

CONCEPTS CONSTRUCTIFS BÉTON & PEB

- POINTS D'ATTENTION POUR LA BONNE CONCEPTION D'UN DÉTAIL CONSTRUCTIF
- QUALITÉ ISOLANTE ET PRISE EN COMPTE EN PEB
- LA LÉGISLATION PEB DANS LES TROIS RÉGIONS
- LES NŒUDS CONSTRUCTIFS ET LA PEB



TABLE DES MATIÈRES

1. Introduction : objectif, contexte, contenu et particularités
2. Points d'attention pour la bonne conception d'un détail constructif
 - a. étanchéité à l'eau
 - b. étanchéité à l'air
 - c. transfert de chaleur et de vapeur d'eau
3. Qualité isolante des matériaux – Valeur lambda et épaisseur de l'isolant – Prise en compte en PEB
4. Législation PEB et comparaison pour les 3 régions
5. Définition des nœuds constructifs – Traitement – Prise en compte dans la PEB et conséquences

ANNEXES : NŒUDS CONSTRUCTIFS PEB-CONFORMES

- 'maçonnerie béton'
- 'voile béton'
- 'panneau sandwich béton'

(mai 2020)

1. Introduction : objectif, contexte, contenu et particularités

OBJECTIF

Cette publication est destinée avant tout aux concepteurs (architectes, ingénieurs...) de bâtiments résidentiels neufs dont la structure portante est réalisée en béton. Elle a pour objectif d'apporter un support technique dans la mise au point de détails constructifs tenant compte du standard basse énergie et passif, englobant dès lors les normes PEB en vigueur.

Articulée en deux volets, le document aborde d'abord les conseils utiles à une bonne conception, avant de proposer une série de détails constructifs sous forme de fiches détachables et téléchargeables.

Ces détails reposent sur les méthodes de construction actuelles et avérées. Le concepteur restera critique quant aux méthodes novatrices, le guide de conception développé ci-après lui permettant d'opérer en ce sens.

CONTEXTE

Le contexte actuel énergétique, environnemental, économique et législatif nous pousse à considérer des bâtiments à haute valeur énergétique, et à faible impact environnemental. Nous sommes dans la responsabilité et la nécessité de concevoir durablement.

Cette notion de « durabilité » impacte le choix du concepteur de manière bien plus étendue qu'il ne pourrait y paraître au premier abord. Le choix des matériaux, du système constructif, du degré d'isolation, de la mise en œuvre de cette isolation, autant d'aspects qui peu à peu s'éloignent d'une conception « de base » pratiquée de longue date.

Il n'est pas non plus inutile de rappeler que la consommation énergétique n'est pas uniquement liée à la taille du bâtiment, mais tient compte d'un rapport entre les surfaces de déperdition et les surfaces de plancher chauffé : mieux vaut donc rentabiliser le volume construit. Un ensemble de plusieurs milliers de mètres-carrés de bureau ayant une bonne compacité atteindra le standard passif à moins grand renfort d'isolant qu'un loft au volume complexe.

Le choix de construire en béton, s'il peut paraître moins « naturellement » durable que d'autres systèmes constructifs, revêt cependant des avantages non négligeables notamment en termes de quantification de l'énergie grise ^(1,2). L'accent est également mis sur le confort en été et en mi-saison. L'inertie thermique du béton limite en effet le risque de surchauffe ⁽³⁾. En période hivernale le temps de chauffe du bâtiment est certes plus long, mais la chaleur accumulée dans les parois ralentit le refroidissement.

¹ DE HERDE, A. ; EVRARD, A. (Architecture et Climat, UCL), en collaboration avec N. Naert (FEBELCEM) *Le béton et la construction durable*, FEBELCEM, 2010

² DE HERDE, A. ; EVRARD, A. (Architecture et Climat, UCL) *Béton et utilisation rationnelle de l'énergie*, FEBELCEM, juin 2005

³ Voir à ce sujet le site internet: www.belblock.be, rubrique « confort »

CONTENU

La première partie de la brochure revient sur les notions de base applicables pour tout détail constructif à concevoir : étanchéité à l'eau, à l'air, transfert de vapeur et de chaleur au travers des parois.

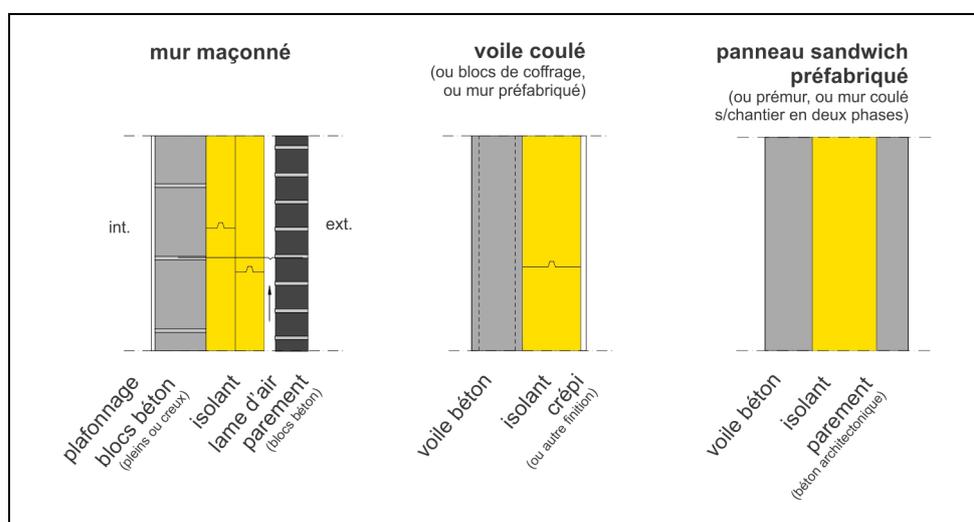
Si jusqu'il y a peu le concepteur ne devait pas rendre de compte sur la manière dont il réalisait la liaison entre différentes parois, la législation PEB a quelque peu modifié la donne. En effet, découlant des accords scellés par le protocole de Kyoto, notre législation PEB inclut dans les trois Régions la prise en compte des déperditions dues aux nœuds constructifs linéiques et ponctuels, c'est à dire au droit des liaisons entre parois ou de pénétration d'un élément moins ou non isolé dans une paroi isolée.

Pour les bâtiments fortement isolés que nous concevons aujourd'hui, ces raccords entre parois nécessitent plus d'attention afin qu'ils n'engendrent pas de désordre pour la bonne tenue du bâtiment, comme par exemple la formation de condensation à la surface intérieure du raccord entre parois.

Les détails étudiés dans la seconde partie, proposent à la fois un concept constructif et l'analyse thermique avec la simulation par logiciel agréé (4) du nœud. Chaque détail répond à la notion de nœud PEB-conforme et est assorti de sa valeur déperditive réelle.

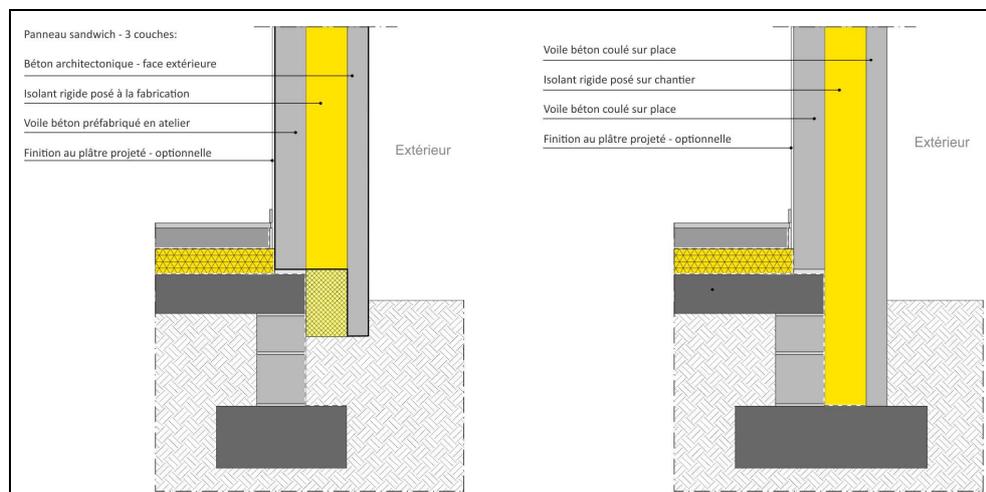
Les modes de construction étant très diversifiés, nous avons fait le choix de développer trois familles de « concepts constructifs » qui représentent bien la construction en béton telle que pratiquée :

- le mur creux ventilé « traditionnel » avec maçonnerie en blocs de béton porteurs ;
- le voile coulé soit en atelier soit sur chantier, et isolé par l'extérieur. Ce concept représente également les constructions en blocs de coffrage en béton ;
- le panneau sandwich, pouvant englober le prémur ou la construction en deux voiles coulés sur chantier.



4 Logiciel Trisco / Bisco, conçu par Physibel

Chaque détail proposé peut servir de base à la conception d'un nouveau détail pour tout projet particulier, les principes de base devant être respectés (stabilité, étanchéité, continuité isolante...). Par exemple le détail du pied de fondation d'une paroi verticale en panneaux sandwich préfabriquée peut être adapté facilement à une paroi verticale constituée de 2 voiles de béton coulé sur place, comme repris sur les deux détails ci-dessous.



Principe de détail d'une fiche 'panneau sandwich' (à gauche) et variante libre du concepteur.

PARTICULARITÉS

Dans notre approche sur la performance énergétique, l'attention est avant tout portée sur le concept constructif « béton », et plus particulièrement la composition des parois verticales. Nous n'abordons pas spécifiquement les choix à faire en matière de performance énergétique plus globale pour les éléments constituant l'enveloppe.

Les concepteurs trouveront dans cette brochure une synthèse claire et pratique afin d'assurer la qualité constructive de leurs édifices et d'anticiper tout risque de désordre ⁽⁵⁾. Cette publication a été établie par la Fédération de l'Industrie Cimentière Belge (FEBELCEM), en collaboration avec des praticiens et des théoriciens spécialisés dans le domaine de la conception technique et énergétique de l'enveloppe des bâtiments.

⁵ Bien que les recommandations exposées dans le présent document aient été rédigées avec le plus grand soin possible, des imperfections ne sont pas exclues. Ni FEBELCEM, ni ceux qui ont collaboré à la présente publication, ne peuvent être tenus responsables de tout dommage qui pourrait découler de l'utilisation des informations fournies.

2. Points d'attention pour la bonne conception d'un détail constructif

a. L'étanchéité à l'eau

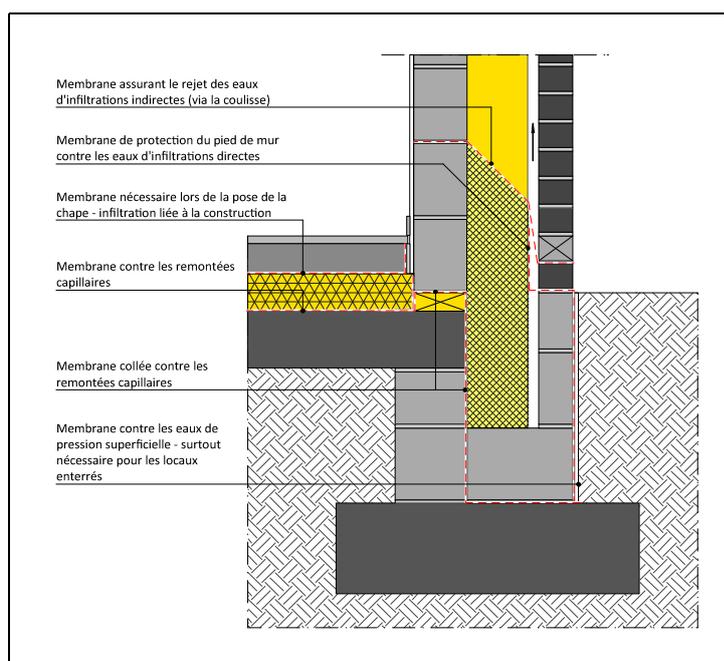
Assurer l'étanchéité à l'eau d'un bâtiment peut paraître une évidence mais s'avérer l'être beaucoup moins lorsqu'il s'agit de la mise en œuvre. La réussite de la réalisation sera directement liée à l'attention portée à la conception. Le rôle du concepteur est donc déterminant, tout autant que le sera le soin apporté à la mise en œuvre.

Lors de la conception de chaque détail il sera nécessaire de visualiser mentalement quel pourrait être le chemin de l'eau. Cet élément « sournois » peut s'infiltrer par :

- effet ascensionnel : prévoir donc une protection contre les remontées capillaires.
- pression superficielle : il peut notamment s'agir des constructions enterrées, exposées à la pression de l'eau contenue dans le sol. Cette pression peut être variable, en fonction de la capacité du terrain à la drainer. Le concepteur prévoira donc les protections nécessaires pour éviter cette source de désordre.
- infiltration directe : les parois devront être conçues de manière à ce que le matériau exposé puisse recevoir l'eau directement (eau de pluie, eau par rebond, eau chassée par le vent...). Attention donc aux matériaux pouvant présenter une porosité importante : brique non adaptées, enduit non étanche, bardages ajourés, ... A ce sujet, il est primordial de bien distinguer la qualité imperméable d'une surface et son pouvoir respirant ⁽⁶⁾.
- infiltration indirecte : il s'agira ici de l'eau qui est entrée dans le complexe de la paroi et pour laquelle un dispositif d'évacuation doit être prévu. C'est le cas typique du double mur avec coulisse ventilée. L'eau de cette coulisse devra être rejetée au moyen d'un dispositif adéquat.

Dans le cas particulier du béton, il est utile de penser à des bétons coulés hydrofuges, par exemple pour les dalles sur sol.

Pour chaque détail, il est impératif de ne pas poursuivre sa conception, sans avoir résolu ces différents points, sous peine de ne pas en assurer la viabilité. La pose des différentes étanchéités ne pourra laisser aucune faiblesse due à une discontinuité.



⁶ Voir à ce sujet le chapitre suivant: transfert de chaleur et de vapeur

REMARQUE : le cas particulier de la coulisse ventilée

La construction en double mur, à savoir mur porteur distinct du mur de parement, présente dans la plupart des cas une coulisse ventilée permettant d'évacuer l'eau de pluie qui aurait traversé le mur de parement. Sous certaines conditions la coulisse pourrait ne pas être prévue :

- si l'orientation de la paroi est telle qu'elle ne reçoit pas les pluies battantes;
- si la paroi est protégée par un dispositif permanent la mettant à l'abri des pluies battantes;
- si le parement est totalement imperméable (pierre naturelle ou brique vitrifiée par exemple), si l'isolant placé entre les deux murs est insensible à l'eau et que le parement présente un bon potentiel d'assèchement.

Dans tous les cas le concepteur devra appliquer les règles de bonne pratique... dont la prudence fait partie.

Dans certains cas, on peut rencontrer des panneaux sandwich avec coulisse entre l'isolant et le panneau extérieur. Cette disposition doit être parfaitement justifiée avant de l'envisager, celle-ci nécessitant une mise en œuvre plus complexe.

b. L'étanchéité à l'air

Les déperditions thermiques d'un bâtiment proviennent :

- des pertes par les parois délimitant le volume chauffé ou protégé et leurs raccords (nœuds constructifs) : murs, sols, menuiseries, toitures ;
- des pertes par ventilation volontaire : ventilation hygiénique assurée de manière naturelle (peu contrôlée) ou mécanique (contrôlée) ;
- les pertes par infiltration/exfiltration : ventilation involontaire due aux imperfections de l'enveloppe isolante. Celles-ci peuvent occasionner, pour un bâtiment où aucun dispositif particulier n'a été mis en place, environ 7 à 8 fois le renouvellement du volume total d'air par heure... inutile de préciser que les calories sont entraînées par ce mouvement de l'air.

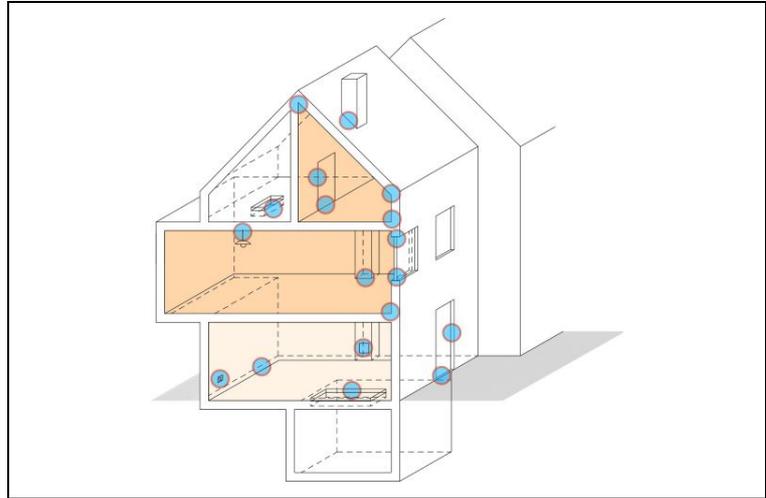
Heureusement le concepteur peut agir à chaque niveau :

- en isolant qualitativement ses parois et soignant les détails de raccord,
- en choisissant un système de ventilation bien dimensionné, étanche à l'air et judicieusement positionné,
- en ayant soin de prévoir les dispositifs d'étanchéité à l'air.

Pour ce dernier point, au même titre que la visualisation mentale du passage de l'eau, il sera nécessaire de s'imaginer les passages possibles de l'air.

Dans le cas des constructions en béton c'est essentiellement le béton même (béton apparent, panneaux préfabriqués) ou le plafonnage qui assurent l'étanchéité à l'air des murs.

Typiquement ces passages sont : les pourtours de baies, le réglage des menuiseries, les jonctions de parois de différents plans ou de différente composition, les éléments traversants (prise, gaine, trappe, régies) ou tout simplement entre les différents éléments d'étanchéité (jonctions entre lés et membranes). Le passage peut aussi se faire par une paroi poreuse : panneau bois mince ou non étanche, blocs mal rejointoyés ou ébréchés... On notera également les fuites vers les gaines techniques et les autres unités PEB du projet considéré si la stratégie requiert un test par unité.



Aperçu des endroits où l'étanchéité à l'air doit être soignée.

Des dispositifs commerciaux spécifiques et leur bonne mise en œuvre assureront le meilleur résultat. Les conseils principaux à appliquer pour optimiser l'étanchéité à l'air lors de la conception seront :

- Eviter autant que possible les passages au travers de la « barrière » d'étanchéité : passage de gaines, passage de ventilations, emboîtement techniques. Les blochets électriques et gainage engendrent des faiblesses s'ils ne sont pas scellés de manière étanche : la gaine sera scellée au ciment, le blochet au plâtre (si le mur est plafonné). Idéalement on veillera à placer les installations techniques dans le volume chauffé : coffret électrique, groupe de ventilation.
- Assurer la parfaite continuité des dispositifs d'étanchéité entre eux : plafonnage, membrane pare-vapeur ou frein-vapeur de toiture, étanchéité au pourtour des châssis, au droit des portes intérieures entre unités PEB et des doublages de murs mitoyens ...

Ces pertes par infiltration/exfiltration peuvent être quantifiées au moyen du *blower-door test* ou test d'infiltrométrie (voir photo de la porte de test). Ce paramètre influence par ailleurs grandement les résultats PEB d'un projet : le débit de fuite par défaut est de $12 \text{ m}^3/\text{h.m}^2$ (dans des conditions de différence de pression de 50 Pa) !

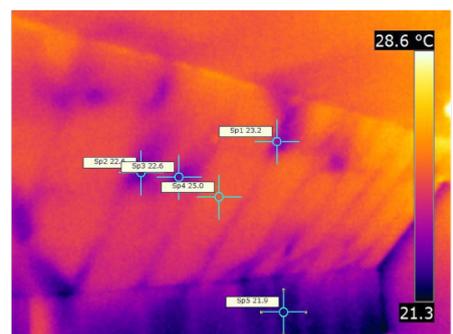
La stratégie de test par unité ou sur un ensemble d'unités est primordiale et doit être intégrée dès l'esquisse pour tracer le périmètre d'étanchéité à l'air où les mises en œuvre doivent être validées.

Enfin, ces mouvements d'air ne se limitent pas qu'à engendrer des pertes de chaleur. Ils peuvent aussi être à l'origine de désordres dans le bâtiment tels que :

- le transfert de vapeur d'eau dans les parois, et par conséquent générer de la condensation interne ;
- la diminution de la performance des matériaux isolants qui pourraient être sensibles à l'humidité.
- la diminution de la performance des matériaux isolants par un passage d'air (photo ci-après d'un pied de versant par caméra thermique).



Blower-door test et repérage des désordres dans l'isolation d'une toiture



c. Le comportement au transfert de vapeur et de chaleur

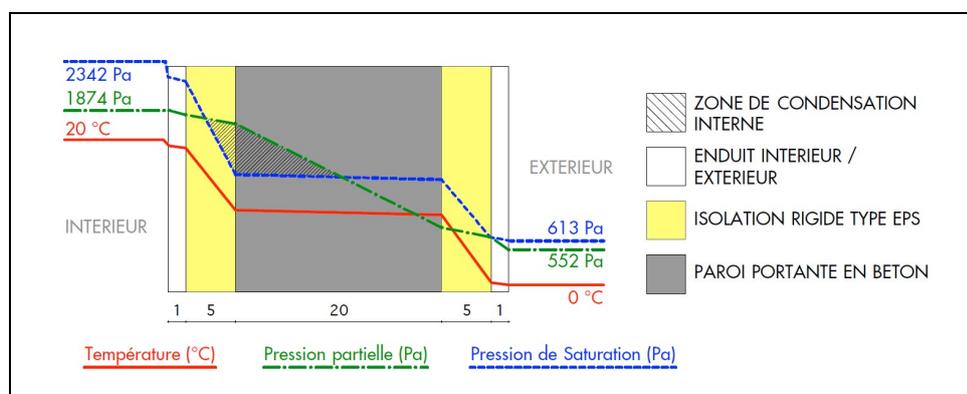
Le choix, la combinaison et l'ordre de succession des matériaux revêt une importance particulière du point de vue du transfert de vapeur d'eau au travers d'une paroi composée. En effet, afin d'en assurer la viabilité, il est essentiel d'éviter la formation de condensation interne. Celle-ci apparaît lorsque la pression partielle, correspondant au taux d'humidité en un point de la paroi atteint la pression de saturation, son maximum admissible à l'état de vapeur. Concrètement, plus la température diminuera, plus la pression de saturation sera basse. Etant donné nos parois isolées, la température diminue au sein de la paroi de l'intérieur vers l'extérieur, plus ou moins, au fur et à mesure que l'on traverse les différents matériaux, plus ou moins isolants. Afin d'éviter la formation de condensation interne on aura donc soin d'avoir des matériaux « freinant » le transfert de la vapeur d'eau d'une part, et d'assurer une succession de matériaux viables, par leurs natures et leurs épaisseurs utilisées, d'autre part.

Le béton est, de par ses propriétés physiques, un matériau pare-vapeur.

Si l'on évalue ce risque de formation de condensation interne à un moment ponctuel, dans des conditions défavorables, il s'avère que bien des parois ne seront pas viables (« méthode de Glaser »). C'est pourquoi il est important de vérifier la faisabilité de la paroi sur une certaine durée dans le temps, tenant compte de son potentiel d'assèchement (simulation dynamique).

Pour illustrer ce phénomène, voici un exemple de composition de paroi :

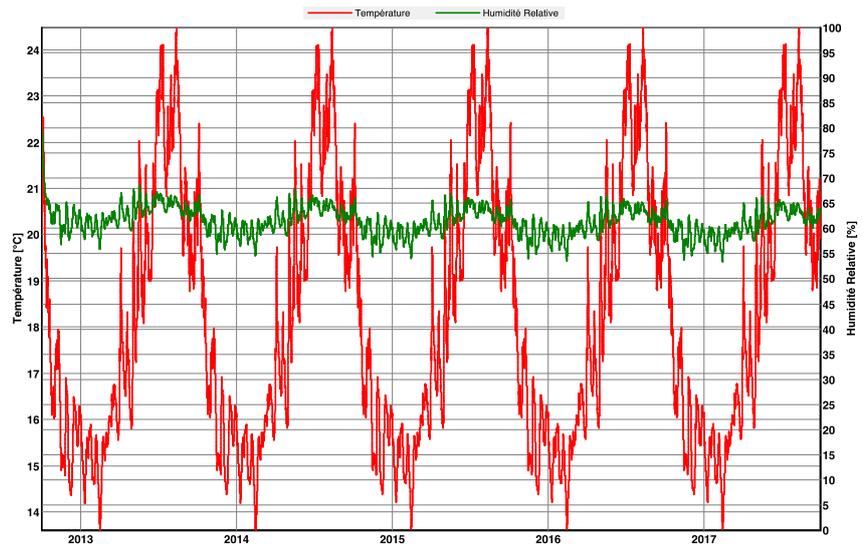
	Epaisseur [m]	Valeur λ [W /mK]	Valeur μ [sans unité]	HR [%]	T [°C]
Intérieur (Ri)				80%	20,0
Enduit intérieur	0,015	0,500	10	86%	18,8
Isolant type EPS	0,050	0,035	30	88%	18,4
Béton coulé	0,200	2,000	50	222%	3,6
Isolant type EPS	0,050	0,035	30	99%	2,5
Enduit extérieur	0,015	0,500	10	96%	0,8
Extérieur (Re)				87%	0,4
Ambiance extérieure				90%	0,0



SIMULATION PAR LA METHODE DE GLASER
Etude du risque de condensation interne à un moment ponctuel

On observe sur ce schéma qu'en période hivernale (0 °C) le risque de condensation interne de cette paroi est important. La zone hachurée représente tous les points où elle se manifeste. L'épaisseur de l'isolant intérieur engendre une chute rapide de la pression de saturation.

Le graphe ci-dessous représente le comportement en température (courbe rouge) et en humidité relative (courbe verte) dans le matériau béton (lieu de la condensation interne révélé par le calcul Glaser ci-avant), sur une période de 5 ans. De manière cyclique le matériau va successivement augmenter puis diminuer son taux d'humidité relative en fonction d'une série de paramètres : climat extérieur, climat intérieur, exposition de la paroi à la pluie et à l'ensoleillement...
Ce graphe montre qu'à tout moment le matériau béton connaît en son sein un comportement viable, avec un taux d'humidité relative approchant les 65 % maximum.



SIMULATION PAR LA
METHODE DYNAMIQUE
(logiciel WUFI)
Etude du risque de
condensation interne sur une
période définie

3. Qualité isolante des matériaux – Valeur lambda et épaisseur de l’isolant – Prise en compte en PEB

Le caractère isolant d’un matériau s’exprime par sa valeur lambda (λ). Son unité en W/mK représente bien une quantité d’énergie qui est transmise par seconde (W) pour une épaisseur traversée d’1 m et une différence de température que la paroi sépare d’1 °K. Plus la valeur lambda est petite, plus le matériau est isolant.

Pour un même type d’isolant, par exemple un panneau de polyuréthane, la valeur lambda peut varier d’environ 0,035 W/mK à 0,021 W/mK. En conséquence, pour un même pouvoir isolant, l’épaisseur du matériau préconisé sera plus ou moins importante.

Dans le cas d’un bloc porteur en béton, la valeur lambda connaît également une grande plage de valeur. Si, à portance égale, un choix peut se faire sur un bloc ayant une valeur lambda plus intéressante, ceci optimisera la qualité isolante de l’ensemble de la paroi.

Dans le logiciel PEB, la connaissance précise des matériaux sera dès lors un atout !

En effet en utilisant les valeurs par défaut d’un type de matériau, on utilise sa valeur la plus défavorable, celle qui englobe tous les produits de cette même famille. Si par contre on travaille avec un matériau reconnu (ATG, EPBD, ...), on optimise les épaisseurs prescrites et donc souvent la quantité et le coût de la matière à mettre en œuvre, et par extension l’énergie grise dépensée.

Au delà du cas précis des matériaux isolants, il en va de même pour les matériaux non isolants, comme par exemple les blocs porteurs.

QUELQUES EXEMPLES

Pour un mur de blocs de béton maçonné au mortier (épaisseur 14 cm) isolé de polystyrène extrudé (épaisseur 10 cm) posé dans la coulisse, d’un parement extérieur en briques et d’une finition intérieure plafonnée:

Calcul de la valeur U de la paroi suivant la réglementation PEB en vigueur :

Origine de la valeur	Choix du bloc porteur		Choix du panneau isolant		Valeur U de la paroi [W/m ² K]
	Type	Valeur λ [W/m.K]	Type	Valeur λ [W/m.K]	
PEB par défaut	Bloc béton lourd plein $\rho = 2200 \text{ kg/m}^3$	1,9	XPS	0,045	0,41
Donnée fabricant (*)	Bloc béton lourd plein $\rho = 2200 \text{ kg/m}^3$	1,72	XPS (***)	0,037	0,35
PEB par défaut	Bloc béton lourd creux $\rho = 1600 \text{ kg/m}^3$	1,13	XPS	0,045	0,40
Donnée fabricant (*)	Bloc béton lourd creux $\rho = 1600 \text{ kg/m}^3$	1,07	XPS (***)	0,037	0,34
PEB par défaut	Bloc béton léger plein $\rho = 1300 \text{ kg/m}^3$	0,61	XPS	0,045	0,39
Donnée fabricant (**)	Bloc béton léger plein $\rho = 1300 \text{ kg/m}^3$	0,46	XPS (***)	0,037	0,33
PEB par défaut	Bloc béton léger creux $\rho = 1100 \text{ kg/m}^3$	0,49	XPS	0,045	0,38
Donnée fabricant (**)	Bloc béton léger creux $\rho = 1100 \text{ kg/m}^3$	0,38	XPS (***)	0,037	0,33

(*) Bloc béton creux standard fabriqué par la firme COECK voir www.coeck.be - format des blocs : 290x140x190

(**) Bloc béton léger TopArgex, voir www.argex.eu - format des blocs : 390x140x190

(***) Panneau isolant mis au point par BASF type Styrodur 2500-C voir www.styrodur.be (valeur EPBD)

De manière systématique, on constate l'avantage, parfois non négligeable, de définir précisément les matériaux qui composent la paroi. L'amplitude des valeurs U des parois décrites ci-dessus peut représenter un impact budgétaire important à l'échelle d'un chantier : par la quantité de matière mise en œuvre (et donc l'impact dans l'Analyse du Cycle de Vie du matériau), par le temps de mise en œuvre (et donc le coût direct pour le client), par la charge du bâtiment (et donc le coût des fondations)...

En complément à ces considérations « théoriques », il est souhaitable d'opter pour des isolants qui garantissent une stabilité de leurs propriétés thermiques dans le temps : pas de changement de la valeur lambda, pas de détérioration de la matière, pas de perte de matière. Cet aspect de bonne tenue dans le temps s'étend aussi aux isolants rendus porteurs d'une finition, et pour lesquels les conditions limites de mise en œuvre devront être suivies à la lettre.

4. Législation PEB et comparaison pour les trois Régions

La législation PEB est en vigueur dans les trois Régions de notre pays, dans une approche similaire mais cependant différente : chaque région dispose d'une variante du logiciel, d'un agrément distinct, d'exigences et de procédures différentes.

Le tableau (non exhaustif) ci-dessous reprend les principales différences existant à ce jour, dans le cas de la construction d'une nouvelle habitation. Les autres affectations ou nature de travaux présentent également des différences. Les sites internet des trois Régions renseignent les exigences en vigueur.

La législation relative aux nœuds constructifs est cependant identique (pour l'instant) dans les trois Régions.

	Région Bruxelloise (7)	Région Flamande (8)	Région Wallonne (9)
Acteur PEB	Conseiller PEB	Rapporteur EPB	Responsable PEB
Agrément nécessaire	Oui	Oui	Oui
Exigence générale	BNC ≤ 15 kWh/m ² .an U_{max} / R_{min} CEP ≤ 45 kWh/m ² .an Nœuds constructifs Ventilation Risque de surchauffe PEB chauffage	S31 U_{max} / R_{min} E35 Nœuds constructifs Ventilation Risque de surchauffe Energies renouvelables: ≥ 15 kWh/m ² .an	K35 U_{max} / R_{min} E _w 65 Nœuds constructifs Ventilation Risque de surchauffe E _{spec} 115 kWh/m ² .an
Synthèse des exigences pour les parois U_{max} (W/m ² .K) ou R_{min} (m ² .K/W)			
Parois délimitant le volume protégé			
Parois transparentes	$U_w = 1,80$ & $U_g = 1,10$	$U_w = 1,50$ & $U_g = 1,10$	$U_w = 1,50$ & $U_g = 1,10$
Toitures et plafonds	$U_{max} = 0,24$	$U_{max} = 0,24$	$U_{max} = 0,24$
Murs non en contact avec le sol	$U_{max} = 0,24$	$U_{max} = 0,24$	$U_{max} = 0,24$
Mur en contact avec le sol	$R_{min} = 1,50$	$U_{max} = 0,24$	$U_{max} = 0,24$
Parois verticales et en pente, en contact avec vide sanitaire, cave hors volume protégé	$R_{min} = 1,40$	$U_{max} = 0,24$	$U_{max} = 0,24$
Plancher en contact avec l'environnement extérieur	$U_{max} = 0,30$	$U_{max} = 0,24$	$U_{max} = 0,24$
Autres planchers	$U_{max} = 0,30$ ou $R_{min} = 1,75$	$U_{max} = 0,24$	$U_{max} = 0,24$
Portes et portes de garage	$U_{D,max} = 2,00$	$U_{D,max} = 2,00$	$U_{D,max} = 2,00$
Murs rideaux (suiv. EN13947)	$U_{CW,max} = 2,00$ $U_{gmax} = 1,10$	$U_{CW,max} = 2,00$ $U_{gmax} = 1,10$	$U_{CW,max} = 2,00$ $U_{gmax} = 1,10$
Parois en briques de verre	$U_{max} = 2,00$	$U_{max} = 2,00$	$U_{max} = 2,00$
Parois entre 2 volumes protégés situés sur des parcelles adjacentes	$U_{max} = 1,00$	$U_{max} = 0,60$	$U_{max} = 1,00$
Parois entre 2 volumes protégés sur une même parcelle	$U_{max} = 1,00$	Murs : $U_{max} = 0,60$ Planchers/Plafonds : $U_{max} = 1,00$	$U_{max} = 1,00$

7 Suivant OPEB des 7 juin 2007 et 2 mai 2013 – internet : <https://environnement.brussels> > Thème : bâtiment et énergie > La performance énergétique des bâtiments (PEB) > Travaux PEB
BNC = besoins nets en chaleur ; CEP = consommation en énergie primaire

8 Suivant 'EPB-decreet' du 22 décembre 2006, décision du Gouvernement Flamand du 11 mars 2005, 'Energiedecreet' du 8 mai 2009 et 'Energiebesluit' du 19 novembre 2010 – internet : www.energiesparen.be > bouwen en verbouwen > Info > professionelen: EPB-pedia

9 Suivant Décret du 28 novembre 2013 et Arrêté du 15 mai 2014 – internet : energie.wallonie.be > Professionnels > Performance énergétique du bâtiment > Réglementation wallonne sur la PEB

5. Définition des nœuds constructifs – Traitement – Prise en compte dans la PEB et conséquences

Définition

Avant toute chose, ne parlons plus de ponts thermiques ! La législation PEB, conjointe aux trois Régions prévoit de modifier le vocable pour parler à présent de « nœuds constructifs », moins négatif dans sa perception. Toute jonction entre deux parois différentes ou interruption d'une paroi par un élément, isolé ou non, entraîne une déperdition propre au droit de chaque raccord. Par exemple l'appui d'un mur périphérique sur une dalle sur sol, la pose d'un châssis dans sa battée, la liaison d'une toiture sur un mur de façade. Ces jonctions peuvent entraîner une déperdition complémentaire en cas de faiblesse isolante au droit du raccord ou au contraire apporter un bonus si la jonction présente un « surplus » d'isolation par rapport aux déperditions déjà prises en compte par les parois : ce sera notamment le cas des angles de murs sortants.

Déperdition thermique importante au niveau des linteaux avec risque de condensation.



Le concepteur doit à présent tenir compte de la manière dont il va opérer ces jonctions d'un point de vue des déperditions thermiques. En effet, l'interruption ou la faiblesse de l'isolation sur une paroi va créer à cet endroit un point plus froid. Si l'humidité relative de la pièce est importante, même sur une durée limitée (salle de bain après une douche, chambre après la nuit...), la vapeur d'eau ira se condenser sur les parties froides de la paroi avec toutes les conséquences indésirables que l'on peut rencontrer : formation de tâches, de champignons, dégradation du matériau de surface... C'est un phénomène que l'on connaît déjà avec par exemple les linteaux traversant intérieur/extérieur ou non isolés (photo ci-dessus), ou lors du remplacement du simple vitrage par du double vitrage sans dispositif de ventilation.

Pour les trois concepts constructifs détaillés, l'isolation est opérée par l'extérieur, ce qui représente un avantage important pour la continuité thermique et donc une gestion plus facile des nœuds constructifs. Cette configuration permet en outre de profiter efficacement de l'inertie thermique du béton.

Avec l'isolation renforcée des parois, correspondant aux exigences PEB, le risque de désordre en cas de nœuds constructifs mal gérés s'en trouve amplifié. Le concepteur a donc un rôle clé à jouer ! De plus, l'intégration des déperditions linéiques des nœuds-constructifs dans le bilan thermique peut le modifier de plusieurs points « K » et impacte les niveaux E ou BNC/CEP.

Traitement

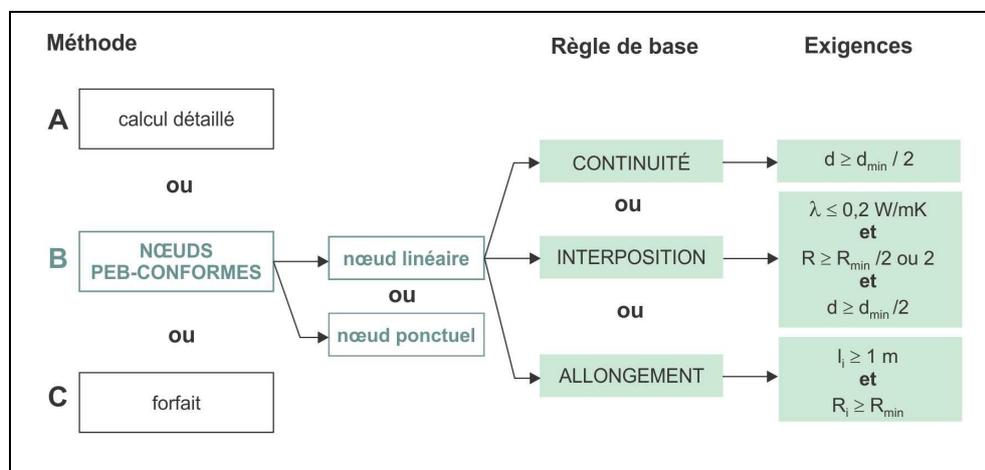
Au même titre que le détail doit être conçu en visualisant par l'imaginaire le parcours de l'eau ou de l'air, il sera nécessaire de faire un troisième passage pour visualiser la continuité thermique.

La règle « numéro 1 » sera d'éviter toute interruption de la continuité isolante. Cependant, bien des cas ne rendent pas possible ce principe : nécessité structurelle, incompatibilité des matériaux, mise en œuvre démesurément coûteuse, ...

La prise en compte dans la PEB

La réglementation PEB laisse le choix au concepteur de la méthode de prise en compte pour le bilan thermique (voir aussi le schéma ci-dessous):

- soit méthode A : Les nœuds constructifs font l'objet de calculs détaillés exhaustifs ;
- soit méthode B : Ils sont réputés PEB-conformes. Les nœuds constructifs non conformes doivent être encodés ;
- soit méthode C : Ils font l'objet d'une majoration du niveau K de 10 points.



La **méthode A** par calcul détaillé, si elle est la plus précise, représente un travail important, ainsi que l'utilisation d'un logiciel de simulation spécifique. C'est cependant la méthode qui sera utilisée pour les bâtiments à haute performance, notamment puisque ce calcul doit être intégré pour la certification passive des bâtiments. Elle est la plus fiable et la moins pénalisante pour le bilan énergétique. Le coût d'une telle étude est non négligeable.

La **méthode C** par majoration du niveau K de 10 points est fortement déconseillée. Si en effet elle ne nécessite aucun calcul, elle engendre la nécessité de renforcer l'isolation globale du bâtiment, afin de respecter le niveau K ou BNC, majoration des 10 points comprise. Or il y a là un réel danger de concevoir « les yeux fermés » ! Si aucune étude des raccords constructifs n'est faite, le risque de désordre lié à des « ponts thermiques » sera augmenté. De toute évidence, la qualité constructive ne sera pas au rendez-vous, et la qualité énergétique bien compromise par les risques techniques. Le surcoût des mesures d'isolation des parois sera disproportionné par rapport à celui d'une bonne conception, les épaisseurs des isolants devant être revue à la hausse pour palier au forfait péjoratif de la méthode C.

La **méthode B** : la réglementation PEB fixe les règles des nœuds PEB-conformes, c'est à dire des nœuds pour lesquels les déperditions linéiques ou ponctuelles seront acceptables. Elles sont au nombre de trois :

- Les **nœuds linéiques PEB conformes** – trois approches validées :

1/ **La continuité** :

Si les 2 parois présentent un raccord constructif où les couches isolantes identiques sont jointes directement l'une à l'autre avec une épaisseur de contact minimale.

2/ **L'interposition** :

Si les 2 parois présentent un raccord constructif où les couches isolantes ne se joignent pas directement mais où il y a bien des éléments isolants intercalés de sorte que la coupure thermique est conservée.

3/ **L'allongement** :

Si les 2 parois présentent un raccord constructif où les couches isolantes ne se joignent pas directement et où la coupure thermique ne peut pas être assurée mais où le chemin de moindre résistance est suffisamment long.

Si une des trois règles est rencontrée, le nœud est PEB-conforme. Dans ce cas il ne faut pas calculer la valeur réelle du nœud ; le logiciel majore le niveau K / BNC automatiquement en fonction du projet. Cette valeur correspond de manière approximative à 3 points K.

- Les **nœuds ponctuels PEB conformes** – trois approches validées :

Il en va de même pour le traitement des nœuds ponctuels, liés par exemple à des ancrages ou à des parois interrompues par des éléments de structure.

REMARQUE

Si le concepteur est en présence d'un nœud ne répondant à aucune des trois règles ci-dessus, la méthode B permet de le prendre en compte avec une valeur par défaut, communiquée dans la législation PEB (¹⁰) – voir tableau ci-dessous.

Inutile d'attirer l'attention sur le fait que cette valeur par défaut sera la plupart du temps défavorable et qu'un calcul précis sera à l'avantage du résultat.

Valeurs limites des coefficients de conductivité linéique Ψ_e	$\Psi_{e,lim}$
Angle sortant 2 murs	-0,10 W/mK
Angle sortant autres	0,00 W/mK
Angle rentrant	0,15 W/mK
Raccord aux fenêtres et aux portes	0,10 W/mK
Appui de fondations	0,05 W/mK
Balcon-auvents	0,10 W/mK
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/mK
Tous les nœuds qui ne rentrent pas dans les cas ci-dessus	0,00 W/mK

Valeurs par défaut pour les nœuds constructifs linéaires	
Nœuds constructifs sans coupure thermique avec liaisons structurales linéaires en acier ou en béton armé	$0,90 + \Psi_{e,lim}$ W/mK
Nœuds constructifs avec coupure thermique avec liaisons structurales ponctuelles en métal	$0,40 + \Psi_{e,lim}$ W/mK
Autres	$0,15 + \Psi_{e,lim}$ W/mK

Valeurs par défaut pour les nœuds constructifs ponctuels	
Coupure de la couche isolante par des éléments en métal (z= longueur du côté du carré dans lequel s'inscrit le percement, en m)	$4,7^*z + 0,03$ W/K
Coupures de la couche isolante par d'autres matériaux que le métal (A= surface du percement, en m ²)	$3,8^*A + 0,10$ W/K

¹⁰ Les valeurs communiquées dans les tableaux ci-dessus pourraient être sujettes à révision par les différentes instances régionales. Il sera toujours nécessaire de les vérifier (par exemple via les sites internet des Régions) avant utilisation.

ANNEXES

Les détails exposés dans les fiches détachables et téléchargeables sont tous PEB-conformes. Pour chacun les informations suivantes sont reprises :

- la règle PEB applicable,
- la ligne de coupure thermique,
- l'identification de l'élément permettant le raccord PEB-conforme suivant une des trois règles: continuité, élément d'interposition, chemin de moindre résistance,
- la valeur psi du nœud calculée par le logiciel de simulation et la valeur psi par défaut.

(photo 4^{ème} de couverture : arch. Vanderperren – © archimedia.be)



Une publication de
FEBELCEM
Boulevard du Souverain 68 bte 11 - 1170 Bruxelles
www.febelcem.be
info@felbelcem.be

Auteurs:
Laurence Vandormael
Gérôme Forthomme, Brouae sprl
en coll. avec Noël Naert, FEBELCEM

Dépôt légal:
D/2020/0280/09

Ed. resp.:
Hervé Camerlynck

infobeton.be

