© CD92/Olivier Ravoire

01

ÉNERGIE

Les façades « actives » se font une place au soleil

Encore limitée aux projets emblématiques, la mise en œuvre de procédés de production d'énergie en façade pourrait bénéficier de la RE 2020 pour se développer. Les industriels proposent une offre de plus en plus variée qui utilise le soleil pour produire de l'électricité, de l'eau chaude sanitaire ou encore chauffer l'air intérieur. **ADELINE DIONISI**

Accroître le potentiel de production d'énergie de l'enveloppe du bâtiment. Tel sera l'enjeu pour les acteurs de la construction d'ici 2020, afin de répondre aux exigences de la future Réglementation environnementale (RE). Cette dernière devrait en effet valider, dans le neuf, la généralisation des bâtiments à énergie positive (Bepos). Ce qui signifie concrètement qu'ils devront produire plus d'énergie qu'ils n'en consomment pour leur fonctionnement. Contrairement aux exigences de la RT 2012, une forte isolation associée à des équipements de ventilation ou de climatisation performants ne suffira plus. Le recours à une source de production d'énergie renouvelable deviendra un passage obligé. L'idée n'est pas nouvelle comme le montre le recours de plus en plus fréquent à la mise en œuvre de panneaux photovoltaïques en toiture. Pour autant, il semble que leur production restera encore souvent insuffisante pour répondre aux exigences d'un bâtiment Bepos.

Le lancement en 2013 par l'association Effinergie du label Bepos Effinergie (qui impose déjà la production d'énergie renouvelable) puis celui de l'expérimentation E+C- en 2016 ont permis d'évaluer l'efficacité de différentes solutions constructives pour atteindre les niveaux exigés. TBC Innovations, société de conseil et d'études spécialisée dans l'innovation pour le bâtiment, a publié en juin 2017, l'analyse d'un cas d'étude en maison individuelle. Il en ressort que pour obte-

01
La Seine musicale à Boulogne-Billancourt présente une structure métallique porteuse de panneaux photovoltaïques qui tourne pour suivre la course du soleil.

02 Pour en améliorer l'esthétique, les panneaux photovoltaïques CS Wismar présentent 32 cellules (contre 60 habituellement) afin de leur offrir plus de transparence.

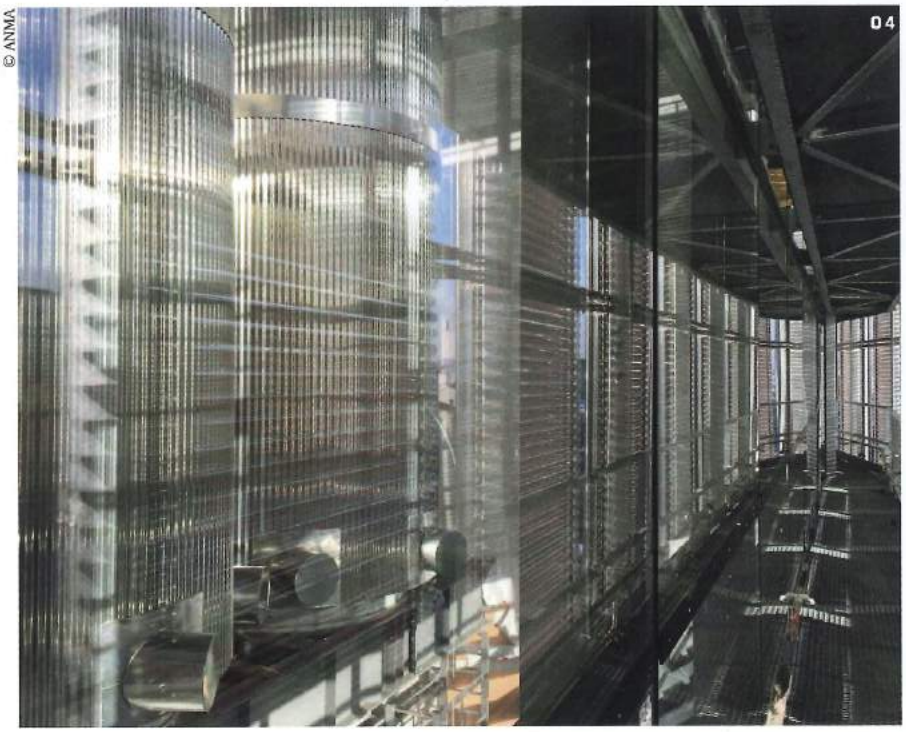
03 L'air de ventilation produit par le procédé Solarwall peut représenter jusqu'à 50 % des besoins de chauffage d'un bâtiment.

nir un bilan Bepos nul, conforme à la définition d'un bâtiment à énergie positive, l'ouvrage doit intégrer, en toiture, une surface de 52 m² de panneaux photovoltaïques orientés vers le sud. Mais, comme le précisent les auteurs du document, *« cette surface est supérieure aux 30 m² disponibles sur la pente sud de la toiture »*. Cette problématique serait assez fréquente. Pour Carlos Piles, directeur Europe de Ductal (béton fibré à ultra-hautes performances BFUP), technologie du groupe LafargeHolcim, *« la production d'électricité de panneaux photovoltaïques installés en toiture reste limitée par des surfaces souvent insuffisantes par rapport aux consommations. Or, l'enveloppe d'un bâtiment offre d'autres opportunités pour la production d'énergie encore pas ou peu exploitées : les façades »*.

UNE OFFRE DE PLUS EN PLUS VARIÉE

Sur quelles solutions peuvent alors compter les professionnels pour permettre à ces façades de participer à cette production ? En matière de procédés disponibles, les panneaux photovoltaïques fixés sur une ossature liaisonnée au support restent la solution la plus connue, notamment grâce à des complexes pour toiture déjà éprouvés et validés. Des bâtiments emblématiques récents les affichent fièrement comme le Palais de justice de Paris (Renzo Piano Building Workshop), la Seine musicale sur l'Île Séguin (Shigeru Ban et Jean de Gastines) à Boulogne Billancourt (92) ou la métropole Rouen-Normandie (Jacques Ferrier). Une belle vitrine pour ces enveloppes dites « actives » à qui l'on reproche souvent leur manque d'esthétisme.

Pour séduire les architectes, les fabricants élargissent leurs offres. Certains, comme Solarcentury, proposent des panneaux verticaux ou à redents, donc mieux exposés au soleil. *« Nous avons développé un module composé de 32 cellules au lieu des 60 habituelles qui permet au panneau d'être plus transparent tout en conservant des performances encore satisfaisantes »*, explique quant à lui David Vauchel directeur technique pour le fabricant de modules photovoltaïques CS Wismar. L'entreprise Sunpartner technologies produit un système à base de cellules CIGS baptisé Wysips Caméléon (cuivre, indium, galium et sélénium déposés en couches successives sur un substrat verrier) »»


© ANMA

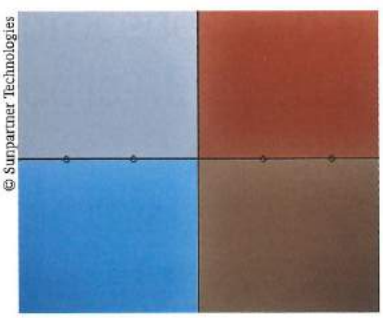
04 Le procédé mis en œuvre en façade de la maison de l'Île-de-France peut s'apparenter à un système de chauffe-eau utilisant l'énergie solaire.

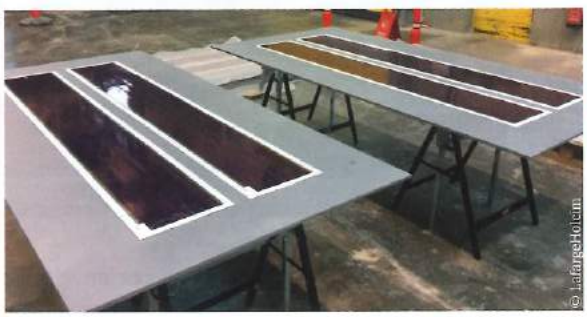
»» qui se décline en une douzaine de coloris différents. Les reproductions de dessins et de photos sont également possibles. « *L'arrivée de produits colorés va sûrement jouer en faveur du développement de ces procédés, tout comme l'autoconsommation car aujourd'hui la question du rachat de l'électricité par un fournisseur d'énergie n'est pas toujours évidente* », explique Cyril Trétout, architecte au sein de l'agence ANMA.

CHAUFFAGE DE L'AIR ET DE L'EAU

Le photovoltaïque n'est pas seul sur le marché. D'autres solutions proposent non pas de produire de l'électricité mais de se substituer au système de chauffage de l'air ou de l'eau *(voir encadrés)*. « *Le choix du procédé dépend des consommations effectives des ouvrages,* explique Cyril Trétout. *Par exemple, dans un bâtiment de logements, l'eau chaude sanitaire peut constituer un poste de consommation plus important que l'électricité. C'est le cas pour la maison de l'Île-de-France à Paris qui accueille des étudiants et des chercheurs étrangers. Nous avons donc privilégié la mise en œuvre d'un système qui s'apparenterait à un grand chauffe-eau en façades.* » Pour les ouvrages nécessitant de

Variations autour du bardage photovoltaïque


© Sunpartner Technologies


© LafargeHolcim

© CS Wismar

Rapporter des cellules photovoltaïques en façade ne veut plus forcément dire recouvrir son mur de panneaux bleus et massifs. Si pour certains architectes, les intégrer ainsi dans l'esthétique de leur projet est un vrai parti pris, pour d'autres, l'opération devient beaucoup plus contraignante. L'arrivée sur le marché de nouveaux produits pourrait assouplir les points de vue.

Aujourd'hui, les bardages photovoltaïques en éléments verriers font dans la couleur comme le Wysips Caméléon de chez Sunpartner technologies. « *Le système n'a pas recours au silicium cristallin mais à des couches très minces d'un mélange de cuivre, indium, galium et sélénium prises en sandwich entre deux éléments verriers* », explique Laurent Petit, directeur des ventes et du marketing pour l'industriel. Ce sont eux qui vont recevoir les encres colorées. Ils peuvent également être découpés. Ils sont ensuite clipsés sur des ossatures rapportées sur le support avec ou sans isolation thermique par l'extérieur. Les modules sont connectés les uns aux autres jusqu'au tableau électrique. La production varie de 70 à 120 W crête par m².

Le groupe LafargeHolcim, quant à lui, va lancer l'été prochain en France son nouveau produit développé avec l'entreprise Heliatek, fabricant de films photovoltaïques. « *Notre idée était d'intégrer les panneaux photovoltaïques dans le système de fabrication de nos parements en BFUP Ductal,* explique Carlos Piles directeur Europe de Ductal. *Le procédé photovoltaïque devait donc être le plus léger possible. Il pèse ici moins de 1 kg/m² et peut être décliné en bleu, en noir, en vert...* » Tous les films sont connectés directement au système électrique. Techniquement, le produit se pose comme un bardage minéral classique sur ossature métallique ou bois.

Il est également compatible avec une isolation thermique par l'extérieur. Dernier exemple : convaincu par l'architecte en charge de la conception de la nouvelle Maison des services publics de Miramas (13), le fabricant CS Wismar a conçu des modules photovoltaïques bi-verre à 54, 48 et même 32 cellules pour gagner en transparence. Jusqu'à 50 % de la surface peut laisser passer la lumière.

fortes consommations de chauffage, un procédé de traitement d'air par ventilation des locaux comme SolarWall (développé par SolarWall Europe SARL en partenariat avec ArcelorMittal) peut également être intéressant. Le principe : l'injection dans le bâtiment d'un air extérieur préalablement préchauffé dans la lame d'air d'un bardage en acier microperforé.

« *Aujourd'hui, l'installation de ces systèmes en façade relève presque systématiquement de l'expérimentation*, souligne Cyril Trétout. *Des techniques courantes sont détournées de leur usage premier pour créer des bâtiments prototypes.* » Résultat, les Avis techniques se font rares dans le secteur. Seul SolarWall dispose du sien depuis 2010, mis à jour en juin 2017. Celui du Ductal/Heliatek (parement en BFUP intégrant un film photovoltaïque, *voir encadré*) est en cours. Sinon, la validation se fait au cas par cas, grâce à la procédure de l'Atex ou par validation du bureau de contrôle. Proches dans leur conception des systèmes classiques de bardage rapporté ventilé, leur mise en œuvre est confiée à des entreprises de bardage, en charge du lot façade. Ils sont, pour la plupart d'entre eux, compatibles avec une isolation thermique par l'extérieur et peuvent être posés sur tout type de support : béton, acier et bois, dans le neuf comme en rénovation.

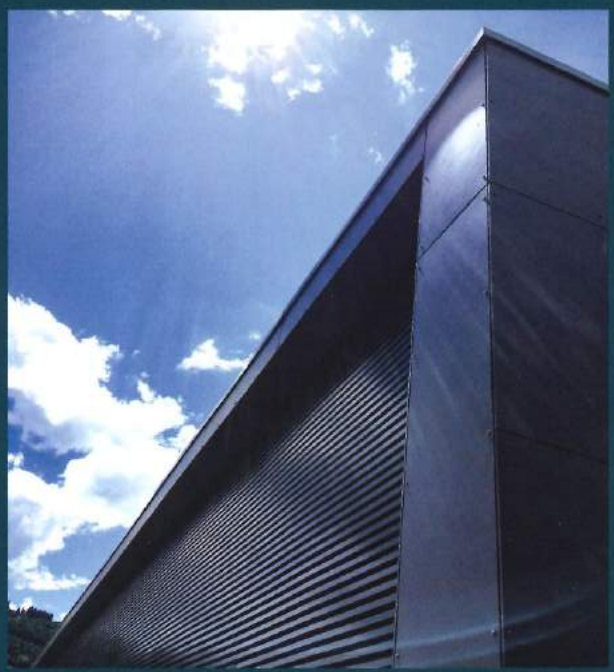
CONTRAINTES À PRÉVOIR

Pour définir les besoins du bâtiment et garantir un rendement maximum des systèmes, une étude préalable complète s'avère indispensable. Le bilan énergétique du bâtiment permet de choisir quel procédé privilégier. L'analyse de son orientation, de sa surface et de sa localisation géographique permet d'affiner le choix du produit ainsi que son implantation sur la façade. Une opération qui doit être effectuée le plus en amont possible du projet. « *Il faut une adhésion totale de tous les acteurs, de la maîtrise d'ouvrage et de la maîtrise d'œuvre mais également des entreprises. Chacun doit disposer des mêmes niveaux d'information et les intégrer dans ses travaux. On évite ainsi les incompréhensions et les erreurs qui peuvent porter préjudice au projet* », précise Myriem Guedouar, chef de projet pour le bureau d'études VS-A. Chez SolarWall Europe SARL, chaque projet fait l'objet d'une étude de faisabilité en fonction du type d'ouvrage, de ses besoins, de l'environnement, de l'orientation. « *À partir de ces éléments, nous dimensionnons le système, tant en termes de surface que d'épaisseur de la lame d'air* », précise Ross Casey, directeur de l'ingénierie chez Conserval Engineering, société mère de SolarWall Europe SARL. »»

LAUDE
Spécialiste de l'enveloppe du bâtiment
FAÇADE – PLIAGE – NÉGOCE

VENTELLE TROPIQUE EN ACIER PRÉLAQUÉ

Brise-soleil
Ventilation
Habillage façade



- Délai de fabrication : de 1 à 2 semaines
- Plus de 50 teintes RAL en stock
- Temps de pose réduit (un seul poseur jusqu'à 4 m)
- Entraxe de lame variable / 3 pas standards

Votre partenaire
facade & pliage
102, route de Paris – 31150 Fenouillet
Tél. : 05 62 75 92 20 – mail@laude.fr

www.laude.fr

Trois questions à Cyril Trétout, architecte associé de l'agence ANMA, concepteur de la maison de l'Île-de-France à Paris

BARDAGE.INFO *Vous avez conçu la maison de l'Île-de-France à Paris. Elle présente en façade sud un système original de chauffage de l'eau. Pourriez-vous nous expliquer ce projet ?*

CYRIL TRÉTOUT Je garde toujours à l'esprit qu'un bâtiment est composé de quatre façades, avec chacune son orientation, sa vue, son environnement. Elles doivent donc être traitées avec leurs particularités. Pour la maison de l'Île-de-France, il nous fallait respecter en plus des performances énergétiques de niveau « zéro énergie » (Zen). Nous en sommes vite arrivés à la conclusion que nous devions exploiter au maximum l'énergie solaire. L'enveloppe du bâtiment peut rendre ce service, notamment en zone dense comme Paris. Nous avons pensé notre projet selon deux axes. Son orientation d'abord. Sa façade sud fait face au périphérique. La percer de baies n'était pas envisageable. De plus, en tant qu'immeuble de logements, le poste eau chaude sanitaire allait être important, peut-être même plus que l'électricité. Fort de ces deux constats, nous avons décidé d'installer au sud, un système de production et de stockage de cette eau chaude. Nous avons pensé la forme triangulaire du bâtiment dans cet objectif afin notamment de déployer la plus grande surface de façade possible au sud.

B.I. *Comment fonctionne ce système ?*

C.T. Des tubes solaires thermiques sont rapportés sur la façade par une ossature métallique et captent l'énergie solaire. Celle-ci chauffe l'eau stockée dans deux énormes cuves disposées à l'intérieur. Elles mesurent six étages de haut et leurs 78 m³ leur offrent une capacité totale de 156 000 litres redistribués dans l'immeuble. Le système fonctionne depuis un an et les premiers retours sont bons. Seuls quelques réglages ont été nécessaires.

B.I. *Pourquoi avoir fait le choix de rendre visible ces cuves ?*

C.T. En plus du système de chauffage de l'eau, nous avons également fait installer en toiture des panneaux photovoltaïques. Il était important pour nous de montrer que le bâtiment fonctionne en grande partie avec l'énergie solaire. Nous voulions afficher clairement notre parti pris et montrer que technique et architecture peuvent très bien avancer ensemble si elles sont chacunes prises en compte dès la genèse du projet. La maison de l'Île-de-France s'est parfaitement bien prêtée à l'exercice.

© ANMA

© LafargeHolcim

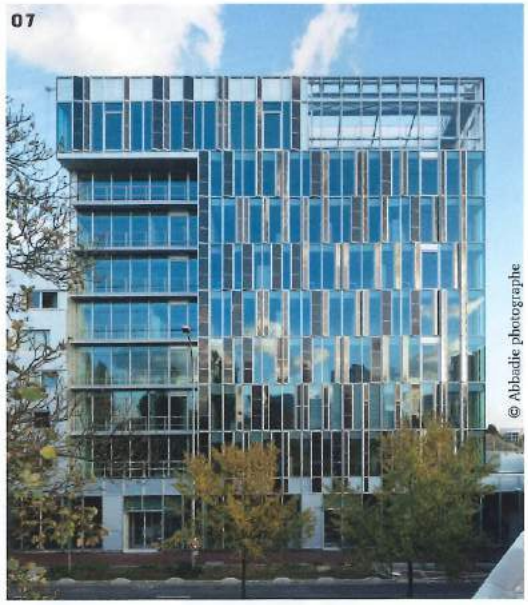
05 Le système développé par LafargeHolcim et Heliatek est entièrement préfabriqué et se pose comme un bardage en BFUP classique.

»» Les orientations optimales sont logiquement le sud, l'ouest et parfois l'est. L'intensité du rayonnement solaire sur la paroi, notamment si elle présente des ombres portées, doit également être prise en compte. Pour la pose d'un bardage photovoltaïque par exemple, « *lorsque l'ensoleillement est limité, il faut privilégier des produits fonctionnant en lumière diffuse pour obtenir des résultats satisfaisants* », souligne Myriem Guedouar. La couleur joue également. « *Plus il est foncé, plus le panneau sera productif* », explique Laurent Petit, directeur des ventes et du marketing de l'activité bâtiment de Sunpartner technologies. Les modules du fabricant affichent une puissance variant de 70 à 120 W crête par m² selon la teinte. Le système de chauffage de l'air SolarWall, lui, affiche sur le papier un apport variant de 1,5 à 3,5 GJ/m² d'énergie par an. « *Au cours d'une journée ensoleillée, la température dans le système peut faire augmenter la température de l'air entre 5°C et 40°C selon le débit. L'air de ventilation peut représenter jusqu'à 50 % des besoins de chauffage d'un bâtiment* », explique le site internet dédié au produit.

LE BÂTIMENT : UN OUVRAGE À CONSIDÉRER DANS SA GLOBALITÉ

Ces performances ne sont certes pas suffisantes pour conduire seules le bâtiment vers un équilibre consommation / production. Les procédés photovoltaïques posés verticalement par exemple, sont moins efficaces que leurs cousins de toiture car ils sont moins bien exposés au rayonnement solaire. Une façade « active » constitue néanmoins une source d'énergie non négligeable qui vient en

© Sunpartner Technologies


© Abbadie photographe

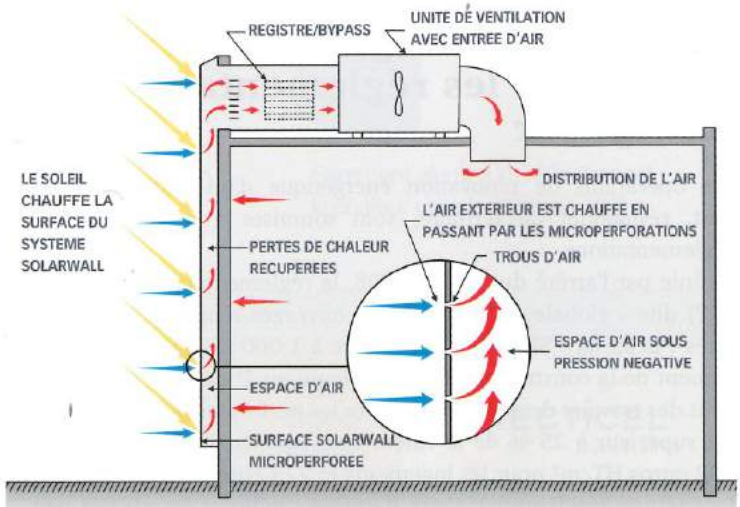
complément d'autres équipements. Ainsi, la labellisation Bepos de la maison de l'Île-de-France tient à son système de chauffe-eau solaire mais également aux 563 m² de panneaux photovoltaïques en toiture, à un éclairage aux LED, une épaisseur cumulée de 40 cm d'isolant en façade, des vitrages respirants et une ventilation double flux. Prise individuellement, aucune de ces dispositions constructives n'aurait été suffisante pour atteindre les niveaux exigés.

Encore peu connus à ce jour, ces procédés devraient être promis à un bel avenir. En tous cas, les industriels du secteur y croient. « *Si le marché reste encore confidentiel, ses perspectives de développement sont encourageantes* », constate David Vauchel. Pour preuve, la France sera le pays de lancement de la solution de films photovoltaïques intégrés à un parement de bardage en BFUP, développée par LafargeHolcim, via sa filiale Ductal, et le fabricant de films photovoltaïques Heliatek *(voir encadré)*. Une mise sur le marché prévue pour l'été 2019, en lien direct avec l'arrivée imminente de la Réglementation environnementale. ●

06 L'acronyme Wysips du produit développé par Sunpartner Technologies signifie « What you see is photovoltaic surface ».

07 La façade photovoltaïque sur des bureaux de l'OPH de Créteil est composée de 26 828 cellules produisant 116 kWc (BE façade : VS-A).

Un bardage dans le système de chauffage

SolarWall est un système de chauffage de l'air intégré au bâtiment qui utilise les radiations solaires, conçu par Conserval Engineering Inc (maison mère de SolarWall Europe SARL) en partenariat avec ArcelorMittal Construction. « *Il se présente comme un procédé de bardage rapporté constitué d'un parement en acier mircroperforé posé sur une ossature métallique* », explique Viviane Cardoen, directrice innovation et promotion chez ArcelorMittal Construction. Sauf que le parement est ici utilisé comme capteur de la chaleur du soleil. Grâce à sa forte conductivité thermique, il chauffe l'air qui a pénétré dans la lame d'air par les milliers de microperforations. *Via* un système de gaines, il rejoint ensuite l'unité de ventilation qui l'injecte enfin dans le bâtiment, à raison d'au minimum 18 m³/h/m² et au maximum 180 m³/h/m². « *La productivité du système dépend de beaucoup de paramètres tels que l'orientation, la surface disponible, le flux d'air neuf ou la longueur des gaines. Elle fait l'objet d'une étude spécifique à chaque projet* », souligne Ross Casey, responsable de l'ingénierie chez Conserval Engineering Inc.

Le système dispose d'un Avis technique depuis 2010, révisé en 2017. Il peut être mis en œuvre plus facilement sur des parois en béton ou un bardage métallique simple peau, mais a été configuré pour s'adapter à de nombreuses autres structures. Une version à deux étages existe également en Amérique du Nord mais elle n'est pas encore validée par un Avis Technique en France.