

Spécifications (STS), Note d'information (NIT), et nouvelle norme (NBN) : du neuf dans la littérature de l'étanchéité à l'air des bâtiments

Séverine Gillet, pmp
Janvier 2016

Introduction

Par opposition à la résistance thermique d'un matériau isolant, ou au rendement d'une chaudière, l'étanchéité à l'air ne peut pas être aisément garantie via quelques lignes de prescriptions dans un cahier des charges. Bien entendu, la qualité des détails graphiques et du descriptif des matériaux prescrits est extrêmement précieuse, tout autant que la bonne planification des interventions et que le soin apporté à l'exécution. Mais au moment de la mesure du débit de fuite au travers de l'enveloppe sous pression, pas de certitude absolue d'atteindre le résultat escompté !

Heureusement, l'expérience des équipes de projet qui se sont bien informées sur le sujet, commence à payer. Nous entendons des retours de constructeurs, confiants d'atteindre l'ambitieux critère d'étanchéité à l'air de la certification passive. Et pour aider le secteur à progresser encore, de nombreux séminaires et formations pratiques sont dispensés. Cerise sur le gâteau, l'année dernière a vu une riche littérature paraître sur le sujet.

Les STS dénommées « Spécifications techniques unifiées STS-P 71-3 Etanchéité à l'air des bâtiments - Essai de pressurisation » ont été éditées par le SPF Economie en janvier 2015 et proposent un cadre de modalités pratiques du test d'étanchéité à l'air. Elles sont en

vigueur en Flandre via des « spécifications complémentaires » à la réglementation PEB. (Bijlage VI - Bijkomende specificaties voor de meting van de luchtdichtheid van gebouwen in het kader van de EPB-regelgeving (Bijlage VI van het Ministerieel Besluit van 2 april 2007)). Bruxelles et la Wallonie restent pour le moment à la version 3 des « Spécifications supplémentaires sur la mesure de l'étanchéité à l'air des bâtiments dans le cadre de la réglementation PEB ». Ce document date de mai 2013 et ne font donc pas des STS un outil réglementaire dans ces 2 régions. Il est toutefois possible d'y faire référence volontairement, en tout cas en partie, via un cahier des charges par exemple. Le texte intégral est téléchargeable gratuitement via le site internet du SPF Economie <http://economie.fgov.be>.

La norme NBN_EN_ISO_9972_2015 pour la détermination de la perméabilité à l'air des bâtiments, a été adoptée en octobre 2015. Certaines prescriptions des STS se sont inspirées des travaux préparatoires de cette norme ISO, ce qui explique des similitudes ponctuelles entre les deux textes. Le texte intégral de la norme est accessible moyennant paiement auprès du bureau de normalisation NBN <http://nbn.be>.

Ces deux textes, STS et norme ISO, traitent donc de la détermination de l'étanchéité à l'air des bâtiments, de son évaluation chiffrée, et des procédures à suivre afin de mener à bien la mesure. Ils sont donc des références indispensables à tout mesureur. Cependant, les concepteurs de bâtiments performants doivent être bien conscients de l'impact des modalités pratiques de cette mesure et trouveront dans ces textes de précieux compléments d'informations.

D'autre part, la NIT dénommée « Note d'information technique n°255 - L'étanchéité à l'air des bâtiments » a

été éditée en décembre 2015 par le CSTC et s'attache à décrire les principes qu'il est recommandé de suivre en vue de construire des bâtiments dotés d'une bonne étanchéité à l'air. Ce texte s'adresse donc prioritairement aux concepteurs et aux constructeurs, mais chaque intervenant d'un projet de construction gagnerait à en prendre connaissance. Le texte de cette NIT 255 est accessible moyennant un code d'accès (payant ou sur abonnement) sur le site du CSTC : <http://www.cstc.be>.

Notions d'étanchéité

La notion d'étanchéité à l'air des bâtiments vise les mouvements d'air qui peuvent apparaître au travers de l'enveloppe d'un bâtiment (ou d'une de ses unités), qu'il s'agisse d'échanges d'air avec l'ambiance extérieure ou avec une unité voisine, chauffée ou non. Après un bref éclairage des différents enjeux sur la construction en général, l'article verra prioritairement l'étanchéité à l'air des bâtiments comme un enjeu de leur performance énergétique.

LE TRIO INDISSOCIABLE

Quand on évoque la haute performance énergétique, la première notion qui vient à l'esprit est généralement l'isolation thermique. Mais tout travail d'isolation thermique de l'enveloppe d'un bâtiment est un non-sens s'il ne s'accompagne pas d'un travail sur l'étanchéité à l'air. Changez le matériau dont votre passoire est faite, elle restera une passoire !

Par ailleurs, les mouvements d'air dus à un manque d'étanchéité à l'air sont bien à distinguer à ceux organisés par un système de ventilation. En effet, les fuites d'air dans un bâtiment sont aléatoires, dépendant des défauts de construction, des caprices de la météo et du sens du vent, en un mot : *incontrôlables*. Ils ne remplacent donc pas une ventilation apportant ou retirant la juste quantité d'air dans chaque local, en un mot : *contrôlée*.

Tout travail de limitation des besoins en énergie de chauffage devra prendre en compte conjointement ces trois stratégies fondamentalement indissociables :

- Isolation
- Ventilation
- Étanchéité à l'air

LES AUTRES ENJEUX

Mais l'énergie n'est pas le seul enjeu. La NIT 255 commente neuf prestations du bâtiment influencées par l'étanchéité à l'air :

- 1) *« elle pèse lourdement sur la consommation énergétique et est de ce fait prise en compte dans les méthodes de calcul PEB réglementaires*
- 2) *les fuites d'air peuvent réduire l'efficacité de l'isolation thermique*
- 3) *une bonne étanchéité à l'air est nécessaire à l'obtention de bonnes performances hygrothermiques de l'enveloppe, car elle limite les risques de condensation interne au sein des parois*
- 4) *l'étanchéité à l'air influence les risques de courant d'air et donc le confort thermique des occupants*
- 5) *elle a également une incidence sur le bon fonctionnement des systèmes de ventilation*
- 6) *elle est prise en compte dans le dimensionnement des systèmes de chauffage et de refroidissement actif*
- 7) *une bonne étanchéité à l'air de l'enveloppe peut protéger de la pollution extérieure de l'air*
- 8) *elle constitue un paramètre important de l'isolation acoustique du bâtiment.*
- 9) *enfin, certains aspects de la sécurité incendie ont un lien direct avec l'étanchéité à l'air de l'ouvrage. »*

L'enjeu de l'acoustique est fondamental pour le confort d'usage du bâtiment. La NIT 255 illustre par deux expérimentations l'influence fondamentale de l'étanchéité à l'air sur le confort acoustique. Deux cas sont envisagés. D'une part, le cas du mur maçonné dont l'affaiblissement acoustique est considérablement amélioré par l'application d'un enduit. D'autre part, le cas de la cloison en panneaux contreplaqués dont l'affaiblissement acoustique est considérablement affecté par la présence de fentes aux raccords. Il est également rappelé que tout matériau d'étanchéité à l'air n'est pas nécessairement performant acoustiquement, et que la notion de masse du matériau d'obturation peut, dans certains cas, jouer un rôle favorable.

QUANTIFIER L'ÉTANCHÉITÉ À L'AIR

Les modalités détaillées de la mesure de l'étanchéité à l'air font l'objet d'un chapitre ultérieur. Il est néanmoins intéressant de développer les informations que l'on peut retirer une fois la mesure réalisée.

Le principe couramment utilisé consiste à soumettre le bâtiment à une différence de pression entre intérieur et extérieur, tout en mesurant le débit d'air entrant ou sortant du bâtiment et nécessaire au maintien de cette différence de pression. L'opération est répétée à plusieurs différences de pression, positives et négatives,

afin de tracer une courbe (voir exemple à la Figure 1 ci-dessous) représentant le débit d'air (en m³/h) qui traverse l'enveloppe en fonction de la différence de pression à laquelle elle est sollicitée (en Pa).

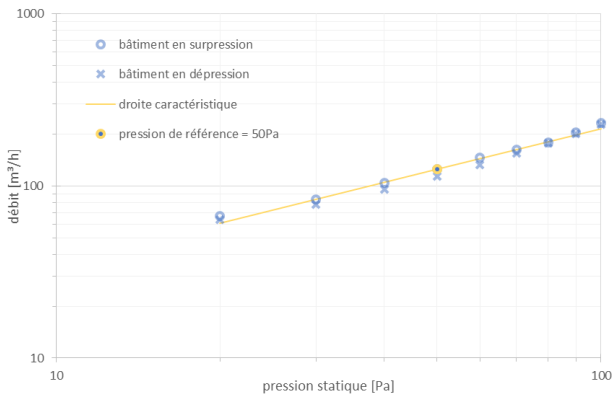


Figure 1 - Exemple de graphe débit/pression

La courbe représentative du lien entre débit et pression se traduit par une équation dont la forme générale est :

$$q = C (\Delta p)^n \quad \text{où}$$

- q est le débit de fuite d'air, (noté \dot{V} selon l'ancienne norme)
- Δp est la différence de pression,
- C est coefficient de débit d'air, et
- n est l'exposant de débit d'air.

Il est donc en théorie nécessaire de disposer de 2 indicateurs (C et n) pour refléter la quantité de fuite en fonction de la sollicitation en pression. Il est cependant d'usage de se contenter d'un seul point de la droite, en communiquant uniquement le débit de fuite (ou l'une de ses grandeurs dérivées), sous une pression de référence conventionnelle. Cette pression de référence conventionnelle est en Belgique de 50 Pa.

S'il n'y avait qu'une seule valeur à ressortir d'un test d'étanchéité à l'air, ce serait donc le débit de fuite sous la pression de référence q_{50} (noté \dot{V}_{50} selon l'ancienne norme).

Cette donnée présente l'avantage de représenter exactement la quantité d'air traversant l'enveloppe, ce qui est idéal pour l'établissement d'un bilan énergétique. Elle a l'inconvénient de ne pas être aisément comparable entre plusieurs parois ou bâtiments de dimensions différentes.

Il est donc d'usage de communiquer également une ou plusieurs grandeurs dérivées du débit de fuite. Le principe est de diviser le débit par une grandeur caractéristique de l'enveloppe ou du bâtiment, comme sa surface d'enveloppe, sa surface déperditive, sa surface de plancher, ou encore son volume intérieur (illustrés à la Figure 2 ci-dessous). Les indicateurs utiles sont présentés au Tableau 1 ci-dessous.

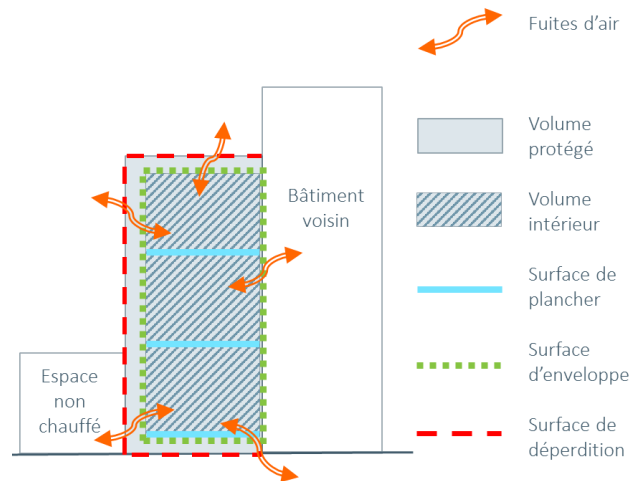


Figure 2 - Dimensions de la zone testée

Appellation	[unité]	Notation selon EN_13829 (2001)	Notation selon ISO_9972 (2015)
Débit de fuite	[m ³ /h]	\dot{V}_{50}	q_{50}

Grandeur dérivée : Division du débit de fuite par la dimension				
Appellation	[unité]	Notation selon EN_13829 (2001)	Notation selon ISO_9972 (2015)	Dimension prise en référence
Taux de renouvellement d'air à 50 Pa	[h ⁻¹]	$n_{50} = \frac{\dot{V}_{50}}{V}$	$n_{50} = \frac{q_{50}}{V}$	Volume intérieur V [m ³]
Débit de fuite spécifique (plancher) à 50 Pa	[m ³ /(h.m ²)]	$w_{50} = \frac{\dot{V}_{50}}{A_F}$	$q_{Fpr} = \frac{q_{50}}{A_F}$	Surface de plancher A_F [m ²]
Débit de fuite spécifique (enveloppe) à 50 Pa	[m ³ /(h.m ²)]	$q_{50} = \frac{\dot{V}_{50}}{A_E}$	$q_{Epr} = \frac{q_{50}}{A_E}$	Surface d'enveloppe A_E [m ²]
Perméabilité à l'air à 50 Pa	[m ³ /(h.m ²)]	$\dot{v}_{50} = \frac{\dot{V}_{50}}{A_T}$ (non défini dans les normes, mais utilisé au sein de la méthode PEB)		Surface de déperdition A_T [m ²]

Tableau 1 - Grandeurs dérivées du débit de fuite

Le choix d'un indicateur n'est pas anodin. Au bout du compte, ils sont tous le reflet de la quantité d'air traversant l'enveloppe d'un bâtiment. Mais la géométrie du bâtiment, sa compacité, sa mitoyenneté ou sa hauteur sous plafond vont inévitablement influencer ses dimensions de référence et les indicateurs qui en découlent.

Pour donner une tendance, la notion de perméabilité (\dot{v}_{50} ou q_{Epr}) est plus proche de la technique constructive de l'enveloppe, tandis que la notion de renouvellement (n_{50}) d'air ou de débit spécifique 'plancher' (q_{Epr}) est plutôt un reflet de l'impact des fuites d'air sur le bilan énergétique global.

Deux biais sont couramment cités à propos des deux indicateurs les plus fréquemment utilisés :

- À performances d'enveloppe égales, le taux de renouvellement d'air n_{50} sera d'autant meilleur que le bâtiment testé est grand ou compact, ce qui biaise la comparaison entre bâtiments de dimensions différentes.
- À performances d'enveloppe égales, la perméabilité à l'air \dot{v}_{50} telle que définie par la méthode PEB sera d'autant plus mauvaise que le bâtiment testé a des parois mitoyennes, ce qui biaise la comparaison entre bâtiments de typologie différente. En cas de mitoyenneté importante, l'indicateur \dot{v}_{50} s'écarte sensiblement de la notion de perméabilité liée à la technique constructive.

IMPACT DE LA PERMÉABILITÉ À L'AIR SUR LE BILAN ÉNERGÉTIQUE DES BÂTIMENTS.

Les imperfections dans l'étanchéité à l'air de l'enveloppe donnent lieu à des mouvements d'air entre le bâtiment et son environnement. Ces mouvements d'air dépendent des conditions de pressions intérieure et extérieure, notamment dues à la hauteur du bâtiment ou à son usage, mais principalement dues au vent. Par ailleurs, s'il est d'usage de communiquer les performances d'étanchéité sous 50 Pa de pression, les conditions de pression les plus courantes sont en-deçà de cette valeur. Le débit effectif traversant le bâtiment en situation courante sera donc moindre que le débit mesuré sous 50 Pa lors du test.

La hauteur du bâtiment est également source de différence de pression hydrostatique. Dans le cas d'un bâtiment de 120 m de hauteur, sans aucun compartimentage étanche et par 20°C de différence de température entre intérieur et extérieur, on peut atteindre dans le bâtiment 50 Pa de dépression au niveau

le plus bas et 50 Pa de surpression au niveau le plus élevé. En compartimentant l'immeuble de manière étanche par étage ou groupe d'étages, cet effet peut être diminué drastiquement ; les écarts de pression étant proportionnels à la hauteur des compartiments. Les pressions hydrostatiques ne sont pas prises en compte explicitement dans les méthodes de calcul PEB ni PHPP, contrairement à l'effet du vent.

La norme NBN_B_62-002 :2008 prévoit que le débit de fuite à prendre en compte dans l'établissement d'un bilan énergétique dépende de l'exposition au vent du bâtiment, à l'aide d'un coefficient multiplicateur e.

Classe de protection	Coefficient e
Non abrité : Dans des zones découvertes (campagne), bâtiments hauts	0,10
Moyenne : Banlieues des villes ou bâtiments abrités à la campagne	0,07
Très abrité : Zone urbaine	0,04

Tableau 2 - Classes de protection et coefficients d'exposition au vent selon NBN_B_62-002

Les classes d'exposition sont donc définies qualitativement, avec des nuances supplémentaires dans le cas où seule une face du bâtiment est exposée au vent.

Cette notion est exploitée dans la méthode de calcul PHPP qui tient compte de l'exposition au vent, mais n'est pas exploitée par la méthode PEB, qui utilise systématiquement le coefficient $e=0,04$.

Au-delà de la prise en compte dans un bilan énergétique annuel, il est utile de garder à l'esprit que les inétanchéités ont un impact direct sur le confort de l'occupant lors d'épisodes météorologiques venteux. La NIT nous enseigne d'ailleurs que des vents de 40 km/h peuvent déjà provoquer des dépressions de plus de 50 Pa sur plusieurs façades ou toitures, et que des rafales de 100 km/h ne sont pas rares en Belgique.

QUEL NIVEAU D'ÉTANCHÉITÉ FAUT-IL ATTEINDRE ?

La Région bruxelloise a introduit, dans sa réglementation PEB, un critère d'étanchéité à l'air qui entre en application en 2018 et impose un taux de renouvellement d'air sous 50 Pa, n_{50} , de maximum $0,6 h^{-1}$. Ce critère correspond à celui exigé internationalement pour l'obtention d'un certificat « bâtiment passif ».

Dans les deux autres régions, et jusqu'en 2017 à Bruxelles, les réglementations PEB en vigueur ne prévoient encore aucun critère contraignant. Cependant, si la performance de l'étanchéité est connue, elle peut être valorisée dans le bilan énergétique. Si en revanche

elle est inconnue, la perméabilité à l'air v_{50} est présumée être égale à $12 \text{ m}^3 / (\text{h} \cdot \text{m}^2)$. Ceci s'avère particulièrement pénalisant pour tout bâtiment ayant fait l'objet d'un minimum de soin sur cet aspect de la construction.

Il est donc dans tous les cas souhaitable de procéder à un test d'étanchéité à l'air, permettant de situer la performance réelle du bâtiment, et de la valoriser.

La réalisation du test peut aussi être l'occasion d'une recherche de fuites, ou d'un moment didactique privilégié tant avec les bureaux d'études qu'avec les corps de métier présents sur le chantier. Notre plate-forme propose une liste non exhaustive de professionnels actifs dans la réalisation de tests d'étanchéité à l'air. Consultez l'outil de recherche parmi nos membres, sur notre site internet <http://www.maisonpassive.be/?-Nos-membres->.

Comment construire étanche ?

CONCEPTION, ENSUITE COORDINATION DE L'EXÉCUTION

La NIT 255 propose un chapitre dédié à la conception d'un bâtiment étanche, structuré selon les phases de

« Phases de conception importantes en vue d'obtenir un bon niveau d'étanchéité à l'air :

- Fixer le niveau d'exigence à atteindre.
- Déterminer le volume protégé du bâtiment et positionner les pare-air.
- Concevoir l'ouvrage en limitant le nombre de détails constructifs problématiques (et en tendant vers une compacité optimale de bâtiment).
- Choisir et positionner les installations techniques de telle sorte que la ventilation obligatoire de certains locaux ait peu d'impact sur la performance d'étanchéité à l'air.
- Positionner les conduites de manière à réduire le nombre de percements à travers l'enveloppe délimitant le volume protégé.
- Choisir les matériaux en partie courante et positionner le pare-air de façon à faciliter la mise en œuvre.
- Opter pour des menuiseries dont la perméabilité à l'air est compatible avec les exigences d'étanchéité du bâtiment.
- Concevoir des détails assurant la continuité du pare-air.
- Veiller à ce que la coordination et la communication puissent s'établir entre les corps de métier intervenant sur le chantier. »

conceptions conseillées.

Encadré 1 - Source : NIT 255, CSTC

La NIT avance notamment de nombreuses recommandations pour le positionnement des installations techniques, conduits, compteurs, tenant compte des impositions relatives à la ventilation des locaux spéciaux, ou de compartimentage au feu, etc.

Dans la grande majorité des cas, les conduits qui doivent distribuer de nombreux locaux trouvent leur place naturellement à l'intérieur du volume protégé. Ceci est par ailleurs d'autant plus vrai si les conduits véhiculent de la chaleur, ou de l'air à température intérieure. La NIT donne des recommandations pour limiter le nombre de

perçements, mais également pour anticiper l'étanchéité des perçements inévitables.

En annexe à la NIT, deux check-lists sont proposées. Elles synthétisent, en quelques pages, les principaux points d'attention, suivant le fil chronologique du projet de construction. Une liste est spécifiquement destinée au concepteur, et l'autre à l'entrepreneur. Cette distinction permet d'aborder chaque phase du projet selon l'angle de vue de l'intervenant, ce qui en fait un outil précieux pour le secteur.

PRODUITS ET MATÉRIAUX ASSURANT L'ÉTANCHÉITÉ À L'AIR

La NIT précise qu'un matériau est considéré comme étanche à l'air si sa perméabilité est inférieure à $0,1 \text{ m}^3/(\text{h.m}^2)$. Elle récapitule les principaux matériaux pouvant généralement assurer l'étanchéité à l'air, ainsi que les précautions à prendre. En voici quelques exemples pour mémoire :

- les enduits intérieurs au plâtre ou ciment, d'épaisseur minimale de 8 mm, non fissurés (30 mm pour les enduits à l'argile)
- un pare-air souple dont la pose doit permettre d'éventuels mouvements différentiels
- la plupart des panneaux à base de bois (ou de dérivés du bois) pourvus de jonctions étanches (même s'ils sont rainurés-languetés).
- un béton coulé sur site, à condition de traiter les joints de reprise de bétonnage

Les isolants souples avec feuille d'aluminium, les plaques de plâtre, et les isolants rigides, ne sont pas recommandés pour constituer une barrière étanche

La NIT commente un panel de produits utiles et de principes de pose, pour la réalisation des jonctions entre matériaux pare-air, et pour le traitement des perçements nécessaires au travers des matériaux pare-air. Sont notamment développées : plusieurs méthodes de jonctions entre lés de pare-air souples, quelques exemples de jonction avec un enduit encore humide au moment de l'assemblage, et différents exemples de traitement des perçements au moyen de manchons, fourreaux et resserrages, produits appliqués sous forme liquide, ... Nous renvoyons le lecteur à ce précieux chapitre, dont voici un extrait illustré pour le cas de lés parallèles à une structure discontinue, assemblés par collage :

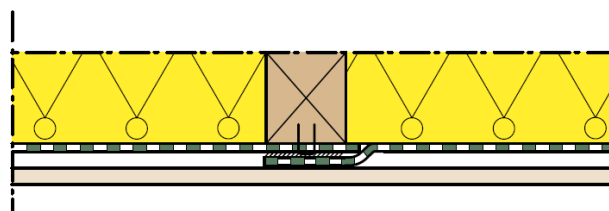


Fig. 57 Chevauchement et collage de deux pans d'une membrane pare-air au droit d'un élément de structure en bois.

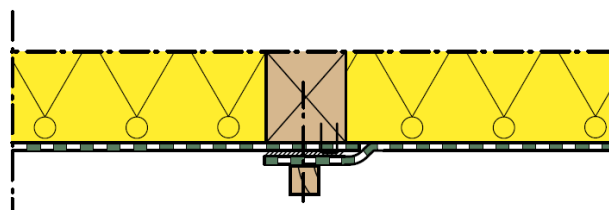


Fig. 58 Assemblage de deux pans d'une membrane pare-air au droit d'un élément de structure en bois par chevauchement, collage et pose d'un contre-lattage.

Figure 3 : Exemple de traitement d'un assemblage collé de membranes étanches dans la NIT 255. Source : « NIT 155, Note d'information technique, L'étanchéité à l'air des bâtiments, CSTC, décembre 2015 ».

L'annexe 5 de la NIT propose également une revue détaillée des techniques de fixation du pare-air dans le cas de parois à ossature, en adéquation avec la classe d'exposition au vent du bâtiment.

TRAITEMENT DES DÉTAILS CONSTRUCTIFS

« Un détail constructif désigne toute jonction ou tout raccord entre éléments ou composants du bâtiment (raccord mur/toiture, mur/menuiserie, etc.), mais aussi toute interruption linéaire ou ponctuelle d'une paroi, telle que le percement d'une cloison pour le passage de conduites, l'encastrement d'éléments dans une paroi (prise électrique, spot) ou le percement d'un toit par un conduit de fumée. »

La NIT propose une classification des fuites d'air rencontrées sur le terrain, en l'absence de traitement spécifique, destinée à la priorisation des détails constructifs à traiter. S'il est précieux de connaître l'ampleur de l'enjeu en termes de fuite d'air possible à chaque détail, il faut être conscient qu'une bonne performance totale n'est atteignable qu'en traitant l'intégralité des jonctions du bâtiment avec le même soin.

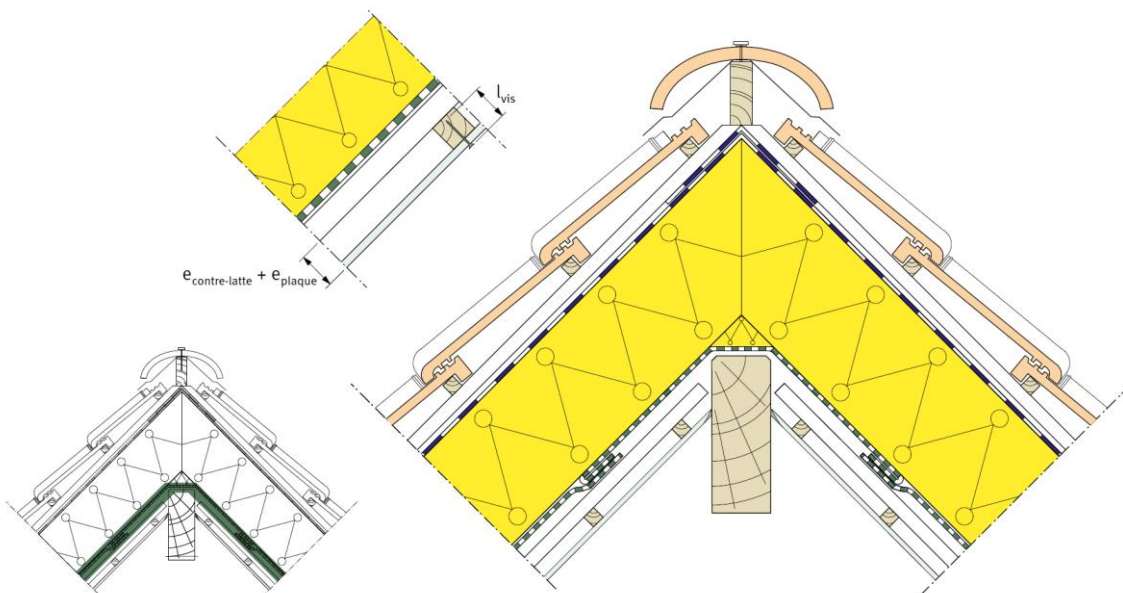
- le détail vu en coupe
- la mise en évidence graphique des matériaux formant la barrière étanche
- la nature des matériaux pare-air
- les corps de métier concernés
- les points critiques nécessitant une attention particulière, tant à la conception qu'à l'exécution.

Un chapitre de la NIT est consacré à une série de solutions pour le traitement des détails constructifs. Trente-neuf détails de principe sont avancés, en présentant pour chacun :

Si plusieurs solutions sont possibles, un tableau comparatif intègre la performance attendue, les éventuelles difficultés de mise en œuvre, et la durabilité de la solution.

- la problématique en jeu
- la localisation du détail sur un schéma du bâtiment

DÉTAIL 9 LIAISON D'UNE TOITURE AUX PANNES – MEMBRANE PARE-AIR EN ATTENTE



Détail 9 Liaison aux pannes (coupe verticale) – Membrane pare-air en attente.

Nature du ou des pare-air et types de jonctions

- Pare-vapeur → Jonction sec-sec (entre lés du pare-vapeur)

Corps de métier concernés

- Charpentier
- Entrepreneur chargé de la pose de l'isolant thermique et du pare-air

Points critiques

- Un lé doit être placé en attente sur les pannes avant de poursuivre les travaux de charpente.
- La longueur des lés en attente doit être suffisante (20 cm minimum de part et d'autre de la panne) pour permettre un raccord aisé avec les lés en partie courante.
- La longueur des vis de fixation des plaques de finition et/ou la section du lattage doivent être adaptées. Pour éviter le percement du pare-vapeur, la longueur des vis doit être inférieure à l'épaisseur du contre-lattage, augmentée de l'épaisseur des plaques de finition : $l_{vis} < e_{contre-latte} + e_{plaque}$.
- L'installation de spots est à éviter. A défaut, il convient de prévoir un espace technique d'épaisseur suffisante.
- S'il est possible de réaliser un test d'orientation pour mesurer la perméabilité à l'air, on placera les plaques de finition après l'essai.
- En cas d'exigences acoustiques particulières, on veillera au choix de l'isolant, à l'épaisseur des plaques de finition et au système de fixation.

Figure 4 - exemple de traitement d'un détail constructif dans la NIT 255. Source : « NIT 255, Note d'information technique, L'étanchéité à l'air des bâtiments, CSTC, décembre 2015 ».

Comment quantifier l'étanchéité à l'air ?

L'évaluation de l'étanchéité à l'air d'un bâtiment fait l'objet de plusieurs documents de référence. Ils édictent des prescriptions pour la bonne réalisation de la mesure en fonction du contexte dans lequel le test est pratiqué.

La mesure de l'étanchéité à l'air fait l'objet d'une norme NBN_EN_ISO_9972 : 2015. Il s'agit d'une mise à jour de la précédente norme ISO, et a été adoptée fin 2015 comme norme belge, en remplacement de la NBN_EN_13829 : 2001.

La méthode PEB décrit les modalités de réalisation du test pour que le résultat soit recevable. Ces prescriptions renvoient vers les textes normatifs. Mais le texte en vigueur en Flandre fait maintenant également référence aux spécifications techniques éditées par le SPF Economie en 2015 (STS-P 71-3 Etanchéité à l'air des bâtiments. Essai de pressurisation). La STS propose des spécifications pour la réalisation d'un essai fiable mais aussi bon nombre de conseils pratiques, tant pour la mesure elle-même que pour la bonne gestion entre les acteurs impliqués.

La suite de ce chapitre communique les nouveautés de la norme ISO ainsi que quelques points techniques importants dans le texte des STS.

OBJECTIF DE L'ESSAI

La STS mentionne que l'essai de pressurisation peut poursuivre des objectifs variés : « *La réalisation d'un essai de pressurisation peut répondre à différents objectifs, notamment :*

- *réaliser un « essai type » comprenant une mesure, dont le résultat pourra être utilisé dans différents contextes ;*
- *rechercher les sources de fuites d'air présentes dans l'enveloppe du bâtiment, et le cas échéant y remédier ;*
- *réaliser une mesure d'orientation en cours de chantier ;*
- *autres.*

Les résultats d'une mesure ou de mesures successives peuvent par exemple être utilisés pour :

- *être valorisés dans le contexte des réglementations PEB régionales ;*
- *vérifier la conformité de la performance d'étanchéité à l'air du bâtiment testé par rapport à des spécifications d'étanchéité fixées, par exemple dans un cahier des charges ou en vue d'une labellisation volontaire du bâtiment ;*
- *déterminer la réduction de fuites d'air résultant de l'application successive de mesures d'amélioration individuelles apportées à un bâtiment ou à une partie de bâtiment ;*
- *comparer la perméabilité à l'air relative de plusieurs bâtiments ou parties de bâtiments similaires ;*
- *... »*

Dans le texte des STS, nous nous intéresserons plus particulièrement aux clauses visant la réalisation d'un essai-type. Il s'agit d'un essai dont le résultat est réputé fiable pour être exploité, par exemple, dans un bilan énergétique de bâtiment en utilisation.

Le texte des STS suggère que les essais de pressurisation soient exécutés et contrôlés au sein d'un cadre de qualité : « *Un cadre de qualité a comme objectif de mettre en place un système de surveillance collectif pour la réalisation des essais de pressurisation, avec comme but :*

- *d'assurer la réalisation d'essais de pressurisation fiables ;*
- *de confirmer la confiance dans les essais de pressurisation vis-à-vis de toutes les parties concernées dans le processus de construction et des autorités qui prennent des mesures pour protéger les intérêts du consommateur ainsi que le développement durable ».*

La méthode PEB en Flandre impose que les résultats de tests d'étanchéité à l'air s'inscrivent dans un tel processus, tandis que Bruxelles et la Wallonie ont choisi de ne pas opter pour ce système en l'état. Pour aller plus loin sur ce sujet, deux sites internet sont proposés par des organismes de contrôle : www.jeconstruisetanchealair.be et www.aicb-oacg.be.

ÉTAPES D'UN ESSAI DE PRESSURISATION

La STS incite à clarifier la répartition des tâches pratiques et de la fourniture d'informations, entre les différents intervenants. Des lignes directrices sont proposées dans le texte.

« *Etapas constitutives d'un essai de pressurisation :*

- dont la responsabilité revient au demandeur :
- 1) Définir l'objectif de l'essai
- 2) Définir la zone à mesurer
- 3) Définir le moment où l'essai doit être réalisé
- 4) Disposer des informations quantitatives (surfaces / volume) relatives à la zone à mesurer
- 5) Disposer des autres informations nécessaires au mesureur
- dont la responsabilité revient au mesureur :
- 6) Etablir une offre et une convention
- 7) Déterminer le matériel nécessaire (suffisamment précis, et étalonné)
- 8) Vérifier que le niveau de finition du bâtiment est conforme selon l'objectif de l'essai
- 9) Préparer le bâtiment
- 10) Vérifier que la préparation est conforme lorsqu'elle est déléguée
- 11) Installer l'équipement
- 12) Procéder à la mesure
- 13) (Procéder à une recherche de fuite)
- 14) Établir le rapport d'essai »

Chacune de ses étapes fait l'objet d'explications détaillées.

PRÉPARATION DU BÂTIMENT

La NBN_EN_ISO_9972 : 2015 introduit, par rapport à l'ancienne norme, les définitions pour les termes suivants :

Colmater une ouverture : « rendre une ouverture hermétique par un quelconque moyen approprié (adhésif, ballon gonflable, obturateur, etc.) ». La STS ajoute que ce moyen doit être réversible.

Fermer une ouverture : « régler une ouverture en position fermée à l'aide du dispositif de fermeture présent sur l'ouverture, sans augmenter l'étanchéité à l'air de l'ouverture. Note : S'il n'y a aucun moyen de fermer l'ouverture (c'est-à-dire, pas de dispositif de fermeture), celle-ci reste ouverte ». Dans le contexte de la préparation du bâtiment en vue d'un essai de pressurisation, la STS nous indique de considérer les termes « sceller », « obturer » et « étanchéifier » comme synonymes.

En plus de la définition de la norme, la STS propose, si le dispositif de fermeture est mobile (comme une boîte aux lettres par exemple), la possibilité de maintenir le dispositif en position fermée par un moyen supplémentaire rapporté, sans pour autant sceller l'ouverture.

CHOIX DE LA MÉTHODE D'ESSAI

Pour que le résultat d'un essai puisse être utilisé dans l'évaluation de la performance énergétique du bâtiment, la STS dit qu'il convient de procéder à un essai-type, c'est à dire un essai réalisé conformément à la méthode normative destinée aux bâtiments utilisés (méthode A ou 1 selon la norme), par opposition à la méthode d'essai de l'enveloppe (méthode B ou 2 selon la norme). Cette prescription est en concordance avec les spécifications supplémentaires à la PEB pour Bruxelles et la Wallonie, ainsi que celles de php et pmp pour la certification passive en Belgique, qui mentionnent explicitement l'obligation d'utiliser la méthode A.

La norme prévoit un lien direct entre l'objectif du test et les méthodes de préparation du bâtiment. L'ancienne norme proposait 2 méthodes, et la nouvelle en introduit une troisième afin de laisser la possibilité de suivre des prescriptions issues d'une autre source, comme une législation locale.

Selon la NBN_EN_13829 : 2001 :

« - Méthode A (essai d'un bâtiment utilisé) : Il convient que l'état de l'enveloppe du bâtiment représente son état pendant la saison où l'on utilise les systèmes de chauffage ou de refroidissement.

- Méthode B (essai de l'enveloppe du bâtiment) : Toute ouverture volontaire dans l'enveloppe du bâtiment doit être fermée ou scellée ».

Selon la NBN_EN_ISO_9972 : 2015 :

« - Méthode 1 : essai du bâtiment utilisé, dans lequel les ouvertures de ventilation naturelle sont fermées, et les ouvertures de ventilation mécanique ou de l'air conditionné global sont colmatées.

- Méthode 2 : essai de l'enveloppe du bâtiment, où toutes les ouvertures intentionnelles sont colmatées, et les portes, fenêtres et trappes sont fermées.

- Méthode 3 : essai d'un bâtiment dans un but spécifique, le traitement des ouvertures intentionnelles étant adapté à cet objectif en fonction de la norme ou de la législation dans chaque pays ».

Du choix de la méthode normative découle donc une batterie de prescriptions sur les possibilités de fermer ou de colmater les différents types d'ouvertures possibles entre l'intérieur et l'extérieur du bâtiment, que les textes belges d'application décrivent plus en détail que la norme. Ces détails sont consultables dans les prescriptions PEB, la STS et la norme. Les textes des STS et

des « Spécifications supplémentaires sur la mesure de l'étanchéité à l'air » applicables en PEB à Bruxelles et Wallonie concordent sur l'essentiel de ces prescriptions, à une exception majeure. En méthode A, la STS prévoit que les ouvertures de ventilation naturelles réglables avec dispositif de fermeture soient obligatoirement fermées, mais qu'il est autorisé de les sceller. Ceci va à l'encontre des prescriptions en PEB à Bruxelles et Wallonie, qui bannissent le scellement de ces ouvertures.

DÉROULEMENT DE L'ESSAI

Pour que les résultats issus de l'essai soient fiables, il est nécessaire que les mesures ne soient pas perturbées par l'effet du vent sur le bâtiment. Pour s'en assurer, la pratique est de mesurer la différence de pression entre intérieur et extérieur, avant et après l'essai. Cette mesure s'effectue « à débit nul », ce qui signifie que le ventilateur du matériel de mesure est à l'arrêt et obturé.

La norme prévoit que les différences de pression à débit nul, notées Δp_{01} avant l'essai, et Δp_{02} après l'essai, soient toutes deux inférieures à 5 Pa pour que l'essai soit conforme.

L'essai consiste en une séquence de mises sous pression ou dépression, et la norme indique quelle est la plage de pressions à appliquer ainsi que l'équidistance entre relevés :

La différence de pression minimale prévue est

$$\Delta p_{min} = \max(5. \Delta p_{01}, 10),$$

et la différence de pression maximale à atteindre selon la norme est de 50 Pa, avec la recommandation d'atteindre 100 Pa.

Selon l'ancienne norme, les points de relevés doivent être au nombre de 5 minimum (entre la pression minimale et maximale, toutes deux incluses), équidistants par paliers de 10 Pa maximum. Selon la nouvelle norme, le nombre de points de relevés est porté à 10.

La STS, de même que l'ancienne norme, prescrivent que ni la moyenne des différences de pression positives ni la moyenne des différences de pression négatives ne peut excéder 5 Pa, et que la plus grande de ces deux valeurs (en valeur absolue) est à considérer, à la place de Δp_{01} dans la formule ci-dessus.

Par ailleurs, la STS introduit une distinction nette entre les petits et les grands bâtiments. Sont considérés comme grands bâtiments, ceux dont le volume de la zone à mesurer est supérieur ou égal à 4.000 m³. Un

assouplissement est prévu pour ces grands bâtiments en ce qui concerne les séquences de pression à appliquer, qui peut se résumer comme suit : la différence de pression à débit nul n'est pas strictement limitée à 5 Pa comme le prévoit la norme. Et en conséquence :

- la différence de pression minimale Δp_{min} peut dans certains cas être supérieure à celle prévue par la norme :

$$\Delta p_{min} \leq \min(5. \Delta p_{01}, 40)$$

- la différence de pression maximale à atteindre est également recalculée :

$$\Delta p_{max} \geq 25 + 5. \Delta p_{01}$$

Sans toutefois devoir dépasser 100 Pa

Toujours dans le cas d'un « grand bâtiment », s'il n'est pas fait appel à la dérogation ci-dessus, et qu'un débit d'air de 85.000 m³/h ne suffit pas à atteindre 50 Pa de différence de pression, une dérogation alternative est possible : il est autorisé de limiter le test à la différence de pression atteinte avec 85.000 m³/h, pour autant que celle-ci soit supérieure d'au moins 25 Pa au premier point de mesure

Pour la réalisation d'un essai-type (dont le résultat est exploitable dans le cadre d'une réglementation), il est obligatoire d'effectuer les mesures « dans les deux modes », c'est-à-dire tant en pression qu'en dépression. Si un des deux modes aboutit à un résultat non conforme, une dérogation est toutefois prévue. Elle permet d'utiliser le résultat conforme, moyennant une pénalité.

CALCUL DU DÉBIT DE FUITE D'AIR

Les débits d'air mesurés par le système doivent être convertis en débits d'air traversant l'enveloppe, en tenant compte des masses volumiques de l'air intérieur et extérieur. La masse volumique de l'air dépend de la pression barométrique, de la température, et de l'humidité relative de l'air.

Le nouveau texte prévoit une relation approchée permettant une conversion directe des débits d'air en fonction des températures intérieure et extérieure uniquement.

Lors de l'établissement de la relation $q_{env} = C_{env}(\Delta p)^n$ (voir un exemple Figure 1 page 3), il est toujours demandé de calculer les intervalles de confiance du coefficient de débit d'air C_{env} et de l'exposant de débit d'air n . Le nouveau texte demande en outre de calculer le coefficient de détermination r^2 du graphe bi logarithmique : « pour que les résultats de l'essai soient valides selon les termes de la présente Norme

internationale, n doit se situer dans l'intervalle de 0,5 à 1, et r^2 ne doit pas être inférieure à 0,98 ». Le texte des STS mentionne la même exigence lors de la réalisation d'un essai-type.

Comme pour les débits d'air, le nouveau texte prévoit une relation approchée permettant une conversion directe des coefficients de débit d'air (C_{env}) en coefficients de fuite d'air (C_L), en fonction des températures intérieure ou extérieure selon qu'il s'agisse du test en pressurisation ou en dépressurisation.

GRANDEURS DÉRIVÉES

L'ancienne norme définissait le volume intérieur comme le produit de l'aire nette de plancher par la hauteur nette moyenne sous plafond. La définition de l'aire nette de plancher renvoyait vers les normes nationales, en l'occurrence la NBN B_06-002 non réglementaire, mais qui propose une définition de l'aire nette égale la somme des aires de chaque local, en y ajoutant certaines subtilités que nous ne détaillerons plus ici. Cette définition de volume intérieur revenait donc en Belgique à imposer un calcul de volume local par local.

La nouvelle norme ISO inclut à présent une définition du volume intérieur :

« Le volume intérieur V est le volume à l'intérieur du bâtiment ou de la partie mesurée du bâtiment. Les dimensions intérieures globales doivent être utilisées pour calculer ce volume. Le volume des murs ou des planchers intérieurs ne doit pas être soustrait. Le volume des creux dans les parois de l'enveloppe ne doit pas être pris en compte. Le volume des meubles n'est pas soustrait. »

Cette définition est concordante avec la proposition de simplification pragmatique proposée dans « Les Dossiers du CSTC – N° 1/2007 – Cahier n° 6 », et adoptée par pmp et php dans le cadre de la certification de bâtiments passifs en Belgique.

Comme nous l'avons vu plus haut, la nouvelle norme modifie les symboles utilisés pour les grandeurs dérivées déjà définies. Elle introduit en outre la notion de surface de fuite effective ELA_{pr} à la pression de référence Δp_r , déterminée par

$$ELA_{pr} = \frac{1}{3600} C_L \left(\frac{\rho_0}{2} \right)^{0,5} (\Delta p_r)^{n-0,5}$$

Les grandeurs dérivées « enveloppe » et « plancher » sont le résultat de la division de ELA_{pr} , respectivement par la surface d'enveloppe et par la surface de plancher.

EXACTITUDE

Une des évolutions marquantes de la nouvelle norme réside dans les prescriptions relatives à l'exactitude.

Tout d'abord, en ce qui concerne l'exactitude du dispositif de mesure de la pression. Il doit être capable de mesurer des différences de pression à une exactitude de +/- 1 Pa (au lieu de 2) sur une plage allant de 0 à 100 Pa (au lieu de 60 Pa dans la précédente norme). La tolérance sur les pressions à atteindre en cours de test est précisée : les pressions requises doivent dorénavant être respectées à 3 Pa près.

Le dispositif de mesure de la température doit quant à lui être capable de mesurer la température à une exactitude de +/- 0,5 K (au lieu de 1).

Au niveau des conditions de mesurages, les conseils ont également évolué. La norme donne des indices sur les conditions climatiques qui risquent de ne pas permettre une mesure de qualité à cause d'une pression à débit nul trop élevée. « Si le produit de la différence de température d'air intérieur / extérieur, exprimée en kelvins, multipliée par la hauteur, exprimée en mètres, du bâtiment ou de la partie mesurée du bâtiment donne un résultat supérieur à 250 mK (ndlr : 500 dans l'ancienne norme), il est peu probable d'obtenir une différence de pression à débit nul satisfaisante. » La norme ajoute qu'une vitesse de vent à proximité du sol de plus de 3m/s (ou une vitesse du vent météorologique de plus de 6m/s) risque également de compromettre le respect du critère sur la différence de pression à débit nul.

RAPPORT D'ESSAI

La nouvelle norme n'impose plus dans le rapport d'essai la mention de l'aire nette de plancher ni des limites de confiance des valeurs calculées. La méthode d'essai doit par contre faire référence à la nouvelle nomenclature (méthode 1, 2 ou 3 et plus méthode A ou B).

Conclusions

Pour faire face au défi du changement climatique, la politique européenne a fixé l'objectif de construire « zéro-énergie » d'ici quelques années seulement. Dans ce contexte, viser l'excellence dans l'étanchéité à l'air des bâtiments apparaît comme une évidente nécessité. Et le secteur ne s'y trompe pas. Le nombre de tests d'étanchéité pratiqués est chaque année en hausse : Selon les statistiques de la VEA, près de 80% des déclarations PEB finales en Flandre en 2015 (contre 2% en 2006), ont fait référence à une mesure de l'étanchéité à l'air, avec un résultat de $3,7 \text{ m}^3 / (\text{h} \cdot \text{m}^2)$ en moyenne pour \dot{v}_{50} . Ce résultat moyen est stable depuis 10 ans et reflète un énorme potentiel d'amélioration, comme le démontrent chaque jour internationalement les équipes inscrites dans des démarches de certification passive volontaire, et que le critère $n_{50} \leq 0,6 \text{ h}^{-1}$ n'ébranle pas.

Une étanchéité à l'air ambitieuse est parfaitement possible. Pour ce faire, de même que l'on vérifie la bonne performance de chaque paroi et de chaque nœud constructif sous l'angle de l'isolation et de sa continuité, nous devons porter la même attention aux choix des matériaux pare-air, à leurs raccords et à l'exécution. Les formations, les documents de référence, les rencontres lors de journées de visites de bâtiments performants, sont autant d'outils pour y parvenir.

Bibliographie

- NBN EN ISO 9972 (2015) - Performance thermique des bâtiments - Détermination de la perméabilité à l'air des bâtiments – Méthode de pressurisation pas ventilateur.
- NBN EN 13829 (2001) – Performance thermique des bâtiments - Détermination de la perméabilité à l'air des bâtiments – Méthode de pressurisation pas ventilateur (ISO 9972 :196, modifiée).
- CSTC (2015) NIT 255 - L'étanchéité à l'air des bâtiments
- SPF économie (2014) STS-P 71-3 - Etanchéité à l'air des bâtiments - Essai de pressurisation.

- Bruxelles Environnement et le SPW (2013) Spécifications supplémentaires sur la mesure de l'étanchéité à l'air des bâtiments dans le cadre de la réglementation PEB.
- Vlaams Energieagentschap (2014) - Bijkomende specificaties voor de meting van de luchtdichtheid van gebouwen in het kader van de EPB-regelgeving.
- Vlaams Energieagentschap (2015) - EPB-cijfers en statistieken voor EPB-aanvragen ingediend t/m eind 2014.

Liens

Site internet du SPF Economie :

<http://economie.fgov.be>

Bureau de normalisation NBN :

<http://nbn.be>

CSTC

<http://www.cstc.be>

Organismes de contrôle :

<http://www.aicb-oacg.be/fr/>

<http://www.bcca.be/>

Nos membres :

<http://www.maisonpassive.be/?-Nos-membres->

Nos formations :

<http://www.maisonpassive.be/?-Formations->