborieux**  
pour cet exemple :  
 ≥ 23 m de nœuds constructifs à relever  
 ≥ 4 longueurs à mesurer  
 ≥ 6 Ψ et χ à calculer en détail  
 + encoder dans le logiciel
- **Moins précis** (que la méthode détaillée)
- + **Bons détails récompensés, Mauvais détails pénalisés**



44

OPTION

sans nœud constructif

Noeuds PEB conformes	par défaut
	calculés

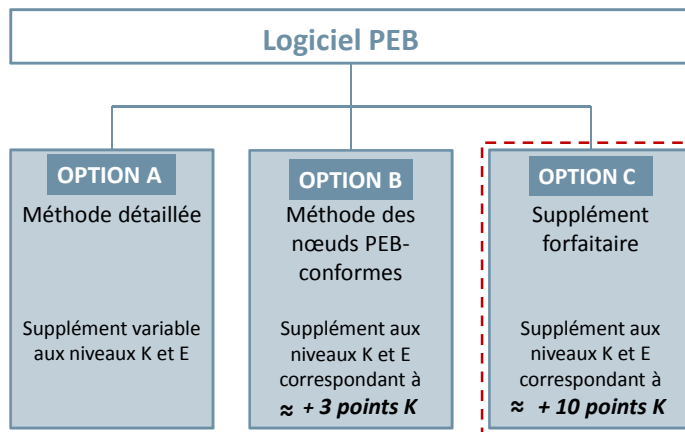
Niveau K	
K	supplément $\Delta K_{\text{nœuds constructifs}}$
Tot. = forfaitaire + variable	
41	0 = 0 + 0
46	4,8 = 3 + 1,8
44	3,1 = 3 + 0,1

L'influence de tous les nœuds constructifs,

- a) nœuds PEB-conformes : + 3 points K forfaitaire
- b) incidence de tous les nœuds PEB-non conformes :

- avec valeurs par défaut + 1,8 points K → + 5 points K K46
- prise en compte détaillée + 0,1 point K → + 3 points K K44

Logiciel PEB



45

1. Introduction

Supplément forfaitaire

Aucun nœud constructif n'est à répertorier

<del>Plancher de grenier - maçonnerie &gt; 1m</del>	<del>Plancher de grenier &lt;&gt; toit incliné</del>
<del>Linteau de fenêtre - maçonnerie &lt; 1m</del>	<del>Plancher de grenier &lt;&gt; mur mitoyen</del>
<del>Linteau de porte</del>	<del>Maçonnerie de façade &lt;&gt; finition</del>
<del>Côté de porte - maçonnerie</del>	<del>Haut de façade &lt;&gt; toit incliné</del>
<del>Côté de porte cochlère - maçonnerie</del>	<del>Mur extérieur &lt;&gt; mur mitoyen</del>
<del>Côté de fenêtre - bois</del>	<del>Toit incliné &lt;&gt; mur mitoyen</del>
<del>Seuil de fenêtre</del>	<del>Toit plat &lt;&gt; FA</del>
<del>Seuil de porte-fenêtre</del>	<del>Toit plat &lt;&gt; de tubulo</del>
<del>Seuil de porte</del>	<del>Plancher de FEANC &lt;&gt; toit</del>
<del>Seuil de porte cochère</del>	<del>Plancher de FEANC &lt;&gt; mur montant</del>
<del>Fondation maçonnerie</del>	<del>Cloison de combles &lt;&gt; façade bois</del>
<del>Fondation mur bois</del>	<del>Toit de FEANC &lt;&gt; façade bois</del>
<del>Angle extérieur de murs</del>	<del>Toit incliné &lt;&gt; façade bois</del>
<del>Plancher FEANC &lt;&gt; façade</del>	<del>Cloison de combles &lt;&gt; toit incliné</del>
<del>Rive de toit plat</del>	<del>Raccord fenêtre de plâtre</del>
<del>Cloison de combles - façade</del>	<del>Mur de fûtage &lt;&gt; plancher du grenier</del>
<del>Haut de mur maçonnerie &lt;&gt; toit incliné</del>	<del>Mur de fûtage &lt;&gt; toit incliné</del>
<del>Haut de mur &lt;&gt; toit incliné</del>	<del>Mur de fûtage &lt;&gt; cloison de combles</del>
<del>Plancher de grenier &lt;&gt; façade bois</del>	<del>-</del>
<del>Plancher de grenier &lt;&gt; façade maçonnerie</del>	<del>-</del>



46



**Pas de travail d'encodage**

0 m de nœuds constructifs à relever  
pas de longueur à mesurer  
pas de valeurs Ψ et χ à calculer  
Rien à encoder dans le logiciel



**Pas précis**



**Supplément pénalisant : + 10 points K**

1. Introduction

Supplément forfaitaire

OPTION

		Niveau K		
		K	supplément $\Delta K_{\text{nœuds constructifs}}$	
		Tot. = forfaitaire + variable		
<b>sans nœud constructif</b>	<b>41</b>	0	=	0 + 0
<b>Supplément forfaitaire</b>	<b>51</b>	10	=	10 + 0



47


L'influence de tous les nœuds constructifs

=

**+ 10 points K forfaitaires**




1. Introduction		Comparaison des 3 options			
Méthode	évaluation nœuds constructifs $\Psi$ et $\chi$		quantités		
			simulations	longueurs	nombre
Méthode détaillée	tous	calculés	39	55	206
Nœuds PEB-conformes	PEB-non conformes	par défaut	0	4	23
	PEB-non conformes	calculés	6	4	23
Supplément forfaitaire	aucun	-	0	0	0



48

1. Introduction		Comparaison des 3 options			
Méthode	évaluation noeuds constructifs $\Psi$ et $\chi$		niveau K		
			K	supplément $\Delta K_{\text{noeuds constructifs}}$	
Sans nœud constructif			41	0	= 0 + 0
Méthode détaillée	tous	calculés	44	2,7	= 0 + 2,7
Noeuds PEB conformes	PEB-non conformes	par défaut	46	4,8	= 3 + 1,8
	PEB-non conformes	calculés	44	3,1	= 3 + 0,1
Supplément forfaitaire	aucun	-	51	10	= 10 + 0



49

## 1. Introduction

## Comparaison des 3 options



50

Méthode	travail	précision	niveau K	niveau K
Méthode détaillée	beaucoup	élevée	bas	44
Noeuds PEB conformes	^	^	∇	44 ou 46
Supplément forfaitaire	peu	faible	élevé	51

## 1. Introduction

## Choix de la méthode

La méthode de calcul des noeuds constructifs peut être choisie librement parmi une des 3 possibilités présentées mais **elle doit être la même pour chaque volume K**.

Arbre Energétique

Projet Formation PEB - Bâtiment Exemple NC - Volume protégé volume protégé

Volume protégé 'volume protégé'

Nom : volume protégé

Unités PEB

Noeuds constructifs

Méthode de calcul : Méthode des noeuds PEB conformes

Cette méthode : Méthode détaillée

Les noeuds PEB : Méthode des noeuds PEB conformes

Les noeuds PEB : Supplément forfaitaire

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

Noeuds constructifs linéaires

Nom	Volumes K	$\psi_{e,k}$ [W/mK]	...
-----	-----------	---------------------	-----

51