

# Des ventilations avec chauffe-air solaires

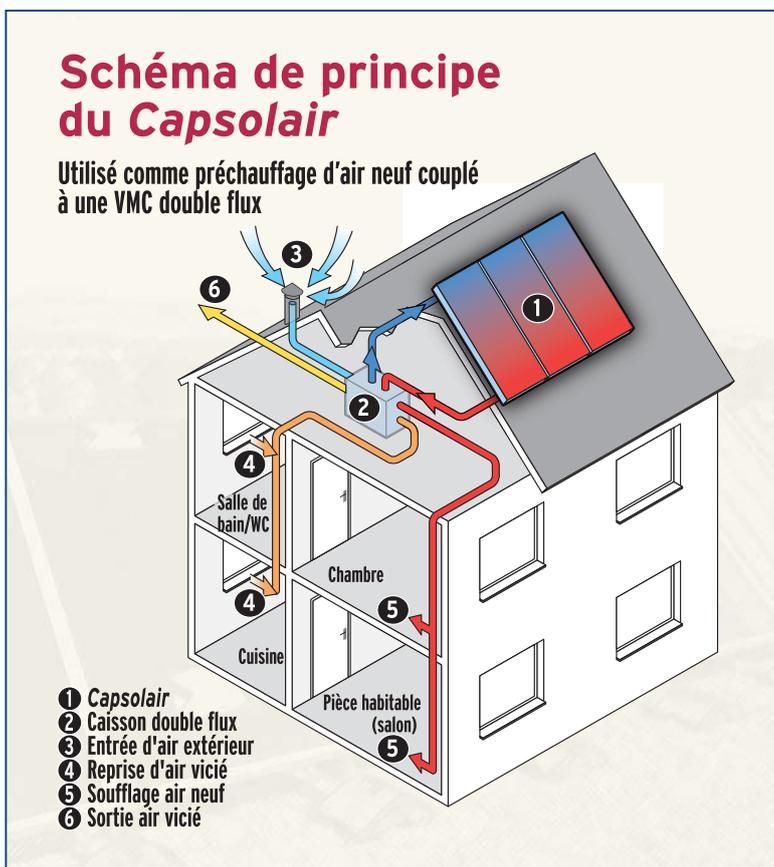
L'énergie solaire est principalement exploitée en France par le biais des capteurs à circulation d'eau ou des panneaux photovoltaïques. Mais il est également possible de développer des solutions de type chauffage aéraulique. Une procédure d'Avis Technique vient d'être initiée.

Rares encore sont les bâtiments qui, en France, font appel à la technique du capteur solaire à air. Pour autant, cette solution n'est pas réellement nouvelle. Elle est apparue depuis plus d'une vingtaine d'années sur les marchés qui favorisent les systèmes de chauffage aéraulique, dans les pays froids d'Europe ou d'Amérique du nord. Le Canada constitue ainsi un terrain d'innovation très actif. On y trouve aussi bien des capteurs vitrés que non vitrés, qui équipent des maisons individuelles : on parle de « chauffe-air solaires », notamment utilisés pour maintenir hors-gel et réchauffer des résidences secondaires. D'autres technologies sont plus particulièrement conçues pour être appliquées sur des immeubles de logement collectif, ainsi que sur des bâtiments de grands volumes en tertiaire ou industrie.

## Mur Trombe-Michel et architecture passive

L'idée du chauffage solaire aéraulique se retrouve dans le principe du mur Trombe-Michel, élaboré en France dans les années 1970 par un directeur de recherche du CNRS, Félix Trombe, avec le concours de l'architecte Jacques Michel. Exposé au sud dans le cadre d'une conception bioclimatique, ce dispositif solaire passif permet de réchauffer l'air ambiant par l'intermédiaire d'une lame d'air incorporée dans une paroi extérieure – entre maçonnerie et parement vitré – qui procure un effet de serre.

Le système fonctionne à la fois en mode accumulation et convection. Recouvert d'une peinture noire, le mur stocke la chaleur pendant la journée pour la restituer au cours de la nuit par rayonnement. L'air intérieur est admis et s'échauffe dans le complexe vitré par l'intermédiaire d'une entrée basse, avec sortie haute. La circulation est activée par simple tirage thermique naturel. Pour combattre les déperditions nocturnes, ces deux ouvertures sont équipées de clapets d'obturation. Il est même possible de les motoriser et de les commander par des sondes de température. À l'inverse, en période d'été, il faut éviter les surchauffes en déployant des protections solaires : avancée de balcon, débord de toiture, store, pare-soleil coulissant ou



autre... Le parement est souvent réalisé en double vitrage. Il peut même être équipé d'un jeu d'ouvrants pour évacuer la chaleur vers l'extérieur.

Dans les années 1980, les professionnels ont poussé plus loin les expérimentations avec les techniques de l'isolation et des fenêtres pariétodynamiques, principalement en logement collectif. Dans le premier cas, l'air extérieur pénètre et traverse un vide aménagé dans le doublage du parement d'une façade : complexe isolant rapporté sur un mur d'enveloppe. Il y est réchauffé par la chaleur solaire accumulée, mais aussi par la récupération du flux des pertes thermiques, puis introduit dans les pièces principales en partie haute en tant qu'air neuf

Photo Dani Alu :

Les capteurs solaires à air peuvent être installés de façon autonome pour recyclage de l'air ambiant, ou en complément d'une ventilation double flux.



**Photo Dani Alu :**  
 Capteurs implantés en toiture-terrasse, avec raccordement en parallèle. Étapes clés pour ce type de mise en œuvre : assemblage des montants sur le rail, des liaisons d'angle sur les montants ; assemblage des traverses diagonales, des traverses horizontales sur un des demi-supports, puis sur le deuxième demi-support ; assemblage de la traverse basse, de l'écharpe arrière ; mise en place et fixation des contreponds puis des capteurs *Capsolair*.

(1) Pour tout renseignement sur cette procédure d'Avis Technique, prendre contact avec Julien Pirriou au sein du CSTB de Champs-sur-Marne.

de ventilation. Dans le second cas, les menuiseries supportent un triple vitrage : l'air neuf suit un parcours de haut en bas puis de bas en haut qui lui permet de capter le rayonnement solaire.

## Premier capteur à air sous Avis Technique

Dans les années 1990 et 2000, les recherches en matière de murs Trombe-Michel et de systèmes parietodynamiques s'ouvrent aux nouvelles possibilités offertes par les isolants translucides (complexes de plaques composites) ou les matériaux à changement de phase. La récupération énergétique des ouvrages affiche une performance renforcée. Mais la stabilité et la durabilité restent encore à définir. La nécessité de concevoir des bâtiments passifs conduit en plus à enrichir le champ des solutions constructives. L'air réchauffé par le soleil est parfois injecté dans des réseaux aérauliques intégrés aux parois, sous forme de murs chauffants ou de planchers type « hypocauste ». Parallèlement, quelques industriels se positionnent sur le créneau des capteurs solaires à air. La technologie est aujourd'hui couverte par la procédure de l'Avis Technique (ATec), sous l'égide du CSTB (1). Le premier ATec a été publié en octobre 2009 (n° 14/09-1484) : il concerne le système *Capsolair* de la société Dani Alu. Jusque-là, cet industriel de la région lyonnaise était connu pour ses composants d'étanchéité et de sécurité pour balcons, façades, toitures-terrasses, piscines, parkings et ponts. Avec une constante de matériau : la fabrication fait systématiquement appel à l'aluminium.

L'entreprise s'est orientée vers le solaire avec la volonté d'élargir le champ d'application de son savoir-faire industriel. Les premières versions de son capteur sortent en 2005. Elles sont notamment testées sur un bâtiment de l'IUT Saint-Jérôme à Marseille. La commercialisation débute en 2007, dans un marché encore très peu demandeur. À ce jour, seulement une demi-douzaine d'installations sont référencées. L'une d'entre elles équipe le siège de la société, une autre est en cours d'expérimentation chez une grande marque de la ventilation, un architecte a aussi équipé sa propre maison. Le système peut aussi être mis en œuvre sur du logement collectif, du tertiaire ou des halls à vocation industrielle.

## Des panneaux plans vitrés

L'ATec de *Capsolair* vise uniquement les applications en pose dite « indépendante sur support », avec implantation soit sur toiture-terrasse (ou au sol), soit en couverture en pente. Dans le premier cas, l'inclinaison de l'ossature support est fixée à 45°, dans le second, la mise en œuvre doit s'effectuer parallèlement à la couverture. Pour préserver le rendement, il est recommandé de ne pas descendre en dessous d'une pente de 30°. Bien entendu, dans tous les cas, il faut privilégier l'orientation sud et veiller aux masques d'ensoleillement. Le procédé est sur la Liste Verte de la C2P (Commission Prévention Produits mis en œuvre) de l'AQC. Le capteur offre une surface utile de 2 m<sup>2</sup>, pour un encombrement d'environ 2 m x 1 m. Le coffre est composé d'aluminium : cadre en profilés extrudés, fond avec deux tôles



séparées par une couche de 25 mm en laine minérale. Ce panneau sandwich supporte des ailettes en forme de V conçues pour canaliser la circulation d'air. Doté d'un revêtement intérieur sombre, il assure une fonction d'absorbeur. D'une épaisseur totale de 9 cm, l'ensemble est assemblé par vissage et parcolles avec vitre de couverture en verre trempé de 4 mm. Il pèse 55 kg et autorise un débit moyen de 130 m<sup>3</sup>/h. Le panneau de fond est percé de deux orifices de 125 mm de diamètre, en parties haute et basse, destinés à être raccordés aux conduits aérauliques. L'air froid pénètre par le haut, tandis que l'air chaud est évacué par le bas. Les capteurs sont posés dans le sens de la hauteur et raccordés en parallèle. Ils sont utilisés en complément d'une ventilation mécanique contrôlée (VMC), soit en préchauffage d'air neuf, soit en recyclage de l'air ambiant. Dans ce dernier cas, leur usage est toutefois exclu en cas de VMC gaz ou hygro-gaz (évacuation simultanée de gaz de combustion), voire même d'une VMC hygroréglable avec entrées d'air hygroréglables.

Les capteurs sont livrés sans système de ventilation. L'ATEc stipule que l'installation doit prévenir l'encrassement par des filtres. Il faut également que la régulation impose un cycle de séchage en présence de condensation. L'entreprise est en train de préparer un dossier d'agrément pour permettre la valorisation de son produit dans le cadre du titre V de la RT 2005 (voir encadré ci-dessous). Elle envisage également les conditions techniques nécessaires à une mise en œuvre incorporée à l'enveloppe des bâtiments.

## Du chauffe-air au chauffe-eau solaire

Autre exemple de capteur vitré, la gamme de Grammer Solar, qui fait figure d'offre à la fois la plus complète et la plus ancienne. En effet, cette société d'origine allemande revendique dans ce domaine une expérience d'environ trente ans. Elle propose trois technologies : *TopSolar*, *TwinSolar* et *JumboSolar*. Si les coffres sont fabriqués en acier galvanisé, tous intègrent un absorbeur laminaire en aluminium isolé en face arrière par 50 mm de laine minérale et recouvert d'un parement en verre trempé de 4 mm.

Trois surfaces de capteurs sont proposées (1,3 m<sup>2</sup>, 2 m<sup>2</sup> et 2,5 m<sup>2</sup>), en deux épaisseurs (13,5 et 17,5 cm), avec un poids qui varie entre 40 et 80 kg. Le plus petit modèle est disponible en version autonome pour préchauffage d'air neuf, avec filtration et ventilateur incorporé alimenté par une cellule photovoltaïque



supportée par le vitrage. Cette technologie est plus particulièrement valorisée sur le marché du résidentiel secondaire : elle garantit la ventilation et la mise hors-gel des maisons de campagne, bungalows de bord de mer ou chalets de montagne. En été, il est même possible d'apporter une surventilation nocturne pour rafraîchissement.

Contrairement au système *Capsolair*, les capteurs sont conçus pour être raccordés en série, sans conduite aéraulique extérieure apparente, avec pose bout à bout sur un ou deux rangs dans le sens de la largeur. Ils peuvent être implantés en toiture ou en façade. Le fabricant commercialise des ventilateurs et accessoires de régulation adaptés à ses capteurs. Cette conception modulaire et sous forme de « kits pré-dimensionnés »

**Photo Grammer Solar :**  
Chauffe-air solaire autonome, alimenté par cellule photovoltaïque, composé de trois capteurs raccordés en série.

## LES FENÊTRES PARIÉODYNAMIQUES VALORISÉES PAR LA RT 2005

Dans la RT 2005, définie par l'arrêté du 24 mai 2006, le titre V envisage les « cas particuliers ». Il prévoit de pouvoir prendre en compte une technologie qui n'est pas intégrée – à l'origine – dans la méthode de calcul Th-C-E. Procédure à suivre : il faut déposer une demande d'agrément avec justification de l'utilisation du système envisagé auprès d'une commission d'experts organisée sous l'égide des pouvoirs publics. L'annexe V de cet

arrêté fixe le contenu du dossier de demande : descriptif du procédé à valoriser, partie du code de calcul qu'il convient d'adapter, proposition d'une méthode spécifique... Depuis la publication de l'arrêté du 11 septembre 2009 au JO du 16 octobre 2009, il est désormais possible de prendre en compte les gains énergétiques procurés par les fenêtres pariéodynamiques. Les apports solaires sont rapportés à une augmentation du facteur

solaire des menuiseries par rapport aux fenêtres classiques. Rappelons que ce facteur mesure la somme des flux d'énergie qui entrent dans un local au travers d'un vitrage, directement ou par rayonnement du verre. Pour chaque ouvrant, le terme correcteur est estimé selon la technologie pariéodynamique à partir du débit moyen d'entrée d'air.



Illustration et photos SolarWall

**Schéma de gauche :**

Principe d'un mur solaire avec bardage métallique utilisé pour préchauffer l'air neuf de ventilation.

**Photo du centre haut :**

Tôle microperforée à fonction d'absorbant et d'entrée d'air dans le bardage solaire.

**Photo du centre bas :**

Implantation en toiture-terrasse de capteurs à parement en tôle microperforée.

**Photo de droite :**

Les bardages solaires métalliques peuvent servir de support à des panneaux photovoltaïques pour constituer des capteurs hybrides.

permet d'ajuster facilement le nombre de panneaux à la taille du bâtiment. Il est ainsi possible de traiter des immeubles de logement collectif, des halls à usage tertiaire ou industriel, tant en préchauffage d'air neuf qu'en recyclage d'air ambiant. En revanche, les conduites et accessoires de réseau aéraulique doivent être recherchés chez d'autres fournisseurs. La société propose en plus un caisson avec batterie d'échange air/eau. Raccordé à un ballon accumulateur, le système permet de pouvoir exploiter en été les panneaux – avec fonctionnement en mode recyclage de l'air extérieur – pour produire de l'eau chaude sanitaire.

## Bardage métallique microperforé

Parallèlement à cette première catégorie de capteurs à air, on assiste à l'émergence d'une technologie à la fois complémentaire et concurrente : les panneaux solaires non vitrés. Dans ce domaine, l'offre la plus active est celle de la société SolarWall. Cette entreprise d'origine canadienne propose un système de bardage métallique ventilé fixé sur l'enveloppe par l'intermédiaire d'une ossature support. Destiné à être installé aussi bien en paroi verticale qu'en couverture, ce parement – de préférence de couleur sombre – joue un rôle d'absorbant solaire.

Il assure ainsi le préchauffage de l'air neuf insufflé dans le bâtiment. Avec une particularité : la surface de la tôle nervurée étant microperforée, l'air pénètre dans la lame d'air ventilée sur toute la surface couverte.

Proposé en une dizaine de coloris, le bardage est fabriqué en acier galvanisé dans une largeur standard d'environ 1 m. Coupé à la longueur utile, son profil est rythmé par des nervures étroites d'une profondeur de 32 mm. La surface, ainsi que l'épaisseur (entre 10 et 30 cm), sont dimensionnées en fonction des besoins d'aération et de chauffage. L'air neuf réchauffé est récupéré par un collecteur en tête de mur ou en partie haute du toit, puis dirigé vers un réseau aéraulique de distribution avec caisson de ventilation incorporant un appoint éventuel.

Le système *SolarWall* s'installe aussi bien en construction neuve qu'en réhabilitation. Il est d'abord destiné au marché des bâtiments de grand volume : hangars agricoles, halls à usage industriel ou tertiaire. Mais il peut aussi être déployé en logement collectif, notamment sur les immeubles tours. Alternative en toiture-terrasse, la solution *SolarDuct* : un capteur solaire à air doté d'une section triangulaire, où la tôle microperforée est posée inclinée à 45°.

*Lire la suite de l'article à la page 56*

## COUPLAGE DE POMPES À CHALEUR AVEC CAPTEURS À AIR

Les pompes à chaleur aérothermiques puisent les calories dans l'air l'extérieur. Pour augmenter la performance des machines thermodynamiques, il est possible de raccorder leur échangeur extérieur sur un circuit aéraulique alimenté en air réchauffé par des capteurs solaires. Cette solution est notamment expérimentée par les sociétés Enerconcept et Systaic. De son côté, l'entreprise allemande Consolar développe le principe d'un « centre multi-énergie »

à haute technologie. Appelé Solaera, cet équipement associe plusieurs composants : des capteurs solaires mixtes (eau et air), un ballon producteur d'eau chaude sanitaire et de chauffage, une pompe à chaleur eau/eau, ainsi qu'un ballon accumulateur de chaleur latente. En journée ensoleillée, l'installation fonctionne comme un circuit solaire classique. L'éventuel surplus d'eau chaude alimente l'accumulateur à chaleur latente. D'une capacité de

320 litres, ce réservoir équivaut à un stockage d'eau de 2500 litres. La nuit, ou par temps couvert, un ventilateur insufflé de l'air ambiant dans le capteur solaire. Cette circulation aéraulique inversée, par rapport à un usage classique, sert de source chaude à la pompe à chaleur qui – si cela ne suffit pas – peut également puiser des calories dans l'accumulateur à chaleur latente. D'après le fabricant, le solaire peut ainsi couvrir 85 % des besoins thermiques.



## Liste de capteurs solaires à air avec origine et principales caractéristiques

Marque	Pays d'origine	Modèle	Type	Caractéristiques
► Air Technique Franco-Suisse	France	Solar-Airtherm	Vitré	Vitrage en matériau de synthèse Chauffage aéraulique complet
► Cansolar	Canada	Solar Max	Vitré	Vitrage en matériau de synthèse Absorbeur en canettes d'aluminium
► Consolar	Allemagne	Solaera	Vitré	Couplage avec pompe à chaleur
► CSE	Canada	SunAir	Vitré	Parement en double vitrage
► Dani Alu (1)	France	Capsolar	Vitré	Vitrage simple en verre trempé Capteurs raccordés en parallèle
► Enerconcept	Canada	Unitair Luba Solar	Non vitré	Bardage métallique plein Version pour toiture-terrasse
► Grammer Solar	Allemagne	Topsolar Twinsolar Jumbosolar	Vitré	Vitrage simple en verre trempé Chauffe-air solaire autonome Capteurs raccordés en série
► Kingspan	Grande Bretagne	EnergiPanel	Non vitré	Bardage métallique plein Pose en mur ou en toiture
► Matrix Energy	Canada	MatrixAir	Non vitré	Bardage métallique microperforé
► MC2 Énergie	Canada	Esolair	Vitré	Vitrage simple en verre trempé
► Murox	Canada	MTV	Non vitré	Bardage métallique plein Système constructif complet
► Opaly	France	ActiveSkin	Vitré	Vitrage en matériau de synthèse Système de mur solaire
► Puren	Allemagne	Bomatherm	Vitré	Vitrage en matériau de synthèse Pose en toiture inclinée
► Solarsheat	Canada	Solarsheat	Vitré	Vitrage simple en verre trempé Chauffe-air solaire autonome
► Solarventi	Danemark	Gamme SV	Vitré	Vitrage en matériau de synthèse Chauffe-air solaire autonome
► Solarwall (1)	Canada	SolarWall SolarDuct	Non vitré	Bardage métallique microperforé Version pour toiture-terrasse
► Systaic	Allemagne	Collecteur d'air chaud	Vitré	Toiture photovoltaïque et thermique Couplage avec pompe à chaleur

(1) Produits sous Avis Technique ou en cours d'instruction.

### Attention!

Il est recommandé d'utiliser des produits et/ou procédés sous Avis Technique (ATec) et figurant sur la Liste Verte de la Commission Prévention Produits mis en œuvre (C2P) de l'AQC. Dans le cas contraire, le constructeur ou le prescripteur doit se rapprocher de son assureur, pour connaître les conditions complémentaires qu'il doit éventuellement remplir pour être couvert.

■ Pour connaître les produits sous ATec : [www.cstb.fr](http://www.cstb.fr).

■ Pour connaître les ATec figurant sur la Liste Verte : [www.qualiteconstruction.com](http://www.qualiteconstruction.com), rubriques « La Prévention Produits (C2P) » puis « Liste Verte ».

## Large utilisation des vitrages en matériau de synthèse

Les capteurs solaires à air se signalent par une grande diversité de parements extérieurs : bardages métalliques pleins ou microperforés, vitrages en verre simple trempé, doubles vitrages, couvertures transparentes – ou simplement translucides – en matériau de synthèse. Ces derniers sont largement présents dans les produits commercialisés :

- le système **Solar-Airtherm** d'Air Technique Franco-Suisse. Basée à Habsheim, près de Mulhouse, à proximité des frontières suisse et allemande, cette entreprise conçoit et fabrique depuis une trentaine d'années des systèmes de chauffage aéraulique. Les émetteurs se présentent sous la forme de tubes rayonnants dans lesquels circulent de l'air surchauffé. Marchés visés en priorité : les gymnases et salles de sport, les salles polyvalentes, les halls commerciaux, ainsi que les bâtiments industriels de grand volume. Depuis plus de cinq ans, elle développe sa propre technologie de capteurs solaires : des coffres métalliques couverts par un vitrage de synthèse, qui permettent de préchauffer l'air neuf de ventilation ;

- la série **Solar Max** de Cansolair (voir photo ci-dessus). D'une surface de 2,6 m<sup>2</sup>, ce capteur d'origine canadienne est plus particulièrement conçu pour le marché de la maison individuelle. Équipé d'un ventilateur de 40 W et commandé par un thermostat, il est conçu pour recycler et réchauffer l'air intérieur. Couvert par une plaque de polycarbonate incurvée, son absorbeur présente l'originalité d'être constitué par 15 colonnes de 16 canettes



Photo Cansolair : Capteur canadien avec vitrage courbe en polycarbonate et absorbeur composé d'un assemblage de canettes en aluminium.

en aluminium habituellement utilisées pour contenir une boisson. Détournées de leur usage, elles sont percées et assemblées pour permettre la circulation de l'air ;

- la technologie **ActiveSkin** d'Opaly. La très jeune société Opaly, implantée sur le territoire de Belfort, a élaboré une technologie de façade solaire pour les bâtiments commerciaux ou industriels. La structure est assurée par une ossature métallique avec bardage isolé. L'absorbeur noir est couvert par un vitrage en polycarbonate. Particularité du procédé : la lame d'air ventilée incorpore un film textile perforé, traité

par impression numérique, à fonction informative et/ou décorative ;

- la gamme **SV de Solarventi**. Spécialisé dans le solaire depuis 1981, le fabricant danois commercialise une gamme complète de chauffe-air autonomes pour maisons individuelles ou locaux de 20 à 150 m<sup>2</sup>, voire plus. Le cadre en aluminium supporte une plaque arrière perforée par laquelle pénètre l'air neuf. Le ventilateur est alimenté par une cellule photovoltaïque incorporée dans la lame d'air, entre l'absorbeur noir et le vitrage en polycarbonate. La gamme comporte un capteur hybride capable de produire de l'eau chaude sanitaire ;

- le système **Bomatherm** de Puren. D'origine allemande, l'entreprise spécialisée dans les panneaux isolants a présenté en 2007 un système de capteur solaire à air destiné à être incorporé dans une toiture en pente. L'air neuf est introduit en bas de la couverture. Il est préchauffé en parcourant des profilés creux en polycarbonate.



**À noter :** le bardage peut lui-même servir de support à des panneaux photovoltaïques, pour constituer ainsi des capteurs hybrides à productions thermique et électrique simultanées. L'efficacité du SolarWall est préservée. D'une part, les cellules photoélectriques dégagent de la chaleur sur leur partie arrière. D'autre part, en reposant sur la tête des nervures, elles respectent la porosité et ventilation du système. SolarWall commence seulement à se constituer une liste de références : bureaux, gymnases, centre de tri postal... La filiale française, en phase de développement depuis un an, annonce qu'elle aura prochainement des bâtiments équipés à faire visiter. Un dossier de demande d'Avis Technique est en cours d'instruction au CSTB. Il est d'ailleurs prévu que le Costic instrumente et suive l'exploitation des premières installations. En Amérique du Nord, la performance du système a déjà été établie par des organismes indépendants : le National renewable energy laboratory (NREL) du département de l'Énergie des États-Unis et le centre technologique de Ressources naturelles Canada (RNCAN). Ce dernier a même élaboré des outils logiciels qui permettent de simuler le fonctionnement et l'apport des capteurs solaires à air. L'augmentation de température de l'air neuf peut aller jusqu'à 30 °C, selon l'ensoleillement et le débit de ventilation. Gains sur la consommation d'énergie : de 15 à 50 %, en fonction de la conception du bâtiment, avec des temps de retours sur investissements compris entre deux et sept ans. Une rentabilité qui est calculée

hors subventions éventuelles... Des négociations devraient intervenir, au niveau de l'Ademe, afin d'envisager les possibilités d'aides accessibles aux capteurs solaires à air

## Autres capteurs non vitrés

Sur le marché canadien, SolarWall est aujourd'hui concurrencé par au moins trois autres procédés d'origine nord-américaine : *Unitair* de la société Enerconcept, *MatrixAir* de l'entreprise Matrix Energy et *MTV* (pour « mur thermique ventilé ») de la division Murox du groupe Canam spécialisée dans la construction métallique. Toutefois, seul le système *MatrixAir* adopte le principe de la tôle microperforée. Les deux autres bardages métalliques sont pleins : l'entrée d'air neufs s'effectue tout simplement en partie basse du mur ou de la toiture solaire.

En Europe, le groupe d'origine irlandaise Kingspan s'est depuis peu positionné sur le marché. Cet industriel fabrique des panneaux sandwichs isolants avec parement en tôle d'acier collée sur une mousse rigide PIR, matériau proche du polyuréthane. Il propose un produit adapté : le modèle *EnergiPanel* à nervures évidées, c'est-à-dire non remplies par l'isolation. Ces vides constituent autant de gaines verticales dans lesquelles l'air neuf est admis, monte et s'échauffe. Pour l'instant, la technologie n'a pas encore trouvé d'application en France. ■

Alain Sartre