



Photo CTICM

Exemple de mise en œuvre d'un pare-air dans une façade en bardage double peau.

## RAPPEL DES DISPOSITIONS RÉGLEMENTAIRES

En matière d'étanchéité à l'air pour les bâtiments de logement, la réglementation thermique RT 2012 fixe les exigences suivantes :

- logement individuel :  $Q_{4Pa-surf} \leq 0,6 \text{ m}^3/(\text{h} \cdot \text{m}^2)$  ;
- logement collectif :  $Q_{4Pa-surf} \leq 1,0 \text{ m}^3/(\text{h} \cdot \text{m}^2)$ .

La justification de ces performances doit être assurée soit par des mesures *in situ*, soit en adoptant une démarche qualité, conformément aux dispositions de l'arrêté du 26 octobre 2010 relatif aux caractéristiques thermiques et aux exigences de performance énergétique des bâtiments nouveaux et des parties nouvelles de bâtiments. Ces mesures doivent être réalisées par un opérateur autorisé par le ministère (qualification 8711 de Qualibat). Il est rappelé que les mesures portent sur la perméabilité à l'air et non l'étanchéité à l'air.

Pour les bâtiments autres que les logements, la réglementation thermique RT 2012 offre deux possibilités :

- soit l'utilisation d'une valeur par défaut dans les calculs réglementaires :
  - bâtiment tertiaire :  $Q_{4Pa-surf} = 1,7 \text{ m}^3/(\text{h} \cdot \text{m}^2)$ ,
  - industrie/commerce :  $Q_{4Pa-surf} = 3,0 \text{ m}^3/(\text{h} \cdot \text{m}^2)$  ;
- soit la justification par la mesure d'une performance contractuelle (figurant dans les DPM) ou une démarche qualité.

CONSTRUCTION ACIER

# COMMENT AMÉLIORER L'ÉTANCHÉITÉ À L'AIR ?

TEXTE : FRANCK GAUTHIER  
PHOTOS & ILLUSTRATIONS :  
CTICM, RAGE, SOPREMA

Conçus initialement pour les besoins des activités industrielles et commerciales, les bâtiments en acier ont vu leur domaine d'emploi s'élargir au fil du temps. Conséquence : ils doivent maintenant, eux aussi, répondre aux exigences de la RT 2012 depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2013. Plutôt que de tenter, en cours de projet, de les rendre étanches à l'air, la meilleure approche est d'y réfléchir dès le stade de la conception et de mobiliser l'ensemble des intervenants autour de cette problématique.

**POUR EN SAVOIR PLUS  
TEXTES DE RÉFÉRENCE**

- Les Recommandations professionnelles RAGE sur les bardages en acier seront très prochainement disponibles sur [www.reglesdelart-grenelle-environnement-2012.fr](http://www.reglesdelart-grenelle-environnement-2012.fr).

**DOCUMENTATIONS**

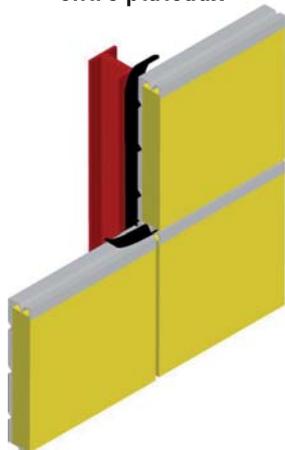
- **Étanchéité à l'air des bâtiments** (octobre 2012), fiche d'informations techniques T16 réalisée par Eneritech pour la Mutuelle des architectes français (Maf), téléchargeable sur [www.eneritech.fr/rubrique-L%27enveloppe-45-222.html](http://www.eneritech.fr/rubrique-L%27enveloppe-45-222.html).
- **Guide à l'usage des maîtres d'ouvrage : étanchéité à l'air dans les logements collectifs et les bâtiments tertiaires** (février 2010) de Rhônalmépénergie-Environnement, téléchargeable à l'adresse [www.raee.org/administration/publis/upload\\_doc/20100316022532.pdf](http://www.raee.org/administration/publis/upload_doc/20100316022532.pdf).
- **Étanchéité à l'air des bâtiments**, guide édité par l'Ademe et les Conseils régionaux de Bourgogne, d'Alsace, de Franche-Comté et des Pays de la Loire, téléchargeable sur [www.ademe.fr/etancheite-air-batiments](http://www.ademe.fr/etancheite-air-batiments).
- **Réglementation thermique RT 2012 et bâtiments à structure en acier** (novembre 2011), fiche technique du CTICM, téléchargeable à l'adresse [www.cticm.com/sites/default/files/rt\\_2012\\_28nov\\_2011\\_web.pdf](http://www.cticm.com/sites/default/files/rt_2012_28nov_2011_web.pdf).
- **Guide technique de l'étanchéité à l'air des bâtiments métalliques BBC** téléchargeable sur [www.soprema.fr](http://www.soprema.fr).
- **Étanchéité à l'air, à l'eau et au vent : les solutions pour l'enveloppe des bâtiments tertiaires**, guide téléchargeable sur [www.siplast.fr](http://www.siplast.fr).

**SITES INTERNET**

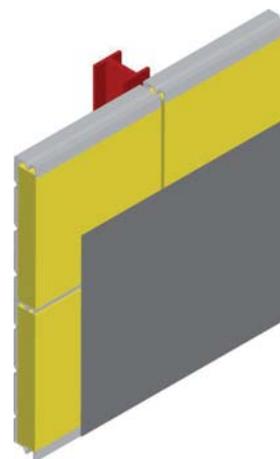
- **www.cnees.fr** : site du Centre national d'expertise de l'enveloppe et de la structure.
- **www.smac-sa.com** : site de la Société des mines d'asphaltes du Centre.

**Exemples de solutions de traitement de perméabilité à l'air au niveau de jonctions entre plateaux**

Mise en œuvre d'un calfeutrement entre plateaux



Mise en œuvre d'un film pare-air



Source : Recommandations professionnelles Rage sur les bardages en acier

À l'origine, la construction métallique permettait essentiellement de construire, rapidement et pour un coût modéré, des bâtiments fonctionnels, associant structure, façades et toiture en acier, répondant aux besoins des activités industrielles et commerciales (1). Partant de l'observation que leur habillage demandait peu d'entretien et que les parements proposés adoptaient des esthétiques de plus en plus soignées, le secteur tertiaire s'y est ensuite intéressé pour ses locaux d'activité. Et il y a même eu quelques opérations dans le secteur de l'habitat. « Le problème est que l'on est parti de constructions qui n'étaient pas prévues pour être isolées ou bien très sommairement. Pour mémoire, les Règles professionnelles concernant les bardages datent du début des années 1980. Pour répondre aux exigences croissantes des réglementations thermiques, des solutions telles que le recours à des bardages double peau, prenant en sandwich un isolant thermique ou thermoacoustique, par exemple, s'est donc développé, tout comme l'usage d'isolants sur les bacs acier, mais cela ne règle pas pour autant tous les problèmes... », explique Denis Lehnen, directeur technique de Soprema Entreprises. Avec l'entrée en vigueur de la RT 2012, qui s'applique donc aussi depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2013 aux bâtiments non résidentiels, de nouvelles difficultés apparaissent. « Dans le secteur tertiaire, les bâtiments sont construits "comme avant" mais on y ajoute une exigence nouvelle : l'étanchéité à l'air. Et, partant de là, certains projets visent même une démarche HQE® ou BBC... Ce n'est évidemment pas la bonne méthode car il y a

une totale déconnexion entre cette demande de performances nouvelles, adaptées à notre époque, et une logique de conception autre, plus ancienne. Généralement, le concepteur dessine son bâtiment, comme d'habitude, et l'exigence portant sur l'étanchéité à l'air vient se greffer sur le projet au dernier moment. Donc trop tard. Circonstance aggravante, les marchés sont souvent saucissonnés en lots et plusieurs entreprises interviennent donc sur le chantier, indépendamment les unes des autres. Au final, personne ne se préoccupe vraiment des interfaces. Qui doit intervenir ? Comment ? Quand ? Qui assure l'étanchéité à l'air ? Qui est responsable ? Comme généralement la toiture est réalisée avant la façade, le dernier intervenant est souvent le façadier. Mais si l'équipe de conception ne lui a pas clairement confié cette mission, que se passe-t-il concrètement sur le terrain ? », s'interroge Dominique Royer, directeur technique de Smac.

« En matière d'étanchéité à l'air, si rien n'a été inscrit dans les DPM (2) et si aucune mesure n'a ensuite été prise pour réduire la perméabilité à l'air du bâtiment, il ne faut évidemment pas s'attendre à des miracles ! Les performances espérées ne seront certainement pas au rendez-vous », ajoute Amor Ben Larbi, directeur projets de recherche du Centre technique industriel de la construction métallique (CTICM).

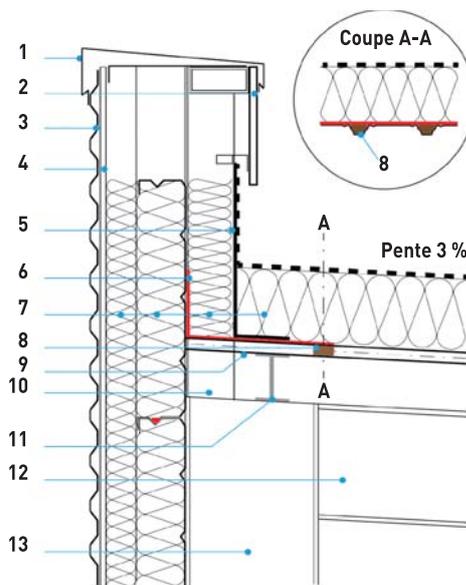
**Attention aux zones de discontinuité**

Amor Ben Larbi précise « qu'un bâtiment construit avec un bardage double peau – constitué de plateaux pleins, perforés ou crevés, d'écarteurs, d'isolant et d'un

(1) Répondant à une autre logique constructive, la plupart des gratte-ciel américains (Chicago, New York...) et nombre d'immeubles haussmanniens ont aussi eu recours à l'acier pour leur construction.  
(2) Documents particuliers du marché.

## Exemple de traitement à l'air au niveau de la jonction façade/toiture

- 1 Couvertine
- 2 Contre bardage
- 3 Bardage
- 4 Écarteur
- 5 Costière
- 6 Pare-vapeur au lot « étanchéité » et assemblé aux plateaux
- 7 Isolant
- 8 Closoir
- 9 Tôle d'acier nervurée (TAN)
- 10 Baïonnette
- 11 Panne
- 12 Poutre
- 13 Poteau



Source : Recommandations professionnelles Rage sur les bardages en acier

“Une des approches possibles est de réaliser un calfeutrement des joints entre plateaux ainsi que des calfeuttements des joints entre structure et plateaux et au niveau des jonctions entre parois”

parement extérieur – et possédant une couverture en bacs acier étanchés, présente couramment une perméabilité à l'air  $Q_{4Pa-surf} > 4 \text{ m}^3/(\text{h} \cdot \text{m}^2)$  [3] avec un impact sur la consommation d'énergie du bâtiment qui peut dépasser 40 %.

Pourtant, les infiltrations d'air sont la cause d'un certain nombre d'inconvénients : une sensation d'inconfort, des phénomènes de condensation pouvant être préjudiciables, l'apparition de salissures et de moisissures, des nuisances sonores (là où l'air passe, le bruit passe...), une surconsommation d'énergie... De plus, tous les édifices ne sont pas logés à la même enseigne : selon son implantation géographique et son orientation, une construction subira de façon plus ou moins marquée les effets du vent. « La qualité de l'enveloppe du bâtiment et la qualité de son étanchéité au vent sont donc essentielles pour que, sous la pression du vent, l'air ne s'infiltré pas par les défauts de la construction. Dans certains cas, ce renouvellement d'air parasite peut atteindre les  $10\text{-}15 \text{ m}^3/(\text{h} \cdot \text{m}^2)$ ... On est donc bien loin des valeurs réglementaires », souligne Denis Lehnen.

« Ces fuites d'air proviennent de toutes les zones de discontinuité : angles de bardages, liaisons façades/toiture, liaisons façade/longrines, jonctions bardages/menuiseries, éléments traversants, lanterneaux... Les fuites d'air à travers l'enveloppe du bâtiment peuvent être à l'origine de 10 à 40 % de ses déperditions thermiques », précise Thierry Braine-Bonnaire, directeur général du Centre national d'expertise de l'enveloppe et la structure (Cnees), créé par la Fédération française du bâtiment (FFB).

« La performance de perméabilité à l'air du bâtiment est assurée par tous les composants du clos, du couvert et de leurs jonctions. Il faut donc assurer la continuité de l'étanchéité à l'air de tous ces ouvrages

(bardages, toitures, menuiseries, etc.). Une des approches possibles est de réaliser un calfeutrement des joints entre plateaux ainsi que des calfeuttements des joints entre structure et plateaux et au niveau des jonctions entre parois (façade/toiture, façade/longrine...) », indique Amor Ben Larbi.

### Généraliser l'usage d'un pare-vapeur ?

Pour améliorer l'étanchéité à l'air des constructions métalliques, plusieurs professionnels proposent la mise en place systématique d'un pare-vapeur en toiture, sous l'isolant. Cette solution est d'ailleurs déjà obligatoire sur les bâtiments à forte hygrométrie pour éviter les risques de condensation. Cela sous-entend une mise en œuvre soignée avec un recouvrement des lés entre eux et un raccordement aux autres ouvrages en périphérie, pour former un plan d'étanchéité continu. Le pare-vapeur choisi doit, en outre, être à la fois souple et résistant pour supporter la dilatation de l'acier sous l'effet de la chaleur.

En façade, pour réduire les fuites d'air, le traitement individualisé des joints et liaisons du bardage impliquerait trop de linéaire à gérer. « Le doublage intérieur de la paroi métallique à l'aide de plaques de plâtre, avec ou sans isolant, est une solution envisageable. Des bandes adhésives appropriées peuvent ensuite être employées pour les jonctions avant la pose du revêtement décoratif. Il y a toutefois un peu de jeu au niveau des plaques de plâtre car elles sont posées sur des cales, masquées par une plinthe, en partie basse. Et, en partie haute, elles ne sont pas liées au plafond afin de pouvoir supporter les déformations de l'acier. L'étanchéité à l'air ainsi procurée est donc plutôt relative... D'où l'idée de préférer le recours à une membrane d'étanchéité à l'air, placée du >>>>

[3] L'indice de perméabilité à l'air est calculé à partir de mesures effectuées sous un écart de pression de 4 Pascals, conformément à la norme NF EN 13829 Performance thermique des bâtiments – Détermination de la perméabilité à l'air des bâtiments – Méthode de pressurisation par ventilateur (février 2001) et son guide d'application GA P50-784 de février 2010.

côté extérieur de la paroi», explique Dominique Royer. Pour que cette solution soit efficace, cette membrane «pare-air» doit être continue, ce qui sous-entend que les lés soient raccordés entre eux de façon étanche, tout comme doivent être soignées les jonctions avec les menuiseries ou autres éléments. Mais un certain nombre de questions se posent encore. «*Les produits actuellement disponibles sur le marché pouvant jouer ce rôle viennent de la famille des pare-pluie, des écrans de sous-toiture, etc., et n'ont donc pas été, jusqu'à présent, vraiment testés pour ce nouvel usage. De plus, le raccordement des lés, entre eux ou sur des matériaux de différentes natures, grâce à une sorte de scotch n'est pas très rassurant. Les conditions de mise en œuvre de l'adhésif doivent notamment être respectées, avec un support propre et sec. Une pression régulière et continue doit être appliquée sur toute la longueur de l'adhésif, une opération pas toujours très facile à faire depuis une nacelle, par exemple. Pour plus de sécurité, il faudrait donc prévoir l'intervention d'une personne munie d'un sèche-cheveux pour préparer les surfaces à coller, et d'une roulette, comme pour le papier peint, pour bien presser le joint. Mais cela fait un salaire en plus, donc des coûts supplémentaires, difficiles à répercuter sur le devis, étant donné l'actuel contexte tendu des marchés. Et tout cela sans avoir, pour le moment, la certitude de la tenue dans le temps de ces adhésifs, intrinsèquement d'une part, et sous les effets de la dilatation de l'acier*», analyse Dominique Royer. Pour disposer d'une meilleure visibilité sur leur comportement au fil du temps, Smac réalise donc des essais de vieillissement accéléré en laboratoire mais aussi en conditions réelles. «*Nous avons déjà deux ans de recul avec un pare-pluie et ses joints, exposé en plein air, sans habillage de protection. Le système reste toujours étanche à l'air bien qu'il ne soit protégé ni des intempéries, ni du rayonnement ultraviolet*», précise Dominique Royer.

### Le recours à une membrane d'étanchéité ?

Pour s'affranchir des interrogations subsistant actuellement sur la durabilité des performances en matière d'étanchéité à l'air des membranes liaisonnées par un adhésif, une autre solution est aussi envisageable : l'emploi d'un système de membrane d'étanchéité à l'air de type HPV (4). C'est la solution retenue par Soprema Entreprises qui propose de placer une membrane d'étanchéité spécifique, entre deux couches d'isolant. «*Cette membrane (Soprateg III) dérive d'une version pré-existante, étanche à l'eau, qui a été modifiée de manière à ce que les lés puissent être raccordés entre eux par soudage à l'air chaud*», précise Denis Lehnen. Si les deux solutions – collage ou soudage des lés – conviennent pour les parties courantes, reste le délicat problème des jonctions au niveau des points singuliers. «*Le collage (mastic, double face, etc.) entre matériaux de géométrie et de nature souvent différentes n'est pas toujours simple. Il est prudent de le compléter par des dispositifs mécaniques pour que l'adhésif ne subisse pas seul les efforts de pression/dépression liés au vent. Ainsi, il sera sollicité le*

**“Il faut faire travailler les entreprises dans un ordre précis avant de passer à l'étape suivante. Il faut employer des produits et systèmes de qualité, choisir des entreprises aux compétences reconnues, bien définir où sont les responsabilités, etc.”**

moins possible, ce qui devrait lui conférer une plus grande durée de vie», recommande Dominique Royer. Signalons également qu'il est prévu que les Recommandations professionnelles RAGE sur les bardages en acier, dont la publication est imminente, consacreront un chapitre et une annexe à la perméabilité à l'air.

### Un premier bâtiment métallique BBC

Tirant les enseignements d'une première opération à Brest, Soprema Entreprises a construit son agence de Poitiers en se fixant comme objectif d'être conforme à la RT 2012, sans pompe à chaleur ni apport photovoltaïque. «*Pari tenu puisque cette agence est le premier bâtiment BBC en charpente métallique de type industriel en France*», commente Denis Lehnen.

Pour y parvenir, ses parois de 300 mm d'épaisseur sont fortement isolées. Au final, le coefficient de transmission thermique  $U_p$  est respectivement de 0,16 W/m<sup>2</sup>.K et 0,20 W/m<sup>2</sup>.K pour la toiture et les façades. «*L'étanchéité à l'air de l'enveloppe est assurée par l'association d'une membrane d'étanchéité Sopravap pour la toiture et de la nouvelle membrane brevetée Soprateg III pour les parois verticales. Le raccordement entre les deux s'effectue au niveau des acrotères. La membrane est aussi soigneusement raccordée à la menuiserie, l'étanchéité à l'air entre le dormant et l'ouvrant étant ensuite sous la responsabilité du lot menuiserie. Des fourreaux sont prévus pour les différents réseaux, leur étanchéité à l'air étant après sous le contrôle de ceux qui passent les câbles*», détaille Denis Lehnen.

Travailler bien en amont avec l'architecte s'impose pour repenser la coordination des différents intervenants et le phasage du chantier. «*Il faut faire travailler les entreprises dans un ordre précis avant de passer à l'étape suivante. Il faut employer des produits et systèmes de qualité, choisir des entreprises aux compétences reconnues, bien définir où sont les responsabilités, etc. Il faut aussi privilégier des solutions simples à mettre en œuvre, faciles à contrôler et, si nécessaire, réparables aisément et rapidement*», souligne Denis Lehnen.

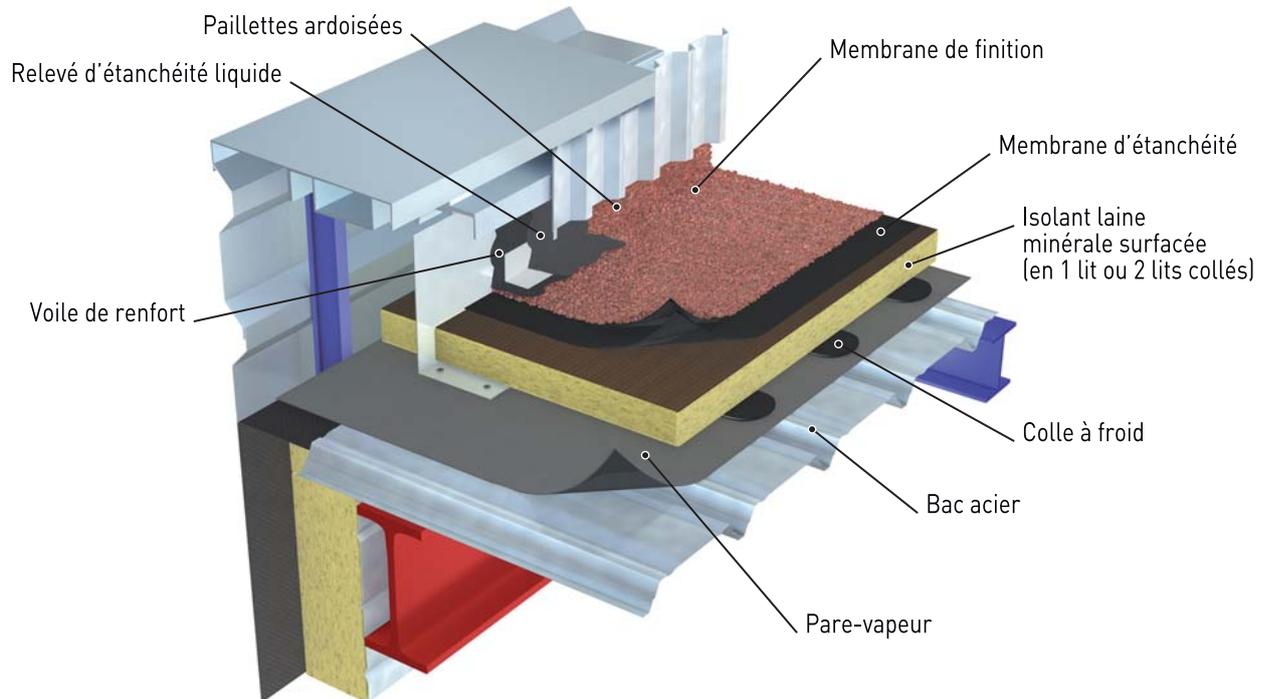
Pour confronter l'approche théorique, liée à l'étude réglementaire, au comportement réel du bâtiment en situation, celui-ci est muni de plusieurs dispositifs de comptage fonctionnant en continu. «*Cette démarche s'impose car les clients nous demandent de plus en plus de nous engager sur des résultats*», confie Denis Lehnen.

### Mobiliser l'ensemble des compétences

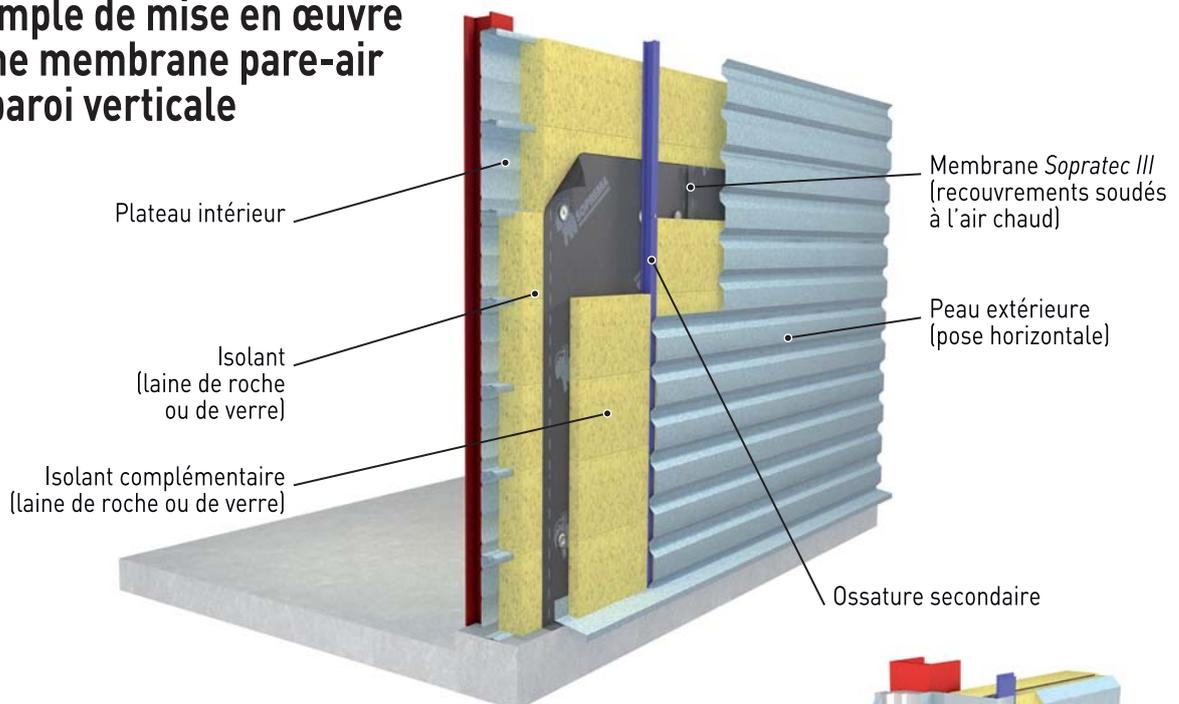
L'étanchéité à l'air s'appuie sur une obligation de résultats et non plus de moyens. Sans une réelle concertation entre le maître d'ouvrage, le maître d'œuvre et les entreprises intervenant sur le chantier, il est quasiment impossible d'obtenir un résultat performant et pérenne pour un coût maîtrisé. «*Aboutir à un bâtiment performant sous-entend une conception de qualité, l'emploi de produits et systèmes de qualité, une mise en œuvre de qualité*», ajoute Thierry Braine-Bonnaire. ▶▶▶

(4) Haute perméabilité à la vapeur d'eau ( $S_d < 0,1$  m).

## Exemple d'utilisation du pare-vapeur en toiture



## Exemple de mise en œuvre d'une membrane pare-air en paroi verticale



## Exemple de raccordement d'une membrane pare-air à la menuiserie

La membrane pare-air *Soprateg III* est rabattue sur le dormant de la menuiserie. Appliqué au pistolet, un cordon de mastic (non réticulable, à base de caoutchouc de synthèse, plastifié par du bitume) vient assurer la liaison et l'étanchéité à l'air.



Illustrations Soprema

« Le principe fondamental pour assurer une bonne étanchéité à l'air de l'enveloppe est de réaliser une peau étanche et continue. En plan et en coupe, le concepteur doit pouvoir suivre cette peau avec un crayon sans avoir à le relever. À chaque point singulier et à chaque liaison entre deux éléments de l'enveloppe, il faut réaliser un détail technique indiquant comment la continuité de l'étanchéité à l'air va être traitée. Il faut également préciser qui interviendra sur ce détail technique et à quel moment. Les CCTP doivent clairement signaler à quel lot est attribuée quelle tâche », précise Amor Ben Larbi. La réalisation d'un carnet de croquis, recensant les principales coupes faisant apparaître les joints, les membranes, les adhésifs, etc., ainsi que la manière de traiter les points singuliers, lèvera toutes les ambiguïtés. Amor Ben Larbi ajoute que « le CTICM a été à l'origine des premiers développements dans le domaine de l'étanchéité à l'air des bâtiments en acier avec le projet Prebat-Acieco (voir encadré ci-contre), et a rédigé les Recommandations professionnelles RAGE sur les bardages en acier en collaboration avec les professionnels de la filière. Le CTICM assure aussi des formations dans ce domaine et apporte également un soutien aux professionnels pour le développement et la mise en œuvre de solutions performantes. »

De son côté, le bureau d'études Enertech, qui a rédigé pour la Mutuelle des architectes français (Maf) une intéressante fiche technique sur l'étanchéité à l'air, recommande de bien faire figurer le poste « étanchéité à l'air » dans la Décomposition du prix global et forfaitaire (DPGF) en détaillant clairement les tâches élémentaires qui y sont liées.

Thierry Braine-Bonnaire rappelle que le Cnees est une association créée pour aider les entreprises à concevoir et construire des enveloppes performantes. « Cela passe par trois axes d'action : l'assistance à l'innovation, tant sur le plan technique que logistique, la formation continue, notamment de formateurs, et l'information d'un public plus large sur la physique du bâtiment et le savoir-faire des entreprises », précise-t-il.

« Il ne faut pas non plus hésiter à penser le bâtiment autrement. Plus sa géométrie est complexe, plus il y a de traversées, plus l'étanchéité à l'air sera difficile à assurer. Cela revient à créer les conditions optimales pour le défaut. C'est le cas, par exemple, avec un auvent car la charpente "traverse" littéralement la façade, par exemple », signale Dominique Royer.

### Une période de transition délicate

Au niveau de la mise en œuvre, la formation des personnels de terrain doit aller dans le sens d'une prise de conscience du problème et des moyens de le régler. L'objectif est de leur (re)donner le goût du travail bien fait et de leur (ré)apprendre à respecter le travail des autres équipes présentes sur le chantier. « Ils doivent également comprendre que la mesure de perméabilité à l'air agrège tous les défauts accumulés par tous les intervenants sur le chantier. Ils sont tous dans le même bateau donc tous co-responsables. Chacun doit donc faire attention à ce qu'il fait mais aussi à ce qu'à fait celui intervenant avant lui et faciliter le travail de celui qui vient après. Il faut apprendre à

penser en amont et en aval. C'est une démarche d'esprit qui, de toute façon, devra s'imposer sur les chantiers car la logique sera à l'avenir exactement la même avec la thermique », souligne Thierry Braine-Bonnaire.

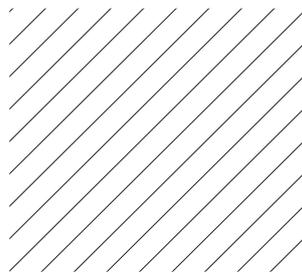
« Ce qui est cruel, c'est qu'autant la réalisation d'un bâtiment irréprochable au niveau de la thermique et de l'étanchéité à l'air est une opération tout de même délicate, autant il est facile de la vérifier en quelques instants ! Avec la porte soufflante, les tests avec des fumigènes et les appareils de thermographie infrarouge, tous les défauts apparaissent aussitôt », signale Denis Lehnen.

Et si le résultat n'est pas satisfaisant, il faudra savoir l'interpréter avec justesse. « L'objectif est de limiter au strict minimum les fuites, pas d'atteindre le zéro fuite. Identifier les passages d'air est une chose, déterminer si tel ou tel passage est excessif ou non en est une autre. Est-ce pénalisant ou non ? Quelle fuite traiter en priorité ? Où est la fuite principale ? L'interprétation dépendra de l'expert », signale Dominique Royer.

Un autre aspect concomitant à ne pas négliger : la VMC. Par définition, le degré de tolérance des bâtiments étanches à l'air vis-à-vis des imperfections de la VMC est très faible. Raison pour laquelle elle doit être dimensionnée correctement, bien réglée (débits suffisants et bien équilibrés) et régulièrement entretenue (nettoyage des filtres au moins trois fois par an).

« Vu la perméabilité à l'air importante, supérieure à  $5 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ , et la destination des bâtiments métalliques "ancienne génération", l'hygrométrie intérieure était, dans ce cas, sensiblement égale à l'hygrométrie extérieure. Donc pas de flux de vapeur et aucun risque de condensation, quelle que soit la qualité des parois ou de la VMC. En revanche, en améliorant considérablement l'étanchéité à l'air, l'hygrométrie intérieure et plus généralement la qualité de l'air intérieur dépendront de la ventilation mécanique. Tout défaut de ventilation, tout défaut de conception ou d'exécution de la paroi peuvent alors conduire à un problème de condensation, en particulier au niveau des toitures étanchées », prévient Denis Lehnen. Assez iconoclaste, Dominique Royer estime que « de nouvelles pathologies vont probablement apparaître. Mais, paradoxalement, elles vont faire progresser les connaissances... »

D'autres questions se posent encore. « C'est bien d'avoir un bâtiment étanche à l'air lors de la réception de l'ouvrage, mais encore faut-il que cette performance soit pérenne. Qu'en sera-t-il quelques années plus tard ? », se demande Amor Ben Larbi. En effet, quel serait le résultat obtenu à l'issue d'une nouvelle mesure de perméabilité à l'air quelques jours avant la fin de la garantie décennale d'un bâtiment BBC ? ■



**« C'est bien d'avoir un bâtiment étanche à l'air lors de la réception de l'ouvrage, mais encore faut-il que cette performance soit pérenne. Qu'en sera-t-il quelques années plus tard ? »**

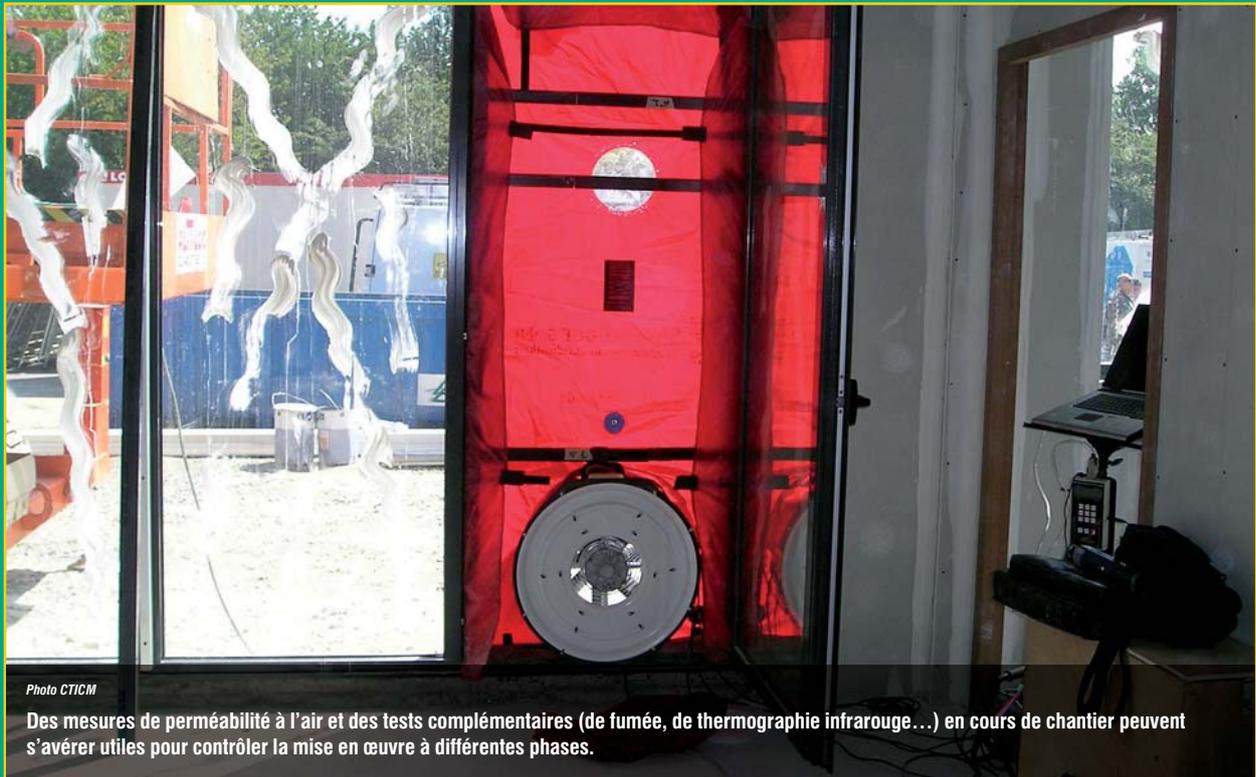


Photo CTICM

Des mesures de perméabilité à l'air et des tests complémentaires (de fumée, de thermographie infrarouge...) en cours de chantier peuvent s'avérer utiles pour contrôler la mise en œuvre à différentes phases.

# LES ENSEIGNEMENTS DE PREBAT-ACIECO

Dirigé par Amor Ben Larbi (CTICM), le projet Prebat Acieco, qui s'est déroulé entre juin 2008 et septembre 2011 avec comme partenaires le CSTB, le Cete de Lyon et le Leptiab de l'Université de La Rochelle (1) ainsi que Soprema Entreprises et Smac, et un soutien financier de l'Ademe, visait les bâtiments tertiaires en acier. L'objectif de ce projet était d'améliorer la performance énergétique de l'enveloppe des bâtiments et la modernisation durable des bâtiments existants par la recherche et la mise en œuvre de solutions performantes améliorant l'étanchéité à l'air et le traitement des ponts thermiques. L'étude a notamment comporté une partie expérimentale portant sur neuf bâtiments (huit bâtiments tertiaires et un collectif d'habitation). Les mesures de perméabilité à l'air ont démontré le niveau assez élevé de leur perméabilité à l'air (généralement supérieure à  $3 \text{ m}^3/(\text{h} \cdot \text{m}^2)$ ), malgré le fait

que les bâtiments soient assez récents (construits pour la plupart dans les cinq dernières années). À cela s'est ajoutée la localisation des ponts thermiques présents dans leurs enveloppes par thermographie infrarouge. La récurrence des emplacements de fuites d'air les plus importantes (jonctions entre parois, façade/toiture, façade/façade, façade/plancher bas, toiture/lanterneaux...) a été mise en évidence. À l'issue des campagnes d'essais, des solutions et mesures adéquates permettant d'améliorer l'étanchéité à l'air et de réduire les ponts thermiques ont été proposées et mises en œuvre sur un bâtiment existant et trois autres bâtiments neufs BBC et Bepos (2).

(1) Laboratoire d'études des phénomènes de transfert et de l'instantanéité agro-industrie et bâtiment.  
(2) Bâtiment à énergie positive.

Les mesures et diagnostics effectués à la réception du bâtiment tertiaire BBC de Brest ont confirmé l'efficacité des solutions mises en œuvre. Les ponts thermiques ont notamment été corrigés. Les solutions d'amélioration de l'étanchéité à l'air mises en œuvre ont permis de diviser d'un facteur 10 les valeurs de perméabilité constatées dans la première étape du projet ( $Q_{4\text{Pa-surf}} = 0,36 \text{ m}^3/(\text{h} \cdot \text{m}^2)$ ). Les mesures de perméabilité à l'air du bâtiment tertiaire Bepos à Poitiers, en cours de chantier, ont confirmé l'efficacité des différents choix et surtout la haute qualité de la mise en œuvre ( $Q_{4\text{Pa-surf}} = 0,18 \text{ m}^3/(\text{h} \cdot \text{m}^2)$ ). Le dernier bâtiment construit dans le cadre du projet, un bâtiment de bureaux à Rennes, est encore plus performant malgré son architecture bien différente des deux autres. La perméabilité à l'air mesurée en cours de chantier est de  $0,14 \text{ m}^3/(\text{h} \cdot \text{m}^2)$ . ■