



Là où il y a quelques années encore, on exigeait d'un bâtiment qu'il soit stable et étanche à l'eau, force est aujourd'hui de constater qu'il doit satisfaire à une pléthore d'exigences pas toujours conciliables, en particulier lorsqu'il s'agit d'assurer la continuité des performances au droit des détails constructifs, c'est-à-dire aux points d'assemblage des éléments entre eux.

Le détail constructif : un concentré d'exigences

1 Nouveaux défis, nouvelles exigences

Il n'y a pas si longtemps, les performances imposées aux bâtiments se limitaient à la stabilité et à l'étanchéité à l'eau, lesquelles devaient être garanties pour une durée minimum de 10 ans.

Ces dernières années, nombre de nouveaux critères performantiels ont vu le jour dans les réglementations ou les cahiers des charges, motivés par la nécessité de répondre aux multiples enjeux environnementaux, économiques et sociétaux que nous connaissons. Il nous faut en effet :

- réduire l'empreinte environnementale liée à l'acte de construire, d'occuper, de rénover et de démolir
- densifier l'habitat pour répondre à la croissance démographique, sans impacter le confort d'occupation de nos logements
- rendre les bâtiments à la fois plus accessibles aux personnes à mobilité réduite et plus sûrs quant au risque d'intrusion
- permettre aux ouvrages de s'adapter à l'évolution des fonctionnalités tout au long de leur cycle de vie
- satisfaire aux critères de qualité souhaités, en ce compris ceux liés à l'aspect
- faciliter l'accès au logement en optimisant les solutions proposées pour qu'elles soient techniquement performantes et économiquement supportables.



1 | Des quelques performances imposées il y a peu ...

Ces performances peuvent concerner l'ouvrage fini, mais également le processus de construction ou de démolition ainsi que la phase d'utilisation et les opérations d'entretien. Elles peuvent découler des sept exigences essentielles définies dans le Règlement européen relatif aux produits de construction (RPC), des souhaits de l'auteur de projet ou de considérations technicoéconomiques propres à l'entreprise de construction en charge des travaux, par exemple.

Les exigences concernées portent entre autres sur :

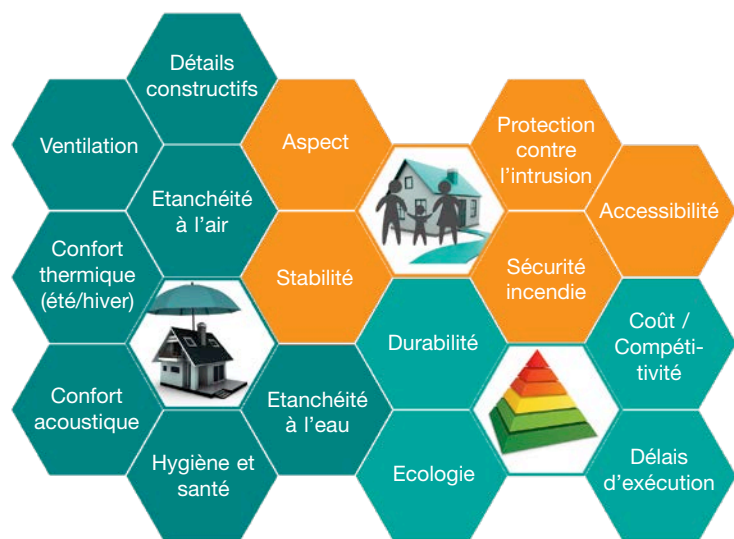
- l'impact environnemental du bâtiment et des éléments qui le composent
- la performance énergétique globale intégrant des critères d'isolation thermique et d'étanchéité à l'air
- la sécurité de l'ouvrage et des usagers : sécurité au feu – résistance au feu (capacité portante), étanchéité à la flamme et isolation thermique (critères dits REI) –, protection contre l'effraction
- le confort d'occupation (visuel, thermique et acoustique), pour lequel les attentes

seront fonction notamment de l'activité exercée, de l'environnement et/ou de la sensibilité des occupants

- l'hygiène et la santé des utilisateurs, qui peuvent conditionner le choix des matériaux et la gestion de la qualité de l'air et de l'eau
- l'accès aux personnes à mobilité réduite
- l'aspect des ouvrages, les tolérances de fabrication et de mise en œuvre
- la rapidité et la facilité d'exécution
- le coût de construction, d'utilisation et de démolition.

2 De nouvelles exigences compatibles entre elles ?

Considérées indépendamment les unes des autres, nombre de ces exigences peuvent être satisfaites moyennant des dispositions constructives adéquates et/ou un choix judicieux des matériaux. Ainsi, pour respecter un niveau d'isolation thermique croissant dans une toiture, il 'suffit' d'augmenter l'épaisseur de l'isolant et/ou de choisir un matériau d'isolation caractérisé par une conductivité



2 | ... le bâtiment est passé à un véritable enchevêtrement d'exigences.



thermique plus faible. Mais lorsque cette démarche résulte d'une volonté d'occuper des combles jusqu'alors utilisés comme grenier, c'est parfois beaucoup plus complexe. En particulier lorsque l'occupant souhaite disposer de grandes baies vitrées pour profiter au maximum de la vue et de la lumière extérieure ou que son habitation est située dans un environnement particulièrement bruyant (au voisinage d'un aéroport, par exemple). Des solutions doivent dès lors être trouvées pour maintenir un confort d'occupation adéquat, que ce soit pour éviter le risque de surchauffe en été ou les nuisances induites par le bruit extérieur.

Ces 'nouveaux' critères ne sont cependant pas toujours vraiment neufs, car ils conditionnent de longue date l'obtention de certaines performances de base. L'un des meilleurs exemples pour illustrer ce propos est peut-être l'étanchéité à l'air, qui fait depuis longtemps l'objet d'une attention particulière dans les médias du CSTC.

A titre d'exemple, pour assurer l'étanchéité à l'eau d'un mur creux ou d'une menuiserie extérieure, l'obtention de performances élevées a souvent été liée à l'étanchéité à l'air de l'élément considéré.

Il en est de même pour le complexe toiture; l'étanchéité à l'air a toujours été considérée comme essentielle pour limiter le risque de fuites convectives pouvant être à l'origine d'importants problèmes de condensation interne.

Imposée à l'échelle d'un élément ou d'une paroi, l'étanchéité à l'air est également essentielle pour assurer le confort d'occupation, puisqu'elle préserve des courants d'air froid pouvant gêner les occupants et permet une isolation accrue aux bruits aériens grâce à l'absence de fuites d'air.

3 L'importance du détail à l'échelle du bâtiment

On le voit, dans certains cas, il s'avère difficile de concilier l'ensemble des exigences, d'autant que les niveaux de performances imposés pour chacune d'elles ne cessent d'augmenter. La difficulté est encore plus criante si l'on considère que les exigences portent non seulement sur l'élément constructif (une paroi, une menuiserie ou une toiture, par exemple), mais également sur l'ensemble du bâtiment. C'est donc au droit des points

économie

Antenne Normes 'Smart Connect' : détails constructifs

Ce CSTC-Contact est l'une des premières actions menées dans le cadre de la nouvelle Antenne Normes 'Smart Connect'. Soutenue par le SPF Economie, celle-ci s'est notamment donné pour mission de créer un espace web spécifique visant à aider le professionnel à mieux intégrer les critères des normes et réglementations au niveau des détails constructifs.

A terme, cet espace pourrait comporter une base de données reprenant les normes de référence et une sélection de détails types validés, commentés et accompagnés de leurs performances (feu, accessibilité, isolation thermique, etc.) selon les critères normatifs et réglementaires en vigueur et selon la grille d'évaluation qualitative adoptée dans la présente publication.

d'assemblage des éléments entre eux que nous devons redoubler d'attention. Précisément là où la continuité des performances doit être garantie, où plusieurs matériaux et systèmes constructifs pas toujours compatibles doivent se connecter, mais là aussi où plusieurs corps de métier sont amenés à intervenir de façon successive, voire parfois presque simultanée.

Or, la manière de garantir la continuité des performances au niveau des détails et des raccords doit être étudiée dès la phase de conception. C'est également au concepteur qu'il revient de préciser les niveaux d'exigence souhaités pour tous ces critères. Car il est parfois impossible, pour des raisons techniques et/ou économiques, d'atteindre le niveau maximal pour chacun d'eux. Un tel objectif n'est d'ailleurs pas toujours opportun, puisqu'il influence également le coût de la construction.

En d'autres termes, des tâches habituellement réservées à l'architecte, mais qui doivent idéalement être discutées avec

l'ensemble des corps de métier concernés avant le début des travaux.

Sur chantier, le contrôle de cette continuité incombe bien évidemment à l'entrepreneur général, qui coordonne les activités des sous-traitants.

Il existe ainsi, chez les professionnels, un besoin grandissant de disposer de détails de référence qui prennent en compte les différents niveaux de performances à atteindre et qui peuvent guider l'auteur de projet et l'entrepreneur dans leur conception et leur exécution. Même si chaque bâtiment possède ses particularités propres, le fait de pouvoir se baser sur des détails types permet de dégager des principes et des pistes de réflexion pour satisfaire aux exigences requises. Fidèle aux missions qui lui ont été confiées, le CSTC s'est d'ores et déjà attelé à la tâche en publiant plusieurs référentiels en la matière, les derniers en date étant la [NIT 244](#) sur les ouvrages de raccord des toitures plates et la [NIT 250](#) sur les détails de référence pour les constructions enterrées.

Détail ou nœud constructif

La notion de détail constructif ne doit pas être confondue avec celle de nœud constructif considérée dans les réglementations PEB (voir définition en page 8). Un détail constructif désigne toute jonction ou tout raccord entre éléments ou composants d'un bâtiment (raccord mur/toiture, mur/menuiserie, etc.), mais également toute interruption linéaire ou ponctuelle d'une paroi, telle que le percement d'une cloison pour le passage de conduites, l'encastrement d'un élément dans une paroi (prise électrique, spot) ou le percement d'une toiture par un conduit de cheminée.

Bon à savoir : un nœud constructif est toujours un détail constructif. L'inverse n'est pas nécessairement vrai !



4 Du 2D au 3D+ ou nD

Depuis toujours, entrepreneurs, architectes, bureaux d'étude et fabricants communiquent entre eux sur la base de vues en plan ou en coupe. Sur le plan juridique, plus que l'écrit et le contenu du cahier spécial des charges, ce sont les plans qui priment (art. 24 du Cahier général des charges des marchés publics de travaux).

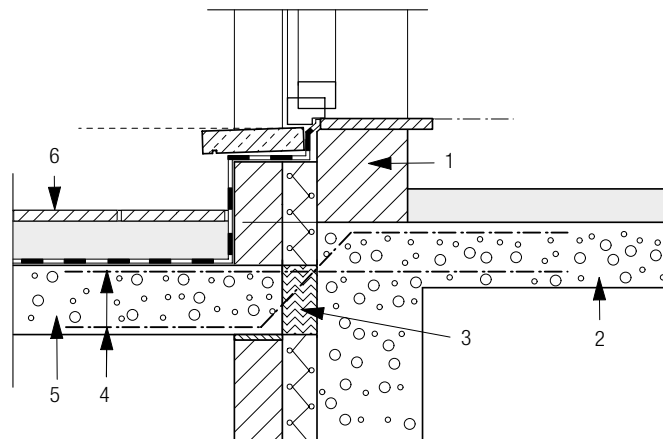
Depuis quelques années, grâce aux développements informatiques, des détails 3D remplacent ou complètent utilement les croquis ou détails 2D. Une aubaine pour faciliter la compréhension de détails complexes concentrant de multiples difficultés. Dans ses médias, le CSTC en fait d'ailleurs abondamment usage lorsque le sujet le justifie. Tel est certainement le cas lorsqu'il s'agit d'expliquer comment poser une membrane de drainage dans le creux d'un mur (figures 3 et 4).

Aujourd'hui, pour faire face à la complexité croissante induite par des exigences plus sévères et plus nombreuses, la méthode de travail traditionnelle en deux dimensions (plans sur papier complétés par des informations issues du cahier des charges) est très souvent remplacée par l'application de modèles constructifs où l'aspect tridimensionnel de l'ouvrage est émaillé d'informations figurant d'ordinaire dans le cahier des charges.

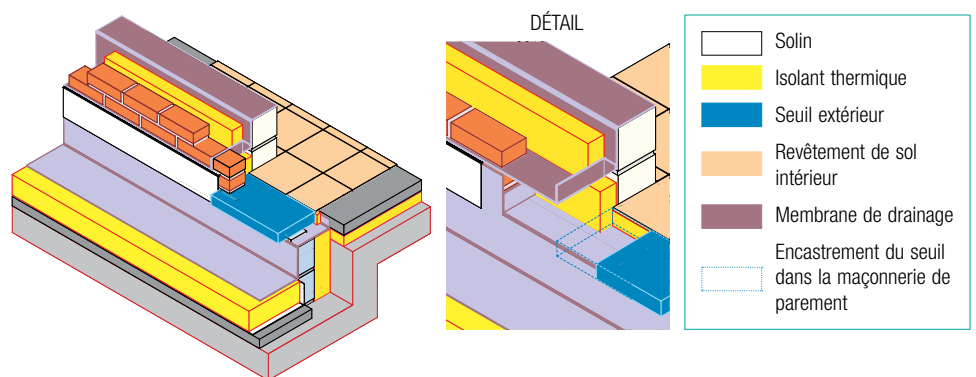
Dans ces modèles constructifs digitalisés, les lignes et les points d'un simple dessin sont remplacés par des 'objets communicants'. Ainsi, un mur n'est plus représenté par un ensemble de traits, mais par un objet indépendant assorti d'informations relatives notamment aux matériaux utilisés ou à la fonction exercée. Le résultat obtenu par une telle numérisation des données porte le nom de *Building Information Model* ou BIM. Un BIM peut donc être considéré comme une visualisation 3D+, la 3D étant combinée à des informations supplémentaires propres à chaque objet. Le modèle n'est toutefois pas limité à une représentation 3D, puisqu'il peut être associé à un planning (simulation 4D), au calcul du prix de revient (5D), voire à l'impact environnemental (6D).

5 2015 : amorce de classification

C'est précisément cette approche 3D+ ou nD que le CSTC souhaite adopter de manière plus



3 | Du croquis 2D (extrait de la NIT 196 'Les balcons', 1995) ...



4 | ... au détail 3D (extrait de l'Infocarte n° 20 'Drainage d'un mur creux au droit d'un seuil', 2007).

systématique dans le futur. Déjà intégrée dans les NIT 244 et 250 précitées, l'approche 3D+ pourrait être complétée par de nouvelles fonctionnalités visant notamment à faciliter l'importation de détails types dans des logiciels de dessin. Elle devrait également être plus structurée pour permettre la mise en ligne d'une base de données, dont cette édition thématique préfigure d'ailleurs la mise sur pied. Les articles qui suivent s'attachent à une ou plusieurs exigences régulièrement imposées et revêtant une importance particulière lors du traitement d'un détail. Exemples à l'appui, l'objectif est de préciser les points requérant de l'attention et la façon de les traiter selon la réglementation ou les normes en vigueur, la situation rencontrée (construction neuve ou rénovation, par exemple), les aspects de conception et d'exécution qui s'y rapportent, voire les outils de calcul ou de contrôle éventuels.

Deux nouveautés sont à évoquer : la première concerne l'évaluation qualitative des détails, la seconde leur évaluation économique.

Nous nous sommes ainsi attachés, tout au long de cette édition, à classer chaque détail

du plus performant (4+ et 4+) au moins performant (0+) par rapport au critère considéré. Lorsqu'il n'est pas classable ou pas évalué, il est noté par (-). Une évaluation moins favorable ne signifie pas que la solution est déconseillée. Elle peut même être la meilleure possible dans le contexte envisagé. Son champ d'application peut toutefois s'en trouver restreint. Par exemple, au raccord d'une toiture avec un mur pignon qu'il n'est pas envisageable d'isoler par l'extérieur, l'option (3+) consistant à isoler le mur par l'intérieur se retrouve être le meilleur choix sur le plan thermique (voir la figure 5 et le tableau A en page 6).

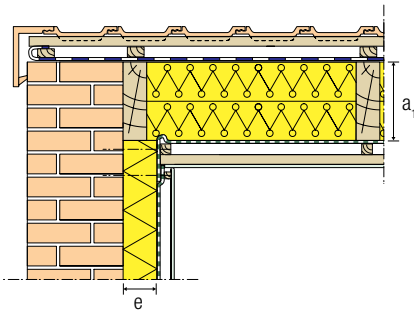
Il en est de même pour une performance de base telle que l'étanchéité à l'eau. Un même détail constructif pourrait parfaitement suffire dans certaines configurations (paroi peu exposée ou protégée des pluies, par exemple) et se révéler inadéquat dans d'autres.

Lorsque les exigences imposées accentuent la complexité des détails, leur coût de réalisation s'en trouve généralement accru. Il y a donc lieu de ne pas exagérer le nombre et les niveaux de performance souhaités,



A | Evaluation qualitative du détail représenté à la figure 5 (extrait du tableau C de la page 11).

Cas	Explication de la variante – Type de bloc porteur	Caractéristiques a_1, a_2, b, c, d, e en cm U en $W/m^2 \cdot K$	«PEB-conforme» selon les règles de base	«PEB-conforme» $\psi \leq \psi_{limite}$ [$W/m \cdot K$]	$f_{0,25}$ [-]	Déperdition thermique du nœud [%]	Classification du nœud
R3	Rénovation – isolation de la toiture entre les pannes + mur massif isolé par l'intérieur	$a_1 = 23 - e = 10$ $U_{mur} = 0,28 - U_{toit} = 0,20$	✓	✓ $\psi = -0,09$	✓ 0,79	100 %	3★



5 | Traitement du raccord d'une toiture avec un mur pignon en rénovation.

sous peine d'impacter significativement le coût de construction. Toutefois, des choix judicieux peuvent être opérés au niveau de la conception et de l'exécution du détail.

Car un détail bien pensé – et nous abordons là notre seconde nouveauté – est un détail facile à réaliser, donc moins coûteux et moins sujet au risque d'erreur. Dans certains cas, il est même possible de calculer la rentabilité d'une solution constructive. Tel est précisément l'exercice auquel nous nous sommes livrés dans l'article 'Aspect économique des ponts thermiques' (p. 31) où nous avons envisagé plusieurs scénarios de rénovation énergétique d'un pied de mur.

Loin de constituer un catalogue de détails optimisés et intégrés, ce CSTC-Contact thématique a pour ambition d'inciter les professionnels à se poser les bonnes questions et à acquérir les bons réflexes lorsqu'ils

sont amenés à concevoir ou à exécuter un détail constructif. Le système d'évaluation par étoiles poursuit le même objectif. Il est à interpréter différemment selon le niveau d'exigence attendu pour la performance considérée, selon la réglementation en vigueur ou selon l'obligation de satisfaire à des critères spécifiques (réglementation incendie, par exemple). Le tableau B reprend les domaines d'utilisation selon la classification étoilée minimale recommandée et le type de performance souhaité. Pour plus d'informations, le lecteur se référera aux articles publiés dans les pages qui suivent. ■

O. Vandooren, ing., directeur Information et soutien aux entreprises, CSTC

B | Domaine d'application des détails constructifs selon la classification étoilée minimale recommandée et le type de performance.

Performance souhaitée	4★	3★	2★	1★	0★
Etanchéité à l'eau (p. 7)	Niveau d'exigence élevé Tout niveau d'exposition	Niveau d'exigence élevé Niveau d'exposition faible	Niveau d'exigence faible Tout niveau d'exposition	Niveau d'exigence faible Niveau d'exposition faible	Pas d'exigences ou niveau d'exposition nul
Sécurité incendie (p. 25)	Réglementation en vigueur				Réglementation pas d'application
Isolation thermique (p. 7)	Bâtiment très basse énergie ou à consommation d'énergie quasi nulle Bâtiment au climat intérieur très humide (4★)		Bâtiment soumis aux exigences de la réglementation PEB	Autres cas de bâtiments chauffés (y compris rénovation)	Bâtiments non chauffés
Etanchéité à l'air (p. 7)					
Isolation aux bruits intérieurs (p. 18)	Exigences particulières	Exigences supérieures selon NBN S 01-400-1	Exigences normales selon NBN S 01-400-1	Exigences faibles (p. ex. en rénovation)	Pas d'exigences
Isolation aux bruits extérieurs (p. 18)	Classe de bruit extérieur L4 (CAN)	Classe de bruit extérieur L3 (CAN)	Classe de bruit extérieur L2 (CAN)	Classe de bruit extérieur L1 (CAN)	Pas d'exigences
Accessibilité (p. 14)	Réglementation en vigueur (Wallonie)	Réglementation en vigueur (Flandre et Bruxelles)	Niveau d'accessibilité réduit	Niveau d'accessibilité faible	Niveau d'accessibilité nul