Photos Fixit et Enersens

SUPER-ISOLANTS

VERS UNE OFFRE COMPLÉMENTAIRE AUX SOLUTIONS TRADITIONNELLES

TEXTE : **ALAIN SARTRE** PHOTOS : **BASF, CABOT/ALCAUD/AXTER, FIXIT, FIXIT ET ENERSENS, HECK/ROCKWOOL, ISOLPRODUCTS/POREXTHERM, ISOVER, MICROTHERM/SINIAT**

Diviser par trois l'épaisseur de l'isolation à performance égale ? Cet objectif peut dès aujourd'hui être réalisé à l'aide d'une nouvelle génération de matériaux, à condition d'y mettre le prix, mais aussi de respecter la vulnérabilité de certains produits. Aperçu de l'offre, encore en phase de développement.

Pour répondre à des exigences d'efficacité énergétique renforcées, il est essentiel de limiter les déperditions thermiques de l'enveloppe. Dans cet objectif, le bâti accumule sans cesse des épaisseurs d'isolants de plus en plus importantes. Face à ces enjeux et contraintes, les industriels sont à la recherche de solutions plus performantes et moins encombrantes. Deux voies sont plus particulièrement explorées : les systèmes à base d'aérogel et les panneaux isolants sous vide. Ces deux technologies participent à ce que les spécialistes appellent les « super-isolants » dont les premières versions ont été élaborées pour la conquête spatiale. Cette nouvelle offre est encore aujourd'hui en phase d'élaboration, toutefois les perspectives d'application et projets de commercialisation se concrétisent.

Bien sûr, les produits sont encore très coûteux, mais leur conductivité thermique λ peut être 1,5 à 3 fois plus faible que celle des meilleurs isolants classiques. Selon la société Enersens, dans laquelle l'Ademe a pris en 2015 une participation de 14 %, ils pourraient engendrer un gain de 5 m^2 de surface habitable pour un logement moyen traditionnel de 100 m^2, soit une marge additionnelle de 3 à 5 % sur le coût de la construction neuve.

Deux options

Les performances des super-isolants s'expliquent par l'utilisation de composants à très grande porosité, qui peut aller jusqu'à 99 %, avec des diamètres de pores mesurés en nanomètre (10^{-9} m) même si le terme « microporeux » est parfois employé. De nature minérale, organique ou hybride, les produits sont issus d'un traitement physico-chimique avec phases de polymérisation, condensation, séchage supercritique… Il s'agit de matériaux architecturés dont les propriétés mécaniques sont apportées par des liants, films et/ou matrices fibreuses. Les matériaux à base d'aérogels ont d'abord été captés par l'industrie pétrolière pour isoler les forages, canalisations ou équipements de transport et transformation. Ils sont aujourd'hui principalement commercialisés sous forme de granulés ou de matelas à support fibreux non tissé. Applications diverses : isolation des matériels fonctionnant à haute ou basse température, granulés introduits dans des doubles vitrages et parfois utilisés dans le Nord de l'Europe pour remplir des lames d'air aménagées dans l'enveloppe, composants souples ou rigides incorporés dans les parois opaques.

De leur côté, les panneaux isolants sous vide (PIV ou VIP pour « Vacuum insulation panel ») ont d'abord été exploités pour isoler les réfrigérateurs, congélateurs, chambres froides ou moyens de transport frigorifique. Ils se présentent sous la forme de modules rigides dont l'âme, à base de poudre de silice compressée, est enfermée dans une enveloppe thermo-scellée composée d'un film multicouche supportant un vide partiel. Conçue pour être étanche tout en limitant les ponts thermiques, cette barrière associe polymère et métallisation.

Les premiers usages des super-isolants dans le monde du bâtiment sont véritablement apparus au début des années 2000. En France, ils se développent surtout depuis la décennie 2010. D'après les spécialistes, il faudra encore attendre les années 2020 pour voir s'affirmer une offre industrielle plus complète et économiquement plus compétitive.

1 Photo Isover

1 Mise en œuvre d'une isolation intérieure composée de panneaux PIV *Isovip* à parements protégés.

2 L'isolation en PIV nécessite un calepinage préalable des parois, afin d'optimiser la pose en fonction de la taille des panneaux ; ces derniers reposent sur le sol et sur une lisse implantée à mi-hauteur.

3 Les panneaux PIV ne peuvent pas être découpés : les espaces libres sont isolés avec des bandes en laine minérale ; les jonctions ne doivent pas occasionner de ponts thermiques.

"Les produits sont encore très coûteux, mais leur conductivité thermique λ peut être 1,5 à 3 fois plus faible que celle des meilleurs isolants classiques"

Panneaux sous vide

Fin 2015, Isover (groupe Saint-Gobain) a annoncé la commercialisation d'un panneau PIV. Appelé *Isovip*, la mise en œuvre de ce nouveau système d'isolation intérieure s'inscrit dans le cadre d'une variante du procédé de doublage mural *Optima* couvert par l'Avis Technique (ATec) n° 9/11-946*V1 dont la conception – il y a déjà une dizaine d'années – avait anticipé l'intégration de ce type de super-isolants. Depuis janvier 2016, le procédé d'isolation thermique de murs *Optima VIP* en panneaux isolants sous vide *Isovip* bénéficie d'un ATec n° 20/15-360. En juillet 2016, la Commission Prévention Produits mis en œuvre (dite C2P) de l'AQC a décidé la mise en observation de la nouvelle famille d'Avis Technique relatif aux procédés d'isolation thermique de murs en panneaux isolants sous vide mais a en revanche classé ce procédé en Liste Verte (voir encadré ci-contre).

Le produit dispose d'un certificat Acermi qui lui attribue un coefficient λ global de 0,006 W/m.K, compte tenu d'une « conductivité thermique certifiée sans protection » de 0,0052 W/m.K. En effet, les deux faces du panneau sous vide sont recouvertes par une couche collée de polystyrène extrudé (XPS) d'une épaisseur de 3 mm : il s'agit d'une protection mécanique qui limite les risques de dégradation de l'enveloppe métallisée étanche du PIV, lors de la manipulation et pose sur chantier.

Le complexe isolant existe en deux formats, avec une longueur de 30 ou 100 cm, pour une largeur commune de 60 cm. Il comprend 6 épaisseurs de cœur de panneaux allant de 25 à 50 mm, auxquelles s'ajoutent les 6 mm de XPS. De par leur ▷▷▷

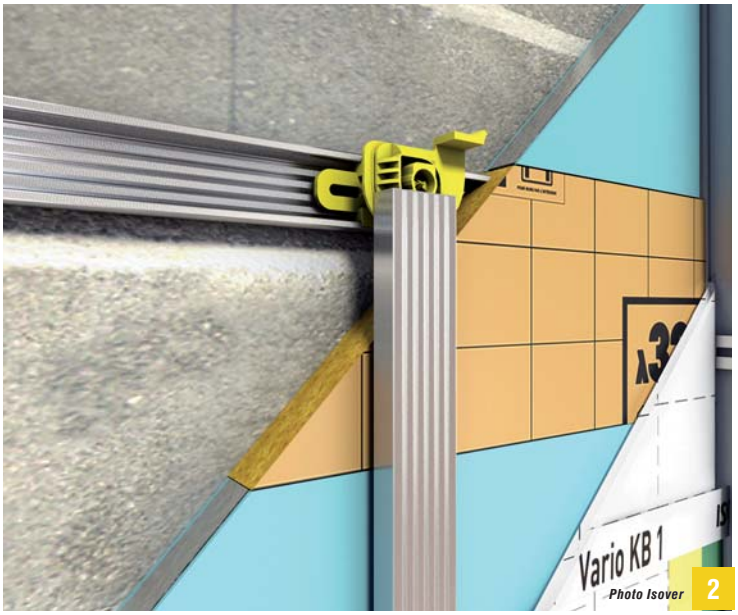


Photo Isover 2

Photo Isover 3

LE RÉCENT POSITIONNEMENT DE LA C2P DE L'AQC SUR LES PANNEAUX ISOLANTS SOUS VIDE

Suite à l'examen de la nouvelle famille d'Avis Technique relatif aux procédés d'isolation thermique de murs en panneaux isolants sous vide, et au vu de certains facteurs de risques non négligeables, la Commission Prévention Produits mis en œuvre (dite C2P) de l'AQC a décidé en juillet 2016, la rédaction du communiqué de mise en observation n° 73 pour cette famille de procédé (1). Ce communiqué insiste sur la nécessité de mise en œuvre particulièrement soigneuse, le risque de percement de l'isolant qui engendrerait une perte de sa résistance thermique, le manque de recul des performances de l'isolant dans le temps et la discontinuité des propriétés hygrothermique de la paroi, dû au fait de l'emploi de laine de verre pour gérer les points singuliers. Cependant, le titulaire de l'Avis Technique *Optima VIP* application en mur a apporté des justifications suffisantes sur ces différents points et l'Avis Technique n° 20/15-360 a été classé en Liste Verte. Ses justifications sont les suivantes :

- l'information via l'entreprise de pose vers le maître d'ouvrage et l'occupant pour éviter le percement des parois ;
- un configurateur *ad hoc* réservé aux professionnels de la construction, qui propose une répartition des panneaux avec un plan de calepinage optimisé et le calcul de la résistance thermique de la paroi ;
- une formation au démarrage de chaque nouveau chantier ;
- des essais de vieillissement accélérés en condition d'ambiance spécifique des panneaux sous vide.

Rappelons que la C2P est une commission constituée au sein de l'AQC qui intervient sur les familles de produits et les textes qui en définissent la mise en œuvre. En s'appuyant sur sa connaissance des pathologies et sur l'expertise de ses membres, elle a pour mission d'identifier les techniques susceptibles d'engendrer des risques de sinistres. Cette mission exclusivement d'ordre technique a pour objectifs principaux d'attirer l'attention des professionnels lors de leur choix technique sur les produits et/ou procédés susceptibles de poser des problèmes, et de faire progresser les produits et les textes qui en définissent la mise en œuvre. L'analyse faite par la C2P ne se substitue pas à celles effectuées par d'autres instances comme, par exemple, la Commission des Avis Techniques ou les Commissions de Normalisation. La C2P, par sa connaissance reconnue de la pathologie, indique en complément une appréciation du niveau de risque. C'est un outil d'analyse de risques pour les assureurs construction permettant de distinguer les techniques courantes des techniques non courantes (2). ■

(1) Voir www.qualiteconstruction.com, rubrique « La Prévention Produits (C2P) », puis « Publication semestrielle en cours de la C2P ».

(2) Pour en savoir plus : www.qualiteconstruction.com, rubrique « La Prévention Produits (C2P) ».

Photo ISOLProducts/Porextherm

Variation d'épaisseur à performance thermique égale : comparaison entre différentes solutions utilisant des fibres de bois, du polystyrène, du polyuréthane et des panneaux sous vide.

PANNEAUX SOUS VIDE : UNE SUPER-ISOLATION À RISQUES POTENTIELS

La conductivité thermique de l'air sec immobile est de 0,025 W/m.K. Pendant longtemps, il nous a été expliqué dans les cours de technologie qu'il n'existait pas d'isolant plus efficace, à pression atmosphérique et température ambiante de confort pour l'homme. Aujourd'hui, cette affirmation est dépassée. Comme il est possible de le vérifier en consultant la base de données des certificats Acermi, la performance des produits s'est sensiblement améliorée. On trouve des mousses phénoliques (PF) et des mousses rigides de polyuréthanne (PUR) à partir de 0,022 W/m.K, tandis que certaines mousses rigides de polyisocianurate (PIR) affichent un λ très proche de 0,023 W/m.K. Le polystyrène extrudé (XPS), pour sa part, se situe aux environs de 0,028 W/m.K. Parallèlement, la conductivité des laines minérales a aussi été optimisée. On trouve des laines de verre à 0,030 ou 0,032 W/m.K et des laines de roche dès 0,034 W/m.K. Dans le passé, l'appellation de « super-isolant » était liée à une conductivité en deçà du seuil de 0,025. C'est la raison pour laquelle, parfois, elle est utilisée pour qualifier les meilleures des mousses synthétiques. Mais le terme tend désormais à être réservé aux nouvelles technologies : panneaux isolants sous vide (PIV ou VIP) et produits à base d'aérogel parfois désignés dans la littérature technique et scientifique sous le sigle de Sipa (pour « Super-isolant à pression atmosphérique ») ou ABP (pour « Aerogel based product »).
Avec les PIV, le λ est incontestablement meilleur : il s'établit en moyenne à 0,007 W/m.K, pour un coût de produit estimé à environ 40 euros/m^2 d'après les spécialistes. De leur côté, les matelas isolants souples à base d'aérogel plafonnent à 0,014 W/m.K, avec un coût de l'ordre de 100 euros/m^2. Les panneaux sous vide révèlent donc une compétitivité optimale. Mais il faut bien souligner que cette technologie introduit en retour une rupture inédite, tant au niveau des pratiques professionnelles des constructeurs que pour les modes d'occupation des bâtiments par les usagers. Au-delà des interrogations légitimes sur la durée de vie des produits, qui peuvent d'ailleurs se poser aussi pour les solutions classiques, on comprend bien que tous les percements opérés dans le bâti risquent de porter atteinte à l'étanchéité de l'enveloppe des PIV, donc d'occasionner une chute très dommageable de la résistance thermique. ■

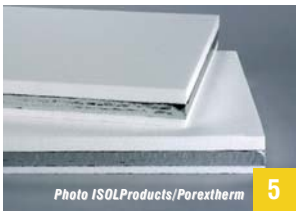
conception, ils ne peuvent être ni découpés, ni percés, et sont collés au mur porteur grâce au ruban adhésif double face *Protape*. Au droit des fixations et dans les parties non couvertes par le PIV, l'isolation est assurée par un remplissage en laine minérale *GR32*. Étanchéité à l'air et gestion de la vapeur d'eau sont apportées, avant pose des plaques de plâtre, par une membrane hygro-régulante *Vario Xtra*.
Isover fournit un logiciel de calepinage qui optimise la pose en tenant compte de la géométrie des murs et ouvertures, mais aussi des diverses contraintes à respecter : passage des réseaux de fluide, implantation de l'appareillage électrique, etc. Commandes et livraisons sont personnalisées. La solution est particulièrement recommandée par le fabricant dès lors que le prix du m² bâti atteint 4 000 €/m².

Attention aux percements

La société Siniat, rattachée à l'industriel Etex, commercialise également des panneaux isolants sous vide fabriqués par Microtherm, entreprise spécialisée dans les super-isolants et devenue une filiale du groupe en 2010. Couverte par l'Agrément Technique Européen (ATE) n° ETA-13/1026 du 30 juin 2013, cette gamme *SlimVac* se décline en 6 épaisseurs comprises entre 10 et 40 mm, dans différents formats : 30 x 40 cm, mais aussi 60 cm par 20, 40, 60, 120 ou 130 cm. Pour les épaisseurs 20, 25 et 30 mm, il existe en plus un module de 50 x 60 cm. D'autres dimensions peuvent être commandées dans le cadre de fabrications spéciales.
Le champ des applications est ouvert : isolation intérieure des murs et plafonds, incorporation sous chape (sauf pour les planchers chauffants), mise en œuvre en toiture-terrasse ou en rampants de toit incliné… Dans tous les cas, les panneaux doivent être protégés de la chaleur (au plus 70 °C), de la vapeur et de l'eau liquide. Il ne faut pas les installer dans des locaux particulièrement chauds et humides, telles que les laveries par exemple.
Là encore, le fournisseur propose un service complet d'aide à la prescription, avec outil de calepinage et de calculs thermiques. Il insiste sur les précautions à prendre lors de la manutention et pose, d'autant plus que les faces des modules ne bénéficient pas en l'état d'un parement renforcé. Selon la destination, il est demandé de prévoir « une couche de protection adaptée au support ».
La gamme *SlimVac* affiche un λ de 0,007 W/m.K, valeur qui intègre un coefficient de sécurité tenant compte des hypothèses de vieillissement et des ponts thermiques occasionnés par la tranche des panneaux. En cas de percement, la conductivité passe à 0,020 W/m.K. La technologie a été expérimentée en 2014 dans le cadre de la rénovation de l'immeuble de bureau MC2 à Nantes. Ce bâtiment isolé par l'intérieur abrite l'antenne locale du bureau d'études Pouget Consultants, qui a lui-même été impliqué dans la maîtrise d'œuvre thermique de l'opération.

Des protections renforcées

Kingspan, autre leader sur le marché européen de l'isolation, s'engage également sur le segment des PIV depuis 2013. Son unité de production, inaugurée en 2014, propose la gamme *Optim-R* : des panneaux de 30 ou 60 cm de large par 30 ou 120 cm de long. D'une performance équivalente à celle des produits concurrents, cette offre en phase de démarrage se caractérise par un choix étendu d'épaisseurs allant de 20 à 80 mm. Elle vise de nombreuses applications : incorporation en sols et murs intérieurs, en toiture-terrasse, en couvertures et traitement de balcons… Elle comprend une technologie d'isolation des façades par l'extérieur, notamment sous forme de bardage.
Mais, dans l'immédiat, c'est une PME allemande spécialisée dans les super-isolants qui occupe une position majeure sur le créneau en France. Il s'agit de la société Porextherm dont la gamme très diversifiée, couverte par l'Agrément Technique Européen n° ETA-13/0515, est prescrite pour un usage polyvalent tant en isolation intérieure qu'extérieure. Elle dispose de deux lignes de produits : *Vacupor* et *Vacuspeed*. Ces derniers sont commercialisés « nus », sans renforcement complémentaire de l'enveloppe étanche, mais avec un conditionnement spécifique conçu pour prévenir le plus en amont possible les risques de dégradation lors du transport, de la livraison et manipulation sur chantier. Pour ces modèles, l'industriel ne se limite pas à une fabrication sur commande. Il investit dans un stock permanent à disponibilité immédiate.
Les panneaux *Vacupor* existent quant à eux en 10 à 50 mm d'épaisseur, dans des formats variés : 50 ou 100 cm de largeur, pour une longueur de 25, 50, 60 ou 120 cm. Ils sont proposés soit « nus », soit avec un ou deux parements de protection contrecollés. Plusieurs plaques de renfort, destinées à amortir chocs et perforations, peuvent être appliquées en usine : 10 à 20 mm de polystyrène expansé, 4,5 mm de fibres de polyester ou 3,5 mm polystyrène extrudé. Il est également possible de prévoir un matelas absorbant de 3 mm composé de granulats en caoutchouc.



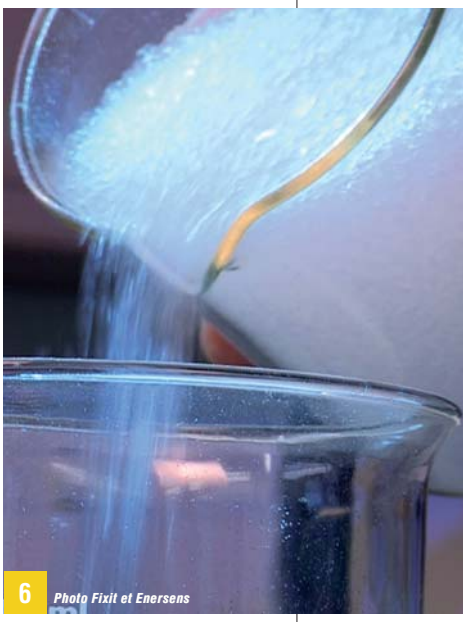
4 Chantier de l'immeuble de bureau MC2 à Nantes : isolation intérieure avec panneaux PIV *SlimVac* de Microtherm, livrés avec des parements métallisés étanches non protégés.

5 Nouvelle génération de panneaux PIV, dits « Vacuum insulation sandwich elements » (Vise), avec parements protégés par des matériaux contrecollés tels que plaque de polystyrène ou couche à base de caoutchouc.

"Le champ des applications du PIV est ouvert : isolation intérieure des murs et plafonds, incorporation sous chape (sauf pour les planchers chauffants), mise en œuvre en toiture-terrasse ou en rampants de toit incliné…"

Granulés d'aérogels injectés en vitrage

Dans le tertiaire, les panneaux PIV sont parfois mis en œuvre comme doublage isolant dans les façades rideaux constituées de modules sandwichs préfabriqués qui combinent parements en verre, en métal ou autres matériaux. Cette technologie se retrouve notamment chez AGC Glass, Dow Corning, Schüco et Uniglass.
De leur côté, les matériaux à base d'aérogel trouvent également une application dans le domaine des ouvrages vitrés, mais sous une autre forme. Ils sont en effet utilisés à l'état de granulés pour remplir le vide des vitrages alvéolaires synthétiques. Cette technologie a été développée en France par la société Cabot, fabricant d'origine américaine d'aérogel de silice translucide commercialisé sous la marque *Lumira*. Elle fait l'objet d'un Avis Technique depuis 2006. L'ATec le plus récent (n° 6/15-2252), publié en juillet 2015, a été délivré conjointement à deux industriels : Alcaud et Axter (marque *Skydôme*), pour leurs gammes respectives *Lumigel* et *Lumidome*. Les produits sont réalisés « à ▷▷▷



6 Photo Fixit et Enersens

7 Photo Cabot/Alcaud/Axter

6 Les super-isolants nanostructurés à base de poudre ou de granulés d'aérogel, matériaux caractérisés par des pores de très faible dimension.

7 Exemple de vitrage organique multi-parois en polycarbonate avec remplissage isolant par des granulés d'aérogel de silice translucide.

"Les aérogels injectés en vitrage peuvent participer à des voûtes d'éclairage zénithal, à des couvertures de verrière, à des lanterneaux ou encore aux ouvrants des exutoires de désenfumage"

façon » sur commande. Ils emploient des granulés nanoporeux (pores d'environ 20 nm) d'un diamètre moyen de 1,2 à 4 mm. Caractérisé par une conductivité thermique de l'ordre de 0,020 W/m.K, cet aérogel offre après tassement une masse volumique comprise entre 65 et 75 kg/m^3.
Les granulés sont injectés dans un vitrage multi-parois en polycarbonate *Lexan Thermoclear Plus* protégé contre le rayonnement UV. Les extrémités des alvéoles sont scellées par un ruban de toile adhésive avec fibres de verre. La mise en œuvre s'effectue à l'aide de profilés métalliques, principalement en toitures, mais aussi en composition de façades vitrées. Même si l'habitat peut constituer un débouché, les applications se situent surtout dans les locaux de grands volumes qui nécessitent d'optimiser éclairage naturel et protection solaire : halls industriels, centres d'exposition, gymnases, galeries marchandes et centres commerciaux... Les produits peuvent participer à des voûtes d'éclairage zénithal, à des couvertures de verrière, à des lanterneaux ou encore aux ouvrants des exutoires de désenfumage.

Incorporation en enduits isolants

Les aérogels trouvent également un débouché dans les enduits. En 2013, l'industriel suisse Fixit a complété son offre d'enduits isolants avec le *Fixit 222* « haute performance ». Élaboré avec le concours du laboratoire EMPA (1), ce mélange à base de chaux hydraulique naturelle, ciment blanc (sans chromate) et hydroxyde de calcium, intègre – outre des agrégats légers minéraux – des granulés d'aérogel.
Détenteur d'une certification EMPA, cet enduit préconisé pour des épaisseurs de 30 à 150 mm dispose d'un λ de 0,028 W/m.K équivalent à la performance des isolants classiques. Il additionne les qualités de ses divers composants : ouverture à la diffusion de vapeur d'eau qui limite les risques de moisissures, mais aussi caractère hydrofuge qui évite l'affaiblissement thermique par absorption d'humidité, résistance contre les algues et champignons sans apport de biocide, structure poreuse qui conjugue isolation acoustique, tenue à la chaleur et au feu...
La mise en œuvre doit respecter la norme suisse SIA 242 (2) ainsi que les règles fixées par l'Association suisse des entrepreneurs plâtriers peintres. Elle rentre dans le cadre d'un système complet, avec gobetis préalable du support, imprégnation par un stabilisateur, puis recouvrement avec un mortier d'enrobage armé d'un treillis. Pour conforter la durée de vie de l'ouvrage, l'industriel prescrit enfin une peinture minérale sur le crépi de finition.
Comme tous les enduits isolants, *Fixit 222* se projette à l'aide d'une machine à enduire. Il est possible d'appliquer une épaisseur de 60 à 80 mm en une seule opération. Pour prévenir les risques de retrait, il faut maintenir l'humidité durant au moins une semaine. Le temps de séchage dépend du contexte et des conditions météorologiques : prévoir environ 3 mm par jour. Le temps d'attente avant de passer à la couche suivante est de trois semaines. Afin d'optimiser le coût de cette technologie, l'industriel a mis sur le marché en 2015 une nouvelle version, le *Fixit 244*, qui incorpore moins d'aérogel et affiche ainsi un λ de 0,048 W/m.K.

Aérogels sous forme de matelas fibreux

Autre application des aérogels de silice : les matelas et feutres isolants à texture fibreuse ou cellulaire. Spaceloft, de la société américaine Aspen, ▷▷▷

(1) Laboratoire fédéral d'essai des matériaux et de recherche (suisse).
(2) Cette norme concerne l'étude et l'exécution des crépis et enduits intérieurs et extérieurs, des constructions à sec et des staffs.

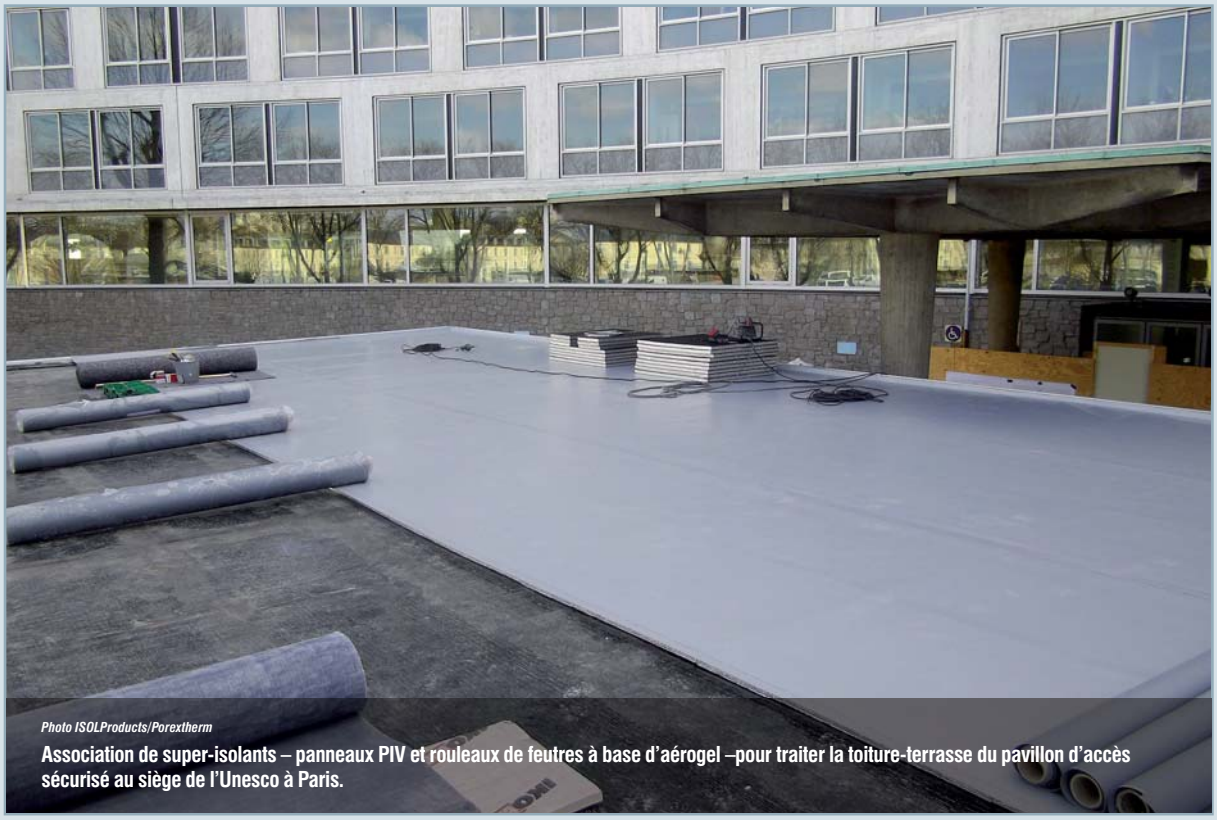
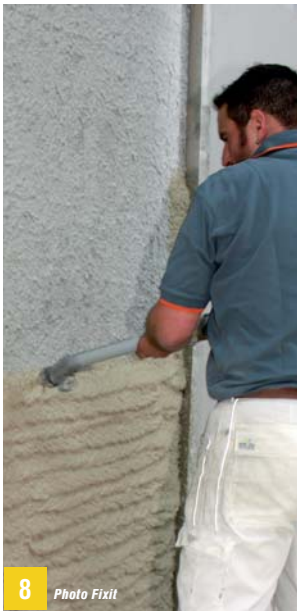


Photo ISOLProducts/Porextherm

Association de super-isolants – panneaux PIV et rouleaux de feutres à base d'aérogel –pour traiter la toiture-terrasse du pavillon d'accès sécurisé au siège de l'Unesco à Paris.

METTRE EN PLACE UNE STRATÉGIE DE COMPLÉMENTARITÉ

« Nous sommes spécialisés dans la commercialisation de systèmes d'isolation thermique performante, mais aussi dans le conseil », **annonce Philippe Koenig, directeur de la société ISOLProducts.**
L'entreprise distribue en France plusieurs gammes, dont les panneaux isolants sous vide de Porextherm. Elle a ainsi alimenté le chantier de rénovation de la Maison de l'Alsace sur les Champs-Élysées à Paris, un bâtiment de type haussmannien dont il fallait préserver les façades et qui a donc été isolé par l'intérieur.
En l'occurrence, le choix du PIV s'explique par le gain de surface apporté dans un site où le coût de l'immobilier est particulièrement élevé.
Autre réalisation de prestige livrée en 2015 : la construction du pavillon d'accueil sécurisé devant le porche d'entrée du siège de l'Unesco à Paris. D'une surface réduite, l'ouvrage est marqué par une volonté de transparence et de discrétion : volume très largement vitré, couvert par une mince dalle béton. La toiture-terrasse de 200 m^2 est isolée avec du PIV afin de réduire le plus possible son épaisseur et son impact visuel. « *Nous assurons également la commercialisation des produits de la marque américaine Aspen, et notamment des matelas d'aérogels Spaceloft* », précise Philippe Koenig.
Il s'agit d'ailleurs d'une offre relativement complémentaire aux panneaux sous vide, mais aussi aux systèmes d'isolation classiques. Disponibles sous forme de rouleaux découpables selon les besoins, ces feutres minces trouvent des applications plus ponctuelles : traitement des points singuliers qui exigent à la fois souplesse et faible encombrement, tels que ponts thermiques, balcons, escaliers, acrotères, coffres de volets roulants, embrasures ou tableaux de portes et fenêtres…
En l'occurrence, le produit est composé d'aérogel de silice, de fibres de polyester à filaments continus (calibre textile), de silice amorphe et d'hydroxyde de magnésium. Comme cela est bien signalisé à la fois par le fabricant et le fournisseur, sa manipulation provoque un dégagement de particules fines. Sa fiche de sécurité souligne que, « *aux termes des directives CE 67/458/CEE et 1999/45/CE, ce produit est classé comme n'étant pas dangereux* ».
L'attention des professionnels est attirée sur les indications suivantes : « *L'inhalation des poussières en suspension peut provoquer toutefois une irritation mécanique des voies respiratoires supérieures* », tandis que le contact avec ces résidus « *peut entraîner une sensation de sécheresse et une irritation mécanique de la peau et des muqueuses.* »
D'une manière générale, pour travailler avec ce type de produits, toutes origines confondues, il est recommandé d'utiliser des gants, des lunettes de sécurité, une combinaison et un masque de protection.


8 Photo Fixit

9 Photo Basf

10 Photo Heck/Rockwool

8 Isolation thermique extérieure réalisée à l'aide d'un enduit projeté qui intègre des granulés d'aérogel, avec une épaisseur de mise en œuvre allant de 30 à 150 mm. 9 Expérimentation de panneaux super-isolants qui incorporent des aérogels organiques à base de polyuréthane. 10 Certains panneaux super-isolants conjuguent aérogel et fibres minérales, ce qui leur procure une forte résistance au feu.

UNE COMMUNAUTÉ SCIENTIFIQUE MOBILISÉE

***« Le GEsSI, groupe d'échange sur la super-isolation, a été constitué de façon informelle en 2000 »*, explique Bernard Yrieix, ingénieur en matériaux au sein d'EDF R&D, co-responsable du laboratoire MateB consacré au développement de matériaux pour l'efficacité énergétique du bâtiment (1).**
« *Le groupe ne s'est donné une structure juridique associative qu'en 2014 afin d'accéder à une stature représentative sur un plan national et international* », précise le chercheur qui fait partie des animateurs de cette communauté de spécialistes rassemblant des acteurs de tous horizons : universités et grandes écoles, laboratoires publics et privés, industriels « amont » (fournisseurs de matière première) et « aval » (intégrateurs), institutions... Le GEsSI s'est donné pour mission de collecter et diffuser l'information, notamment en organisant des réunions et colloques destinés aux scientifiques, mais aussi ouverts à un large public de professionnels tant dans le domaine du bâtiment que des transports, des industries utilisatrices, ou encore du packaging et des emballages isothermes (par exemple les gobelets destinés aux boissons chaudes).
En 2015, deux journées d'échanges techniques ont été organisées en France, plus particulièrement consacrées aux avancées récentes en matière de caractérisation et modélisation des matériaux, dans leurs propriétés thermiques et mécaniques, mais aussi aux possibilités offertes par les super-isolants biosourcés.
En concertation avec les pouvoirs publics, le groupe se consacre parallèlement aux travaux menés dans le cadre de la normalisation et certification des technologies.
Il est impliqué dans la définition des programmes de recherche, très importants, au niveau français et européen. Enfin, il suscite des rencontres et partenariats entre laboratoires et fabricants susceptibles de déboucher sur des dépôts de brevets et des développements de produits.
« *Les recherches menées au sein des laboratoires d'EDF R&D pourraient, par exemple, donner lieu à un débouché industriel* », indique Bernard Yrieix. ■

(1) Laboratoire commun EDF/Insa de Lyon/CNRS/Université Lyon 1. Pour en savoir plus : http://mateb.insa-lyon.fr/fr et gessi.asso@gmail.com.

fait partie des plus connus. Doté d'un λ de 0,014 W/m.K pour une masse de 150 kg/m^3, ce produit est fabriqué à partir d'une matrice fibreuse en polyester. Il est commercialisé en 5 ou 10 mm d'épaisseur, sous forme de rouleaux de 145 cm de largeur pour une longueur pouvant aller jusqu'à 75 m.
Bénéficiant d'une résistance à la compression de 800 kg/m^2, il peut être mis en œuvre comme les solutions traditionnelles : découpage possible sur chantier, fixation par mortier-colle, chevilles à collerettes, vis ou agrafes. Couvert par l'Agrément Technique Européen n° ETA-11/0471 pour des applications en murs, planchers et plafonds, il est utilisé dans une gamme de températures comprises entre - 200 et + 200 °C. Deux produits complémentaires, *Cryogel* et *Pyrogel* acceptent des conditions plus extrêmes, respectivement jusqu'à - 270 °C et + 650 °C.
De son côté, Promat HPI (le département « Isolation haute performance » du groupe Etex) distribue les produits à base d'aérogel fabriqués par Microtherm. Exemple : les gammes *Panel*, *Steelflex*, *Slim&Light*, *Slimflex* ou *Floppy*. Enfermés ou pas dans des enveloppes protectrices, ces super-isolants sont prioritairement utilisés dans la pétrochimie, pour les fours industriels et autres équipements fonctionnant à très haute température. On les retrouve dans certains fours et cuisinières domestiques, les chauffe-eau et même les radiateurs électriques à accumulation ou les portes d'ascenseurs. Ils sont aussi exploités dans les réseaux de distribution de chaleur, colonnes montantes et autres canalisations de chauffage.
Ces dernières applications sont encore très rares. Une petite entreprise de Morlaix (29), Pib Isolation, tente de les promouvoir en expliquant que plus de 50 % de la chaleur produite par les générateurs est perdue par dissipation thermique des réseaux. Elle propose aux plombiers et chauffagistes des tubes pré-isolés avec 5 ou 10 mm de feutre aérogel.

Panneaux rigides à base d'aérogels

Au-delà des matelas isolants souples, les industriels cherchent à développer des technologies de panneaux rigides ou semi-rigides se rapprochant des systèmes actuels à base de polystyrène, polyuréthane et mousse phénolique. L'industriel allemand Sto a ainsi élaboré une solution d'isolation intérieure : *StoTherm In Aevero*. Depuis 2013, elle est proposée sur ses principaux marchés, notamment en Allemagne et en Suisse. Il s'agit d'une gamme de plaques en aérogel de silice – matière première fabriquée par Cabot – qui affichent un λ de 0,016 W/m.K. Disponibles uniquement dans un petit format de 58 x 39 cm, elles existent en 10, 15, 20, 30 et 40 mm d'épaisseur. Jusqu'à 20 mm, la découpe peut s'effectuer au cutter et à la règle en métal. Au-delà, il faut faire appel à une scie circulaire ou une scie de table pour garantir la rectitude de la tranche. Collées contre le mur support, les modules sont revêtus d'un mortier armé avec treillis, puis d'un enduit avec couche de fond et finition. Les jonctions doivent être soignées car la colle peut susciter des ponts thermiques. À noter : les deux parements sont protégés par des non-tissés. Lors de la mise en œuvre, il est demandé de distinguer et traiter différemment les faces « recto » et « verso ».

"Au-delà des matelas isolants souples, les industriels cherchent à développer des technologies de panneaux rigides ou semi-rigides se rapprochant des systèmes actuels à base de polystyrène…"

De son côté, la société italienne Ama Composite a initié en 2014 la solution *Aeropan*, à partir de l'aérogel fourni par Aspen. D'une surface de 72 x 140 cm, ces panneaux de type semi-rigide – dont l'épaisseur peut monter jusqu'à 60 mm – sont préconisés pour une isolation intérieure ou extérieure.
Par ailleurs, le groupe allemand BASF se positionne également comme un acteur émergent dans le domaine des super-isolants. D'une part, il expérimente les aérogels de silice à travers son produit *Slentex*, d'autre part, il investit dans la voie des aérogels organiques à base de polyuréthane. Cette dernière technologie, appelée *Slentite*, est valorisée dans le cadre d'une unité de production pilote. La marque ne dispose pas encore d'une offre industrielle et commerciale.

Programme de recherches

Tous les matériaux jusque-là évoqués ont des origines internationales, avec des usines implantées en Amérique du Nord, en Asie, en Allemagne, en Grande-Bretagne ou Belgique… Une filière française est en train de se constituer par le biais de la société Enersens, filiale du groupe PCAS présent dans l'industrie chimique, avec le soutien des pouvoirs publics. L'entreprise a mis au point l'aérogel de silice *Isogel* en partenariat avec les laboratoires de Mines ParisTech et du centre de recherche Armines. D'une conductivité thermique de 0,018 à 0,020 W/m.K, pour une masse de 68 kg/m^3, le produit est transformé en granulés : la gamme *Kwark*. Pour l'instant, la fabrication s'effectue encore à petite échelle sur des unités pilotes. L'entreprise a annoncé une montée en puissance prochaine de sa capacité de production. Elle s'est en effet consacrée au développement d'un outil et process innovant, plus rapide, qui devrait à l'avenir lui permettre de faire baisser significativement le coût des super-isolants.
Diverses applications sont envisagées. Dans une variante translucide, les granulés *Kwark* sont destinés au remplissage de double vitrage. Parallèlement, des recherches ont été conduites pour formuler un enduit isolant. Ce projet appelé « Parex.it » est coordonné par ParexGroup, un des leaders mondiaux des mortiers. Le produit a été testé dans le cadre d'une maison expérimentale construite en 2014 sur le site du CEA Ines au Bourget-du-Lac (73). L'instrumentation du bâtiment doit déboucher sur la mise au point définitive de la technologie dont le λ a été dans un premier temps estimé à 0,027 W/m.K. Enersens envisage également de produire des matériaux composites dans lesquels l'aérogel est renforcé par une structure cellulaire et/ou fibreuse. Exemples : le matelas souple ou flexible *Skogar* et le panneau rigide *Moonliner* (qui intègre des fibres naturelles de lin). La société a d'ailleurs été désignée comme pilote du programme européen HomeSkin consacré à l'industrialisation des systèmes d'isolation minces plus performants. ■