



ÉNERGIES RENOUVELABLES

RELANCER LE SOLAIRE THERMIQUE

TEXTE : PHILIPPE HEITZ
PHOTOS & ILLUSTRATIONS : GÉRARD CALVET/
ASI, ENERGY CONCEPT, ENERPLAN, PHILIPPE
HEITZ/AQC, LOGÉAL, J.-F. MOUSSEAU,
M. OLIVARD/QUALIT'ENR, SOLARPRÔD VILLE
DE MONTMÉLIAN, VIESSMANN

Face à la concurrence écrasante des pompes à chaleur et du bois-énergie, les installations solaires thermiques ont dégringolé depuis une décennie. Comment relancer la chaleur solaire ? État des lieux et perspectives d'une filière qui pourrait fortement contribuer à décarboner la chaleur du chauffage, de l'eau sanitaire et des process industriels.

Photo © Gérard Calvet - ASI

Installation solaire collective avec champ de capteurs vitrés plans sur châssis.

Il est important de le rappeler: selon la PPE2016, la Programmation pluriannuelle de l'énergie, la chaleur représente près de la moitié de la consommation finale d'énergie en France. 75 % de cette énergie est consommée dans le secteur résidentiel et tertiaire et 25 % dans l'industrie. Problème: 80 % de cette chaleur est produite par des sources non renouvelables. Le Haut Conseil pour le climat pointe dans son rapport annuel 2020 l'insuffisance de la réduction des Gaz à effet de serre (GES) pour permettre d'atteindre les budgets carbone actuels et futurs nécessités par l'urgence climatique. Analysant les effets potentiels sur la décennie de mesures de plans de reprise économique d'atténuation de la crise sanitaire, le Haut Conseil identifie l'installation de chauffage bas carbone dans les bâtiments comme pouvant avoir un effet majeur en « atténuation des émissions » et en « verrouillage d'investissements pro-SNBC » (1). Énergie sans émission de gaz ni de particules fines, la chaleur solaire est idéale pour la qualité de l'air comme pour la lutte contre le réchauffement climatique. Son efficacité et la durabilité de ses capteurs sont prouvées de longue date, comme en témoigne l'expérience de la ville de Montmélian qui, après démontage pour nettoyage, a reposé les mêmes 420 m² de capteurs plans d'un Ehpad mis en service en... 1991, il y a 30 ans (voir encadré ci-contre). Comment expliquer alors qu'après une belle envolée avec 250 000 m² de capteurs installés en métropole pour l'année 2008, le marché du solaire thermique se soit réduit à 50 000 m² de capteurs installés en 2018 (2)?

Une histoire mouvementée

La technologie de base du solaire thermique est connue depuis des décennies. Mais la simplicité du cumulus électrique, dont le coût de production de l'eau chaude sanitaire (ECS) est méconnu de l'usager – car noyé dans sa facture globale d'électricité –, a d'abord cantonné à un marché de niche les Chauffe-eau solaires individuels (CESI), les Systèmes solaires combinés ECS-chauffage (SSC) et les installations solaires thermiques collectives (STColl).

L'anticipation par les acteurs du bâtiment de la Réglementation thermique RT 2012, avec sa limite annoncée à 50 kWh/m².an de consommation d'énergie primaire pour les constructions neuves, a fait décoller le solaire thermique en milieu des années 2000 (3). L'installation des CESI et des SSC atteignait en 2008 leur pic respectif à 140 000 m² et 60 000 m² de capteurs installés. La croissance des installations en collectif était linéaire jusqu'en 2012, où elle atteignait un pic à 125 000 m² de capteurs installés. En 2020, le constat est amer pour les acteurs du solaire français. Deux études de l'Observ'ER constatent la décroissance continue du marché en métropole. En 2019, les installations de CESI ne comptaient que >>>

(1) Stratégie nationale bas carbone.

(2) Source Uniclîma.

(3) Limite RT 2012 pour les 5 usages conventionnels (chauffage, ECS, climatisation, éclairage, auxiliaires), modulée selon la zone géographique.

MONTMÉLIAN, VILLE SOLAIRE



1 Photo © Montmélian



2 Photo © Montmélian

▲ 1 Les 220 m² de capteurs thermiques plans vitrés des toits du centre nautique de Montmélian ont réduit la facture de gaz de 75 % dès 1985.

▲ 2 Posés il y a 30 ans, les 420 m² de panneaux solaires de l'Ehpad Saint-Antoine alimentent 3 000 m² de plancher solaire direct.

▶ 3 Couvert de panneaux solaires thermiques, l'immeuble Monmayeur est géré par l'Opac de Savoie.

▶ 4 Résidence pour jeunes travailleurs. Montmélian compte 1/2 m² de panneaux solaires thermiques et photovoltaïques par habitant.



3 Photo © Montmélian



Petite ville savoyarde de 4200 habitants proche de Chambéry, Montmélian est une ville pionnière du solaire, qui compte aujourd'hui 1/2 m² de panneau solaire par habitant ! Dès 1985, entraînée par Roger Rinchet, un maire aux idées d'avant-garde, la commune installait 220 m² de capteurs solaires thermiques sur les toits du centre nautique pour chauffer les bassins et les douches de la piscine en été et, complémentarité pertinente, pour produire toute l'année eau chaude et chauffage des douches, vestiaires et salles d'un stade attenant.

Avant l'installation des capteurs, la facture de gaz du centre équivalait à 36 600 € par an. Aujourd'hui, après deux séries de travaux d'amélioration du circuit hydraulique, de la régulation et du télé-suivi des performances, la facture de gaz est tombée à environ 10 000 €.

En 1991, Montmélian mettait en service dans l'Ehpad Saint-Antoine 3000 m² de plancher solaire direct, chauffé par 420 m² de capteurs en toiture.

En été, l'installation solaire, toujours fonctionnelle depuis 30 ans, assure la préparation de l'ECS de la maison de retraite et du Village des enfants (services petite enfance) à proximité. Gymnases, résidence de jeunes travailleurs, logements sociaux de l'Opac de Savoie, ateliers municipaux... : les toits et les façades sont équipés en solaire thermique et photovoltaïque au fil des années.

Labellisée Cit'ergie depuis 2007, Grand prix européen de l'urbanisme 2014 pour son projet d'éco-quartier solaire du Triangle Sud (800 logements) et lauréate du Prix Solar Heating & Cooling 2014

remis à Pékin par l'Agence internationale de l'énergie «pour 30 ans d'une politique remarquable dans le domaine du solaire thermique», la petite ville savoyarde a la reconnaissance internationale des experts. Comment une petite collectivité arrive-t-elle à de tels résultats ?

Réponse de Béatrice Santais, maire de Montmélian depuis 2008. «En 1984, le toit de la piscine était à refaire. Le maire Roger Rinchet, conscient dès la fin des années soixante-dix des problèmes de pollution et de raréfaction des énergies fossiles, y a vu une opportunité pour passer au solaire thermique. Le conseil municipal et les financeurs lui ont fait confiance au départ. Puis, ce qui a marché, c'est la démonstration que ça fonctionne bien. Résultat : moins 75 % sur la facture d'énergie de la piscine. Quand vous gagnez de l'argent, vous emportez la conviction des plus sceptiques. L'État a soutenu l'expérimentation via l'AFME (l'Agence française de la maîtrise de l'énergie, précurseuse de Ademe). Et les passionnés heureux de l'Asder, la réputée Association savoyarde de développement des énergies renouvelables, ont vraiment accompagné les élus. Pour construire dans la durée, ce qui marche c'est la continuité politique malgré les renouvellements d'équipe municipale.

La moitié des habitants de Montmélian habite des logements sociaux. Il y a beaucoup de familles fragiles économiquement, qui méritent beaucoup d'attention. L'Opac de Savoie, associé sur le volet solaire thermique pour l'eau chaude sanitaire, travaille sur la précarité

énergétique depuis 25 ans. Les nouveaux immeubles bénéficient du plancher solaire direct et de l'eau chaude solaire, ce qui réduit leurs factures. Un tiers des logements de l'Opac sont rénovés ainsi, avec une économie moyenne de 37 % sur le loyer. Le solaire thermique est la cerise sur le gâteau ! La communauté de communes du Pays de Montmélian et la ville apportent une aide à l'Opac de 3200 € par logement en rénovation globale, associant toujours énergie renouvelable et économie d'énergie.

Le PLU impose aujourd'hui que 50 % des besoins en énergie soient couverts par les énergies renouvelables, en privilégiant le solaire. Nous avons imaginé l'aménagement du Triangle Sud, un futur éco-quartier solaire dont 80 % des besoins en chaleur devront être couverts par le solaire. Nous avons marié les bureaux d'études pour vaincre leur scepticisme. Et l'UE a reconnu une toute petite ville car nous avons priorisé notre postulat de départ sur la chaleur renouvelable. Le projet commencera après le renouvellement urbain en cours. La ville vendra à des promoteurs un terrain chauffé, avec stockage intersaisonnier profond, sondes géothermiques, réseau de chaleur. Les promoteurs privés seront obligés au solaire par le PLU, mais ils savent qu'ils pourront vendre à des jeunes attirés par l'image solaire de l'éco-quartier.

Le solaire thermique, on le défend car c'est simple, pas si cher, ça fonctionne bien et de mieux en mieux. Grâce à ses 420 m² de capteurs, le plus grand toit solaire d'Europe en 1991, notre Ehpad est l'un des moins chers du département. » ■

▶ Voir la vidéo de Socol sur Montmélian la solaire : https://youtu.be/yCxECqg_MzI



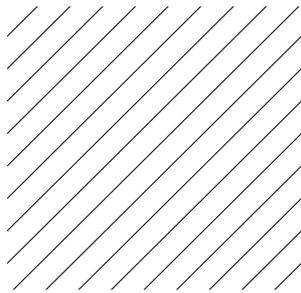
4 Photo © Montmélian

16800 nouveaux m², les SSC 3995 m² et les STColl 23150 m² [4]. Pour le solaire thermique collectif, c'est le niveau de marché le plus faible jamais enregistré en France. Leur d'espoir : en 2019 en métropole, les installations de chauffe-eau solaires individuels regagnaient 2 % de croissance et les systèmes solaires combinés 1 %.

En Outre-Mer, au climat hors-gel particulièrement propice au chauffe-eau solaire individuel à thermosiphon, le marché du CESI représente près de trois fois le marché métropolitain, avec 73625 m² installés en 2019 dans les DROM. En revanche, le solaire collectif chute en 2019 à 1945 m² après un pic à 4650 m² en 2018.

Olivier Godin, ingénieur thermicien, vice-président en charge de la chaleur solaire au syndicat des professionnels de l'énergie solaire Enerplan, explique cet état des lieux. « La dégringolade du solaire thermique collectif est liée à la dérogation de surconsommation d'énergie primaire de + 7,5 kWh/m². an accordée pour les bâtiments collectifs neufs dès l'entrée en vigueur de la RT2012, au 1^{er} janvier 2013. Comme l'a constaté la Cour des comptes, avec ce droit à 15 % en plus de consommation d'énergie primaire, plus besoin de mettre du renouvelable pour atteindre les performances exigées [5]. Cette dérogation, initialement annoncée pour une durée de deux ans, a été régulièrement reconduite et est toujours en vigueur en 2020. D'autres causes externes à la filière l'ont pénalisée : sous-estimation du chauffage solaire dans le moteur de calcul de la RT 2012, absence de communication de la puissance publique sur le solaire thermique et non équité des aides. Le Crédit d'impôt pour la transition énergétique, le Cite, s'applique à la pose de l'isolation thermique extérieure et à la pose des capteurs géothermiques des pompes à chaleur, mais pas à la pose des capteurs solaires. Et le Cite n'est pas plafonné sur les chauffe-eau thermodynamiques. Pour lutter contre la pollution de l'air, la prime Air-Bois pour le remplacement d'un poêle à bois peu performant finance, non pas un chauffage solaire, mais un nouveau poêle à bois ! Enfin, malgré les recommandations d'Enerplan et de la Cour des comptes, les tarifs d'achat rendus très attractifs au début de la bulle du photovoltaïque ont détourné les maîtres d'ouvrage du solaire thermique. »

Le repli du marché tient aussi à des causes internes à la filière, comme l'ont bien analysé les professionnels du secteur. Edwige Porcheyre, coordinatrice de projets chez Enerplan, en fait le constat. « La croissance rapide du marché du solaire thermique au milieu des années 2000, surtout dans le neuf, a révélé un certain manque de formation de nouveaux acteurs, concepteurs et installateurs. Dans le neuf, le lot "Solaire" fait souvent partie du lot "Plomberie" et n'est pas isolé. Les bureaux d'études choisis n'étaient pas forcément sachants pour concevoir des installations solaires sans risque de surchauffes à cause de surdimensionnements. L'incohérence dans la chaîne professionnelle de l'époque était évidente à la réception où, dans le pire des cas, la mise en route était faite dès la réception, sans habitants pour tirer l'eau chaude. Il manquait un chaînon pour la mise en service et le suivi des installations. Ce chaînon existe aujourd'hui avec la procédure de mise en service dynamique. » Manque de visibilité du fonctionnement du solaire pour l'utilisateur, dysfonctionnements faute de suivi



1 Chauffe-eau solaire à thermosiphon, grand classique en Outre-mer.

[4] Ces études Suivi du marché 2019 des applications solaires thermiques individuelles et Suivi du marché des installations solaires collectives sont téléchargeables sur www.energies-renouvelables.org.

[5] « Le soutien aux énergies renouvelables, communication à la commission des finances du Sénat » (Cour des comptes, mars 2018).

[6] Le coût prévisionnel des six nouveaux EPR y est annoncé à 47,2 Md€. Document téléchargeable sur le site de Reporterre : <https://reporterre.net/En-coulisses-l-Etat-prepare-le-financement-de-six-nouveaux-reacteurs-EPR>.

[7] Le coût de l'EPR de Flamanville est estimé à 19,1 Md€ à sa mise en service en 2023, au lieu des 3,3 Md€ prévus en 2007. Rapport sur la filière EPR du 9 juillet 2020 téléchargeable sur le site de la Cour des comptes : www.ccomptes.fr/fr/publications/la-filiere-epr.

[8] Le bilan électrique 2019 de RTE téléchargeable sur : www.rte-france.com.

[9] Les Pac puisant leurs calories dans l'air sont plus exposées au refroidissement rapide de leur source chaude que les Pac géothermiques ou hygrothermiques.

et de maintenance qualifiée ont généré des contre-références qui ont détourné les maîtres d'ouvrage et les artisans du solaire thermique, notamment dans le collectif, plus complexe à concevoir et à réaliser.

La concurrence des énergies

Sur le marché de la chaleur pour les bâtiments et les process industriels, le solaire thermique fait face à une rude concurrence économique.

Toutes les énergies thermiques renouvelables et de récupération (EnR&R) sont confrontées aux énergies fossiles carbonées : gaz, pétrole, charbon, dont le prix bas actuel est sans rapport avec l'impact climatique, en l'absence d'une taxe carbone réellement dissuasive.

Dans sa communication à la commission des finances du Sénat en mars 2018 sur le soutien aux énergies renouvelables, la Cour des comptes souligne « une net déséquilibre entre EnR électriques et thermiques, avec des volumes de soutien beaucoup plus élevés pour les EnR électriques. [...] Les montants accordés aux EnR thermiques représentent ainsi environ un dixième de ceux accordés aux EnR électriques. [...] En 2016, les EnR thermiques représentaient 60 % de la production d'énergie renouvelable (hors transport) et seulement 10 % des charges de soutien. Une comparaison des filières en termes de performance énergétique (€/MWh EnR produit) et d'efficacité environnementale (€/tCO₂ évitée) devrait conduire à réinterroger l'équilibre du soutien public en faveur des énergies renouvelables thermiques ».

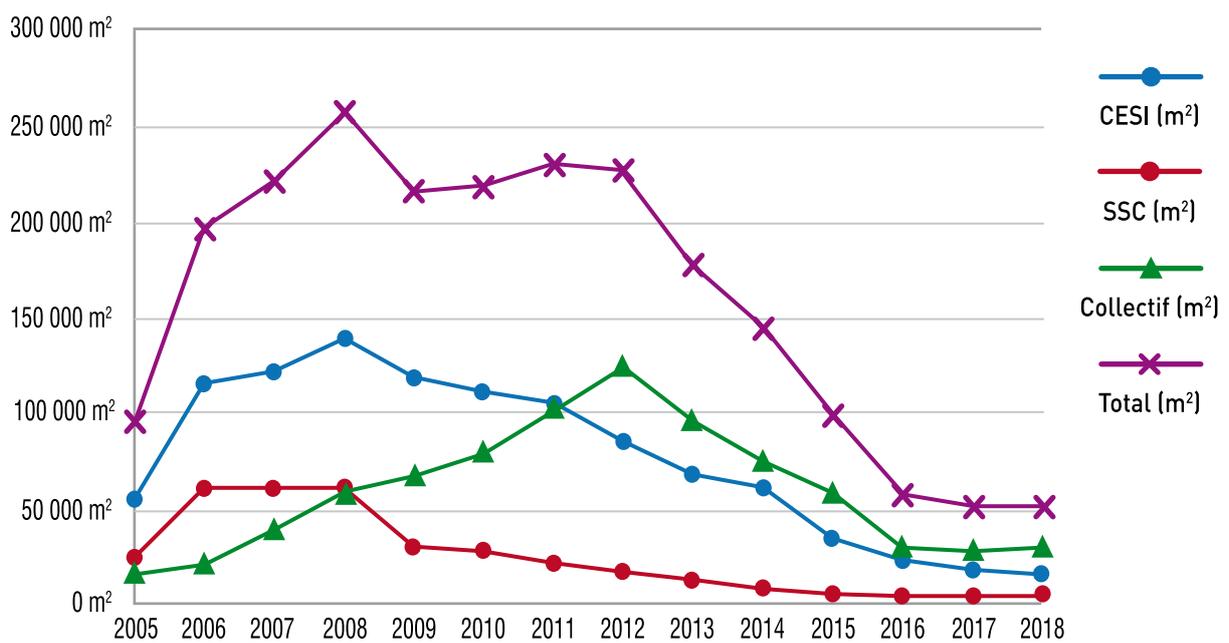
Le déséquilibre du soutien public en défaveur des énergies renouvelables thermiques (690 M€ en 2016) au profit des EnR électriques (4,6 Md€) ne doit pas masquer le déséquilibre du soutien de l'État en faveur de l'électricité nucléaire. 25,6 Md€ de fonds d'État sont estimés nécessaires pour la construction de six nouveaux EPR sur le sol français, d'après un rapport de septembre 2020 d'un groupe de travail du ministère de l'Économie sur le « Nouveau Nucléaire Français » [6] [7]. Le soutien massif historique au nucléaire n'est pas sans lien avec le développement massif du chauffage électrique. La première vague de 56 réacteurs a conduit à la vague des « grille-pain », entraînant la forte sensibilité de la consommation électrique française à la baisse des températures en hiver : 2400 MW en plus par degré perdu mesurés par RTE l'hiver 2019 [8]. Le Nouveau Nucléaire Français a besoin du développement de la voiture électrique, des pompes à chaleur (Pac) et de l'assouplissement de la réglementation thermique RE2020 sur la chaleur électrique. Le remplacement des radiateurs et chauffe-eau électriques, des chaudières fuel ou gaz par des Pac semble a priori favorable au climat, grâce à la capture dans l'air, l'eau ou le sol de calories renouvelables. Mais quand la source de calories naturelles, gratuites et sans émissions se rapproche de 0 °C ou passe en température négative, la machine thermodynamique devient en pratique un chauffage électrique : son coefficient de performance (C_{op}) dégringole et la source d'énergie devient surtout le réseau électrique. Et en période de froid vif, la consommation électrique s'emballe et RTE fait appel aux moyens de pointe (centrales à flamme) fortement émetteurs [9]. Suivant la logique de sa progression des exigences de performances énergétiques au fil de la >>>



“La dégringolade du solaire thermique collectif est liée à la dérogation de surconsommation d’énergie primaire de + 7,5 kWh/m².an accordée pour les bâtiments collectifs neufs dès l’entrée en vigueur de la RT 2012, au 1^{er} janvier 2013.”

ILLUSTRATION N° 1

Marché du solaire thermique en m² installé par an



Source : Uniclîma, marché du solaire thermique en métropole (2018)

LA CENTRALE SOLAIRE DE CHÂTEAUBRIANT

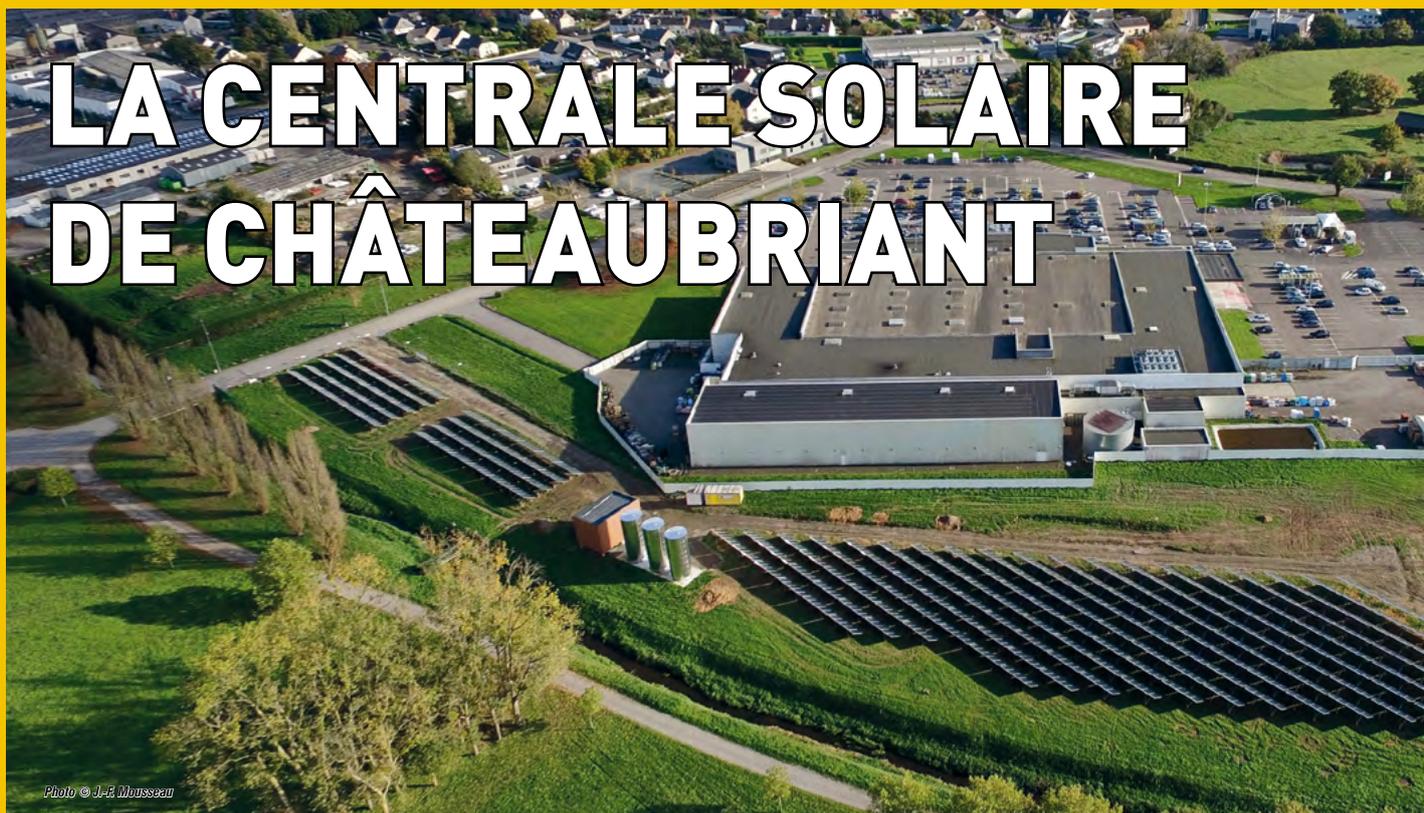


Photo © J.-F. Mousseau

▲ La centrale solaire thermique de Châteaubriant (44), raccordée à un réseau de chaleur de 10 km, produit 900 MWh thermiques par an. La parcelle est entretenue par du pâturage ovin.

En matière de grandes centrales solaires thermiques au sol reliées à un réseau de chaleur, les Danois sont les précurseurs, avec leur première centrale de 1000 m² datant de 1988 encore en activité. La centrale solaire de Châteaubriant, ville de Loire-Atlantique de 12000 habitants, a été mise en service en 2018 sur un réseau de chaleur existant de 10 km. 200 capteurs plans de grande taille, inclinés à 30°, donnent une surface utile de 2340 m².

Pour optimiser l'échange thermique, la centrale est raccordée au niveau du retour du réseau de chaleur à la chaufferie bois. Trois ballons de stockage de 50 m³ participent à l'équilibre du réseau. L'énergie solaire ne représente que 3 % du mix énergétique du réseau de chaleur, mais elle a permis une baisse de 5 % de la facture de chaleur pour les abonnés, en économisant par ailleurs 250 tonnes de CO₂. Le réseau est alimenté à 66 % par la chaudière bois de 3 MW, à 15 % par deux groupes gaz de 3 MW (l'un en secours et l'autre en pointe), enfin à 16 % par une cogénération gaz mise en service en même temps que le solaire thermique pour assurer un équilibre financier avec 72000 € de vente d'électricité réinjectés en droit d'usage pour rembourser le prêt de

la ville; la centrale solaire est amortie sur 12 ans qui est aussi la durée du contrat de revente d'électricité.

«L'objectif de production solaire annuelle de 900 MWh a été atteint dès la première année», se félicite Dominique Egret, le directeur des services techniques de la ville à l'initiative du réseau de chaleur et de la centrale solaire. «Le projet de réseau de chaleur a débuté en 2009 et c'est Engie-Cofely qui a été retenue en concession de service public pour la réalisation et l'exploitation d'un réseau de chaleur de 4 km alimentant des HLM, un gymnase, un collège. Mais les demandes successives de l'hôpital, du centre aquatique intercommunal et du plus gros abattoir bovin de Loire-Atlantique ont fait reprendre complètement le projet pour 10 km de réseau. Le projet de centrale solaire n'a débuté qu'en 2016, après une visite d'une petite chaufferie biomasse et solaire. L'intérêt de la solution solaire a été démontré par une première étude de Tecsol. La ville de Châteaubriant a décidé d'en assurer la maîtrise d'ouvrage, avec un financement de l'Ademe à 70 %, pour un montant de travaux de 1,30 M€. La cogénération gaz et les 72000 euros annuels de vente d'électricité remboursent l'annuité de la centrale

solaire. Cofely a joué le jeu en acceptant l'engagement de produire les 900 MWh prévus par l'étude de Tecsol. Un protocole d'accord a été signé sur cet objectif entre Tecsol, la ville et l'exploitant Cofely. L'hiver, l'hôpital s'efface du réseau et produit sa chaleur avec ses anciennes chaudières fuel et gaz.»

Pour Sébastien Decottegnie, responsable de l'agence Nord-Ouest de Tecsol, «ce projet est un démonstrateur, innovant à tous niveaux pour la France par la centrale au sol raccordée à un réseau de chaleur. Le démonstrateur est perfectible, la profession doit encore apprendre. La productivité utile mesurée par Tecsol la première année est de 368 kWh/m², ce qui donne un rendement de conversion de l'énergie solaire de 27 % au point d'injection: les pertes par déperdition sur le trajet avant la chaufferie sont non négligeables. Le solaire est une énergie de flux, pas de stock, à valoriser de suite. Le couplage du solaire thermique prend du sens dès lors qu'elle n'entre pas en compétition avec une autre énergie renouvelable ou de récupération, comme la chaleur fatale d'une usine d'incinération par exemple. Question longévité, une installation d'eau chaude collective solaire implantée en 1988 par Tecsol sur un hôpital marche encore!» ■

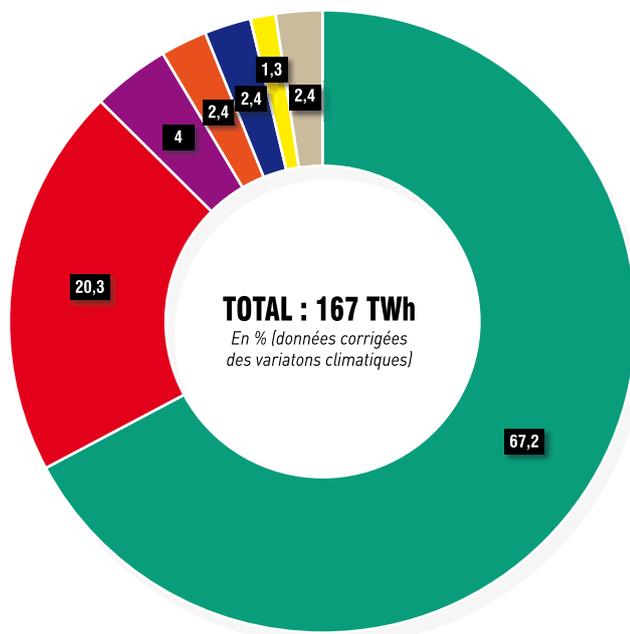
▶ Voir la vidéo de l'Ademe sur la centrale de Châteaubriant : www.youtube.com/watch?v=4u5LxZS1tJE



▲ Centrale solaire thermique de Châteaubriant (44) : 200 capteurs plans double vitrage, 2 340 m² utiles, inclinaison 30°, stockage 150 m³ en 3 ballons, mise en service en juin 2018.

ILLUSTRATION N° 2

Consommation primaire d'énergies renouvelables pour usage de chaleur en 2019 par filière



- Bois-énergie
- Pompes à chaleur
- Déchets renouvelables
- Biogaz
- Géothermie
- Solaire thermique
- Résidus agricoles et agroalimentaires

Source : calculs SDES

succession RT 2005 et RT 2012, la Réglementation thermique et environnementale RE2020 pour les bâtiments neufs aurait donc dû chercher à limiter le recours au chauffage électrique et aux Pac les moins performantes. Mais la PPE 2019-2023, au contraire, abaisse le facteur de conversion en énergie primaire de l'électricité de 2,58 à 2,3, ce qui diminue par le calcul réglementaire la consommation d'énergie primaire pour le kWh électrique final, favorisant à nouveau la chaleur électrique. En 2019, la part du solaire thermique dans la consommation primaire d'énergies renouvelables pour la chaleur était de 1,3% et celle des Pac de 20,3% (voir illustration n° 1 ci-dessus). Autre difficulté, la concurrence fratricide entre solaire thermique (ST) et solaire photovoltaïque (PV) est paradoxale et très dommageable au solaire thermique. Paradoxale, car le rendement de conversion de la puissance radiative solaire en puissance électrique ou calorifique devrait nettement favoriser le solaire thermique pour la production de chaleur. Le rendement du phénomène photoélectrique plafonnera à 18% pour un panneau PV monocristallin quand le rendement du phénomène « corps noir » atteindra 80% en sortie de capteur thermique. Même si les pertes jusqu'au point d'utilisation de >>>

l'énergie réduisent en pratique l'écart de productible (150-200 kWh/m².an pour le PV et 350-700 kWh/m².an pour le ST), le solaire thermique est de loin le plus efficace pour produire de la chaleur. Or tous les professionnels le savent : la grande majorité des maîtres d'ouvrage confondent les technologies et ne connaissent que le PV. Le matraquage commercial pour le photovoltaïque, exacerbé dans les années 2005 par des tarifs d'achat de l'électricité PV surévalués, a invisibilisé le solaire thermique. La promesse de gains financiers est en outre plus facile à vendre que la promesse d'économies. De plus, la baisse du tarif d'achat depuis 2010 pousse le modèle économique du PV vers l'autoconsommation, qui elle-même pousse à transformer la surproduction éventuelle d'électricité sous forme d'eau chaude. Une nouvelle concurrence émerge pour le solaire thermique.

La filière s'organise

Face à la concurrence des pompes à chaleur, dopée par le matraquage publicitaire (y compris par EDF), les importations d'Asie et les aides, malgré l'absence de taxe carbone dissuasive sur les énergies fossiles, les professionnels du solaire thermique ne baissent pas les bras.

Enerplan, le syndicat de la filière, porte ses propositions au niveau de l'État. Mais pas seulement. Conscient des contre-références des années 2000, Enerplan a lancé en 2009 l'initiative Socol pour développer avec l'aide de l'Ademe et de GRDF des outils techniques, des référentiels et des méthodes pour fiabiliser les installations solaires thermiques collectives. En dix ans, Socol a produit plus de 40 outils pour aider les acteurs des projets en chaleur solaire collective à chaque étape de ceux-ci. En accès libre et gratuit, ces outils sont le fruit du travail collaboratif de la filière. Fiches, guides de bonne pratique, webinaires gratuits sont mis au service des professionnels et des maîtres d'ouvrage [10].

Dès 2016, Socol a proposé la démarche de « Mise en service dynamique (MESD) », procédure visant à encadrer les projets et en responsabiliser les porteurs. La procédure est obligatoire pour obtenir l'aide de l'Ademe en réhabilitation d'installation. L'organisme de qualification de l'ingénierie OPQIBI a intégré la démarche Socol au référentiel de qualification « RGE Études 20.14 ». Les professionnels de la conception devront intégrer la connaissance des outils et de la démarche.

Daniel Mugnier, responsable Innovation et de l'agence Auvergne-Rhône-Alpes du bureau d'études Tecsol, référence dans le solaire depuis plus de 30 ans, détaille la démarche MESD. « Pour redonner confiance aux maîtres d'ouvrage, il n'y a qu'une seule voie : l'engagement des professionnels sur le bon fonctionnement. Tous les bureaux d'études spécialisés et experts le faisaient déjà de manière naturelle, par un commissionnement consistant à vérifier pendant les premiers mois en télévisé si les résultats nominaux étaient obtenus. L'initiative Socol est appuyée par la volonté de l'Ademe de diffuser plus largement cette pratique. Les documents sont assez longs, une trentaine de pages, mais cela a le mérite de formaliser les choses. Il s'agit en fait de faire les choses comme elles doivent être faites. En phase

“Pour le solaire thermique, les gens confondent les usages du solaire, il faut passer du temps à expliquer la différence entre solaire thermique et photovoltaïque, avec leur grand écart de productivité de chaleur”

2 Chantier de solaire thermique collectif : la mise en service dynamique est une étape clé pour la longévité de l'installation.

3 Formation de conseillers du réseau public FAIRE par l'association Qualit'EnR : lecture du schéma hydraulique.

[10] Voir le site de Socol :

www.solaire-collectif.fr.

[11] La Charte d'engagement solaire est téléchargeable sur le site

www.association-ico.fr/charte-solaire.

consultations des entreprises, le cahier des charges doit exiger la certification Qualisol collectif. L'entreprise doit avoir été formée à la mise en service dynamique. Au départ, le maître d'ouvrage commence à renseigner les documents de MESD avec l'aide du maître d'œuvre. La première réunion de réception vérifie que tout est bien au bon endroit. Puis, le suivi ou le télévisé vérifie le bon fonctionnement, avec l'installateur. Le document finalisé, transmis à l'Ademe, sert de justificatif pour le solde des aides du Fonds Chaleur. S'ensuit un contrat de maintenance et de suivi. Il sort aussi des offres qui sont une autre façon de garantir le bon fonctionnement pour les collectivités, les Ehpad, les bailleurs sociaux. Les appels d'offres d'exploitants peuvent s'orienter soit vers un contrat de performance énergétique, soit vers un contrat de vente de chaleur. Dans les deux cas, la réparation d'une panne sera de la responsabilité de l'installateur et de l'exploitant, pas du maître d'ouvrage. À noter aussi que l'association ICO avec l'aide de GRDF a sorti un dispositif similaire voire plus global, intitulé la Charte d'engagement solaire » [11].

D'autre part, l'association Qualit'EnR forme les installateurs et les qualifications délivrées leur permettent d'obtenir le signe de qualité RGE. Trois niveaux de qualification sont possibles selon le type d'installation solaire thermique. Qualisol-CESI est la qualification de base permettant d'installer un chauffe-eau individuel jusqu'à 20 m² de capteurs. Qualisol-Combi permet d'installer CESI et système solaire combiné et Qualisol-Collectif un chauffe-eau solaire collectif. En 2020, Qualit'EnR comptait 24 000 personnes avec une qualification active, dont un peu moins de 2000 qualifications Qualisol. L'effectif réduit certifié Qualisol est à l'image du marché restreint, mais le renouvellement des certificats étant annuel, les chiffres peuvent évoluer rapidement si le marché repart. L'association enregistre d'ailleurs une hausse de 31 % des demandes de qualification Qualisol entre le premier et le second semestre 2020. Dans le même souci d'aider artisans et entreprises à proposer à leurs clients les travaux de rénovation énergétique les plus adaptés, la Fédération française du bâtiment (FFB) met à disposition de ses membres le logiciel *Orebat* pour effectuer le bilan énergétique d'une maison individuelle. Gaël Parrens, dirigeant de l'entreprise artisanale Aqua-Sun, vice-président de Qualit'EnR et responsable des EnR à la FFB, a participé à la conception du logiciel. « Quand on aborde le projet de rénovation d'une maison, le plus important est de faire un bon état des lieux, sinon ce sera la catastrophe. C'est la clé de voûte de la réussite, il ne faut pas copier-coller les solutions. Le logiciel *Orebat* est très précis pour l'intégration des EnR. L'outil calcule la répartition des pertes d'énergie et la consommation du bâtiment. On peut réaliser virtuellement jusqu'à trois bouquets de travaux, ce qui permet de proposer le devis le plus adapté. Pour le solaire thermique, les gens confondent les usages du solaire, il faut passer du temps à expliquer la différence entre solaire thermique et photovoltaïque, avec leur grand écart de productivité de chaleur. Si vous voulez un chauffe-eau, il vous faudra 5 m² de capteurs thermiques ou 20 m² de capteurs PV. » Le responsable professionnel est confiant. « Le marché va repartir, quand on voit la performance du





Photo © Enerplan 2



Photo © M. Olivier - Quali'EnR 3

solaire thermique. Le poids élevé en CO₂ de l'électricité des Pac aux pics de consommation me fait préférer un complément biogaz. Une chaudière au biogaz est très complémentaire du solaire thermique.»

Adema, Fonds Chaleur et Ines en appui

Depuis 2009, l'État aide la production de chaleur renouvelable grâce au Fonds Chaleur, géré par l'Ademe. Destiné à l'habitat collectif, aux collectivités

et aux entreprises, il finance des projets de chaleur à partir d'EnR ou de récupération d'énergie, ainsi que les réseaux de chaleur liés à ces installations. Doté de 1,6 Md€ pour la période 2009-2016, il a soutenu près de 4 000 réalisations. Les opérations solaires thermiques éligibles au Fonds Chaleur sont les opérations de production d'eau chaude à destination du logement collectif et assimilés (secteurs hospitalier et sanitaire, structures d'accueil, maisons de retraite...), des secteurs tertiaire, industrie et agriculture et des opérations couplées à des réseaux de chaleur. Implanté en Savoie depuis sa création en 2006, l'Institut national de l'énergie solaire (Ines) est centre de recherche et de formation. Dès 2007, l'Ines mettait en place un service de suivi du fonctionnement de chauffe-eau solaires collectifs de toute taille, baptisé *TéléSuiWeb*. Lionel Nicolo gère le service. « Comme une installation solaire de production d'eau chaude est toujours associée à un système d'appoint qui complète la fourniture d'énergie en toutes circonstances, un défaut sur la partie solaire passe facilement inaperçu. Une installation solaire thermique demande un investissement initial important, mais le coût de maintenance est très faible si le fonctionnement de l'installation est suivi. En l'absence de suivi correct, de petits détails peuvent avoir de grosses conséquences. Un manque de pression, un manque de débit peuvent entraîner des surchauffes à répétition, qui dégradent les joints, caramélisent le fluide. L'outil *TéléSuiWeb* est simple à mettre en place par l'exploitant (un compteur d'eau et deux sondes), simple à utiliser et peu coûteux : 100 €/an d'abonnement. *TéléSuiWeb* permet de déclencher une maintenance curative très rapidement, qui prévient tous ces dommages. Depuis que l'Ademe finance à 50 % les travaux de remise en état des installations solaires collectives, l'incitation pour les bailleurs est très forte. Depuis septembre 2020, ils témoignent d'un réel intérêt pour des audits et le suivi, c'est bon signe. Et comme la filière a beaucoup progressé grâce aux cahiers techniques Socol, la rénovation des installations devient une priorité. Les bailleurs avaient peur des coûts d'exploitation et surestimaient les coûts de maintenance. Mais maintenant, les solutions techniques ont bien progressé. »

Techniques éprouvées et innovations

Le solaire thermique a l'avantage de répondre à la demande d'eau chaude sanitaire avec des moyens qui peuvent être très simples dans certaines configurations. Le plus simple, le thermosiphon, fonctionne sans pompe en mobilisant le fluide caloporteur uniquement par la différence de densité entre eau chaude et eau froide. Très répandu sur les toits d'Outre-mer en chauffe-eau individuel, il nécessite cependant un circuit très court entre le ballon et le capteur. La version la plus compacte accolant le ballon au-dessus du capteur, il craint le gel.

Autre modèle de chauffe-eau solaire très économique, le capteur souple en EPDM (caoutchouc synthétique) vise le marché des piscines privées ou collectives. L'entreprise française Giordano propose depuis 1978 un capteur souple en EPDM noir sous la forme d'un tube plat de 20 cm de large, à couper et raccorder sur-mesure. >>>

Les capteurs plans vitrés sont les plus répandus en France. Le vitrage isole la lame d'air au-dessus de l'absorbeur et crée un effet de serre. Un double vitrage amoindrit l'absorption, mais, plus isolant, fait monter plus haut en température. Le fluide caloporteur est soit l'air, soit très majoritairement l'eau. La protection antigel est assurée soit par l'ajout de glycol, soit par la vidange automatique des panneaux par gravité quand la température dans le capteur autovidangeable est inférieure à la température du bas du ballon. Les capteurs à tubes sous vide, mieux isolés tant que le vide est conservé, captent plus de rayonnement du fait de leur forme cylindrique.

Activement développés depuis 2010 par la jeune entreprise marseillaise Dualsun, les capteurs hybrides PV/eau associent en sous-face d'un panneau photovoltaïque un capteur thermique mince à circulation d'eau. La perte de rendement du PV par échauffement est évitée grâce à la circulation d'eau. En revanche, le rendement thermique du panneau hybride est annoncé à 30-50 % au lieu de 80 % d'un capteur thermique classique.

Les innovations apportées aux systèmes solaires thermiques visent d'une part à augmenter leur rendement et leurs usages, d'autre part à sécuriser leur fonctionnement. Les réflecteurs cylindro-paraboliques, capteurs en tôle métallique qui réfléchissent et concentrent le rayonnement sur le tube contenant le fluide caloporteur, ont la faculté de porter ce dernier à plus de 120 °C en moyenne, contre 80 °C en moyenne pour les autres types de capteurs. Le rendement est augmenté par la pose sur trackers pour suivre la course du soleil. Complexe, cette technologie est destinée aux réseaux de chaleur haute température. Les grandes centrales solaires thermiques au sol sont un segment de marché prometteur pour alimenter un réseau de chaleur ou un process industriel. En Dordogne, la centrale installée par la jeune société Newheat pour la papeterie Condat-Lecta compte 4 200 m² de capteurs plans à double vitrage, de 15 m² de surface chacun, au lieu des 2-3 m² usuels. Des trackers augmentent le rendement de 15 à 30 %.

Si les procédés industriels ou certains réseaux de chaleur réclament souvent des températures élevées, le chauffage des bâtiments, lui, permet de travailler à basse température, ce qui gagne du rendement en minimisant les pertes et quand l'ensoleillement est faible. C'est la voie du solaire direct, choisie il y a douze ans par l'entreprise savoyarde Solisart, fondée par Olivier Godin : le plancher chauffant est alimenté directement par les capteurs, sans passer par un ballon échangeur. Quand les capteurs ne montent qu'à 30 °C, le système direct fonctionne quand même, car le plancher à chauffer est plus froid. Alors qu'en système avec ballon échangeur, si ce dernier est déjà à 30 °C, le circulateur ne se déclenche pas. Solisart a également breveté un système de protection empêchant les surchauffes grâce à l'évacuation nocturne par les capteurs des excédents de chaleur stockés dans le ballon d'ECS. Dernière innovation de l'intelligence embarquée dans le système Solisart : chaque installation est connectée via Internet au serveur de l'entreprise qui analyse en temps réel le fonctionnement grâce à un logiciel de diagnostic. Un



4 Photo © 2021 - Philippe Heitz - AOC



5 Photo © Viessmann

défaut déclenche l'envoi de message à destination de l'installateur et du propriétaire, si l'entreprise n'a pu résoudre le problème à distance.

Autre innovation pour empêcher les surchauffes, le revêtement ThermProtecta a été breveté par l'industriel Viessmann. Adrien Letullier, chef Produits solaires thermiques Viessmann, explique ce procédé innovant. « Sur nos capteurs plans vitrés Vitosol, une fine couche métallique thermochrome est déposée à la surface de l'absorbeur. Cette couche change de structure cristalline et de propriétés optiques avec la température. Le matériau devient plus émissif avec l'élévation de température et l'équilibre captation-émission est atteint vers 145 °C maximum. En revanche, nos capteurs à tubes sous vide utilisent un procédé différent. Le caloduc dans le tube



Photo ©2021 - Philippe Heitz - AUC

6

capteur, mais redescend par gravité dans les canalisations à l'intérieur du bâtiment. «L'autovidangeable, connu depuis longtemps aux Pays-Bas et en Belgique, apporte une vraie sécurité pour l'exploitant en évitant tout risque de surchauffe», explique Guy Long, directeur marketing et formation. «C'est également une solution très adaptée aux installations dont la consommation d'énergie est très variable, comme les établissements scolaires ou les gymnases. La station solaire Drainsol développée par Energy Concept déclenche la vidange gravitaire des capteurs en l'absence prolongée de soutirage. Je n'ai jamais eu de retour sur un dysfonctionnement avec cette solution. La seule contrainte est de créer, à la pose, une pente descendante des canalisations sur la toiture.»

Innover dans les modes d'exploitation

Relancer le solaire thermique ne se fera pas qu'avec des innovations techniques. Proposer de nouveaux usages et de nouveaux modes d'exploitation constitue aussi des leviers pour regagner la confiance des maîtres d'ouvrage refroidis – ou échaudés – par les mauvaises expériences du passé, et pour gagner de nouvelles parts sur le marché de la chaleur.

La prévention de la légionellose passe dans les installations collectives d'eau chaude sanitaire par un bouclage qui doit maintenir en tout point du réseau une température minimale de 50 °C. Ce qui veut dire entretenir une tuyauterie chaude en permanence. Dans des bâtiments de niveau BBC ou RT 2012, on arrive à un bilan où les besoins de chaleur du bouclage sanitaire sont de même ordre de grandeur que ceux de l'ECS et du chauffage. Couvrir ce poste très énergivore par la chaleur décarbonée du solaire thermique rentabilise l'installation.

Par ailleurs, les grandes centrales solaires thermiques au sol ouvrent la voie à de nouveaux modèles économiques. Plutôt que ce soit l'industriel ou la collectivité qui étudie le projet, qui investisse et qui exploite, ce sont des sociétés spécialisées qui réalisent la centrale, la financent, l'exploitent et vendent la chaleur solaire au client. Le montage de l'opération peut faire intervenir un développeur technique qui réalise pour le compte d'un tiers-investisseur qui finance le projet. La ressource solaire étant prévisible et son prix indépendant des cours mondiaux de l'énergie, un contrat de vente de chaleur à long terme sécurise à la fois le client et les investisseurs, développeurs et exploitants.

Une demande à susciter, une offre à soutenir

D'après l'Observ'ER, le prix des CESI au m² de capteur a connu une baisse significative depuis 2010, pour atteindre en métropole 1 195 € HT/m², soit 4 000 à 4 500 € HT l'ensemble posé, panneaux, système de circulation et ballon avec échangeur. Les CESI à thermosiphon posés en Outre-mer sont plus économiques : entre 1 800 et 2 500 € HT pour un CESI de 2 m² avec un ballon de 200 litres. Les prix des SSC en métropole oscillent depuis 2007 autour de 1 200 € HT/m². Un système solaire combiné avec 20 m² de capteurs, couvrant plus de 90 % des besoins en chaleur d'une maison individuelle (12) demandera un investissement d'environ 20 000 € HT (pose >>>



Photo © Energy Concept

7

4 Les capteurs thermiques plans vitrés associent très efficacement l'effet corps noir et l'effet de serre. En quelques minutes, le soleil levant effacera ces extraordinaires figures de givre.

5 Les capteurs à tubes sous vide Viessmann chauffent l'immeuble de bureaux de l'Agence fédérale de l'environnement allemande.

6 Le système solaire combiné Solisconfort est connecté au serveur du fabricant Solisart qui en assure le suivi à distance.

7 La station solaire Drainsol d'Energy Concept sécurise les capteurs par vidange gravitaire automatisée.

contient un autre fluide que l'eau glycolée, fluide qui reste en phase vapeur à partir de 120 °C et qui échange sa chaleur dans le condenseur qui fait une liaison sèche du tube avec le collecteur principal. La température est ainsi limitée à 170 °C dans les capteurs à tubes sous vide. Mais j'insiste sur l'importance du suivi et de la maintenance : il faut la faire, même s'il y a une protection contre les surchauffes !»

Constatant que nombre d'installations collectives des années 2010 fonctionnaient mal, voire plus du tout, par manque de suivi et d'entretien, l'entreprise alsacienne Energy Concept a misé sur la vidange automatique des capteurs. Ainsi, une pompe en panne non détectée n'entraîne pas de surchauffe dommageable au fluide, qui ne reste pas bloqué jusqu'à vaporisation dans le

(12) Lire l'article «La maison qui ne fume pas» paru dans le n° 183 de Qualité Construction (novembre-décembre 2020, pages 48 à 59).



8

Photo © Weissmann

IMMEUBLES SOLAIRES EXEMPLAIRES

Pour atteindre le label Bepos pour trois immeubles de 40 logements, 3 200 m² livrés en 2015 en Seine-Maritime, le bailleur Logéal Immobilière a compris l'intérêt d'associer solaire thermique et photovoltaïque. L'architecture bioclimatique, avec la compacité et l'orientation des bâtiments favorisant les apports solaires et réduisant les pertes, ainsi que l'isolation soignée des parois et des menuiseries, ont réduit les besoins annuels de chauffage et d'ECS à 22 kWh d'énergie primaire par m². Se démarquant de la majorité des bailleurs qui se limitent à l'eau chaude solaire, Logéal a choisi le système combiné Solisart, à chauffage solaire direct par plancher ou radiateurs. À la clé, un gain de rendement de chauffage de 20 % mesuré par l'Ines par rapport aux

autres chauffages solaires à échangeur. L'efficacité énergétique et économique est intelligemment améliorée par la mutualisation partielle des capteurs et des chaudières gaz. Les 300 m² de capteurs thermiques plans sont répartis en îlots de 60 m² alimentant chacun 8 logements. La chaudière gaz complémentaire est aussi commune pour les 8 logements. La mutualisation de ces moyens améliore le rendement des capteurs, le coût des installations et de la maintenance (un seul tuyau pour 60 m² de capteurs, une seule chaudière pour 8 logements). La chaleur solaire est mutualisée, donc valorisée au mieux. Une famille est absente, les autres profitent du surplus d'énergie solaire disponible. En revanche, chaque appartement a son

propre ballon d'ECS pour éviter la boucle sanitaire, très énergivore. Au final, les dépenses annuelles pour la chaleur sont très limitées : 74 € par an par logement de 95 m², avec un tarif du gaz à 35 €/MWh. Les 300 m² de panneaux PV en façade fournissent une électricité en partie autoconsommée. La vente du surplus finance une partie de la maintenance des chaudières gaz. Pour cette réalisation notamment, Solisart est labellisée « Solar Impulse Efficient Solution » par la fondation Solar Impulse. ■

► **Les trois immeubles Bepos du bailleur Logéal totalisent 300 m² de panneaux solaires thermiques en toiture pour chauffage et ECS et 300 m² de panneaux photovoltaïques en façade.**

“Le frein à l’investissement des ménages peut être levé dans l’ancien par le dispositif MaPrim’Rénov, qui, combiné à un prêt à taux zéro, peut rentabiliser dès la première année un système solaire, compte tenu des gains de consommation d’énergie”

comprise), cette grande surface de capteurs étant plus rentable et plus performante. Investissement comparable à celui d’une chaudière à granulés avec silo. CO₂ et particules fines en moins.

Le choix du solaire pour la chaleur est un choix de vision à long terme : investir une bonne fois au départ dans une installation de qualité pour ne plus avoir, pendant des décennies, que des charges d’exploitation et de maintenance minimales et stables, à la condition d’un suivi régulier du fonctionnement.

Pour les maîtres d’ouvrage, la tentation est grande d’aller acheter au moins cher à court terme, Pac sur l’air, chaudière gaz, poêle à granulés, sans prise en compte de l’achat d’énergie, des coûts d’entretien et de réparation non négligeables et de la durée de vie de l’équipement.

L’État aide la chaleur renouvelable et de récupération au moyen du Fonds Chaleur, des soutiens de l’Ademe, du dispositif MaPrim’Rénov, des prêts à taux zéro, du réseau de conseillers FAIRE.

Le frein à l’investissement des ménages peut être levé dans l’ancien par le dispositif MaPrim’Rénov, qui, combiné à un prêt à taux zéro, peut rentabiliser dès la première année un système solaire, compte tenu des gains de consommation d’énergie. Mais encore



8 **Lusine du fabricant Viessmann, implantée à Faulquemont en Moselle, exporte ses capteurs solaires vers l’Europe et le reste du monde. La filière solaire thermique française est exportatrice nette.**

faut-il que le grand public le sache. La question de la communication de la puissance publique sur le solaire thermique est primordiale pour rendre visible et désirable cette énergie gratuite, parfaite pour la qualité de l’air et le climat.

Pour le neuf, il est incompréhensible qu’aucune aide ne vienne soutenir et orienter l’investissement des ménages dans le solaire thermique dès la construction. C’est en effet bien plus économique d’installer planchers chauffants et SSC à la construction qu’en rénovation. Louper le coche à ce moment par absence d’aide, c’est créer une nouvelle génération de bâtiments sans solaire thermique pour longtemps. Le durcissement de la réglementation thermique RE2020 est censé justifier cette absence de soutien public à la construction vertueuse, les maîtres d’ouvrage étant contraints à la vertu. Mais la concurrence des autres énergies défavorise d’entrée le solaire thermique, plus coûteux en investissement. De même, il est incompréhensible que le Fonds Chaleur ne finance que la production d’eau chaude solaire collective, en excluant explicitement « les systèmes solaires combinés pour la production d’ECS et de chauffage ».

Avec une volonté politique affirmée, comme à Montmélián, le solaire thermique démontre ses avantages économiques et environnementaux. L’État est en retard sur le solaire thermique et les professionnels sont dubitatifs sur la RE2020 qui favorise à court terme la chaleur électrique.

Pourtant, la France a tout à gagner à soutenir la filière du solaire thermique. Comme le souligne la Cour des comptes (13), étudiant l’évolution de la balance commerciale des équipements EnR depuis 2009, « le solaire thermique, pour lequel de nombreuses usines – y compris de fabricants étrangers – sont installées en France malgré un marché domestique en berne, et l’hydroélectricité [...] sont les seules à présenter un solde constamment positif depuis 2009 ».

Exportatrices nettes, créatrices d’emplois locaux non délocalisables dans la pose, les entreprises françaises du solaire thermique mériteraient une politique de l’État plus ambitieuse, inspirée par une vision à long terme des enjeux économiques et climatiques. ■

(13) « Le soutien aux énergies renouvelables, communication à la commission des finances du Sénat » (Cour des comptes, mars 2018).



Photo © Logeal