



Photo Quali'EnR

## RÉPARATION : JUSQU'À 10 FOIS LE COÛT DE L'INSTALLATION

Il ressort de cette étude de sinistralité que le coût moyen de réparation des désordres d'étanchéité s'établit à 8 200 euros. Il s'agit principalement de travaux de reprise ponctuelle d'étanchéité. Dans certains cas (perçement de la membrane...), des travaux plus importants s'imposent pour la réfection de l'étanchéité (la dépose et la repose des modules photovoltaïques, notamment). Le coût moyen des travaux de mise en conformité ou de remise en état des installations électriques est de l'ordre de 6 400 euros. « *Circonstance aggravante : la disparition de l'entreprise installatrice avant la manifestation du sinistre entraîne des coûts de réparation plus élevés. En effet, l'entreprise intervenant en réparation doit le plus souvent déposer l'installation en totalité pour la reprendre* », souligne Françoise Sonntag, expert Saretec et auteur de l'étude. Les sinistres d'incendie génèrent les coûts de réfection les plus élevés car cela peut aller jusqu'à la reconstruction complète d'un bâtiment détruit, par exemple. Le coût moyen s'élève à 193 000 euros, ce qui représente dix fois le coût moyen d'une installation photovoltaïque de 3 kWc...

ÉTUDE DE SINISTRALITÉ

# LES INSTALLATIONS PHOTOVOLTAÏQUES INTÉGRÉES EN TOITURE

TEXTE : FRANCK GAUTHIER  
PHOTOS : CERTISOLIS, QUALIT'ENR,  
FRANÇOISE SONNTAG/SARETEC

**Défauts d'étanchéité, dysfonctionnements électriques pouvant aller jusqu'à générer des incendies, ruptures de modules, telles sont les principales pathologies affectant les installations photovoltaïques intégrées en toiture selon une étude de sinistralité. Circonstances aggravantes : le flagrant manque de professionnalisme de certains intervenants et le trop faible nombre de contrôles. Une situation qui s'améliore grâce à l'intervention du Consuel, la certification des panneaux photovoltaïques et deux modules de qualification professionnelle.**

## POUR EN SAVOIR PLUS TEXTES DE RÉFÉRENCE

- **Décret n° 2010-301 du 23 mars 2010** modifiant le décret n° 72-1120 du 14 décembre 1972 relatif au contrôle et à l'attestation de la conformité des installations électriques intérieures aux règlements et normes de sécurité en vigueur.
- **Norme NF C15-100 COMPIL** *Installations électriques à basse tension* – Version compilée de décembre 2013.
- **Guide UTE C15-712-1** *Installations électriques à basse tension – Guide pratique – Installations photovoltaïques sans stockage et raccordées au réseau public de distribution* (juillet 2013).
- **Guide UTE C15-400** *Installations électriques à basse tension – Guide pratique – Raccordement des générateurs d'énergie électrique dans les installations alimentées par un réseau public de distribution* (juillet 2005) + fiche d'interprétation F1 de décembre 2011.
- **Guide RAGE** *Systèmes photovoltaïques par modules rigides en toitures inclinées – Guide de conception, de mise en œuvre et de maintenance – Neuf et rénovation* (mars 2013), téléchargeable sur [www.reglesdelart-grenelle-environnement-2012.fr](http://www.reglesdelart-grenelle-environnement-2012.fr).

## DOCUMENTATIONS

- **Spécifications techniques relatives à la protection des personnes et des biens dans les installations photovoltaïques raccordées au réseau BT ou HTA** (janvier 2012), guide pratique à l'usage des installateurs, des bureaux d'études et des porteurs de projets, publié par le Syndicat des énergies renouvelables et l'Ademe, et téléchargeable sur [www.enviroboite.net/specifications-techniques-installations-photovoltaïques](http://www.enviroboite.net/specifications-techniques-installations-photovoltaïques).

## SITES INTERNET

- <http://www.ceiab-pv.fr> : site du Comité d'évaluation de l'intégration au bâti (Ceiab).



À la demande et sur la base d'un cahier des charges établi par l'AQC, Françoise Sonntag, expert de la direction technique de Saretec, a réalisé une étude de sinistralité sur les installations photovoltaïques en toiture. Effectuée sur la base de 195 rapports d'expertises collectés en France sur la période 2008-2012 par le Dispositif Alerte de l'AQC, elle révèle des causes récurrentes (1). Les défauts d'étanchéité arrivent en tête avec 114 sinistres. Parmi eux, 88 sont dus à une mauvaise mise en œuvre, essentiellement au niveau de la jonction des modules à la toiture au niveau des abergements. 22 d'entre eux concernent un même procédé, se traduisant par la même déchirure de la membrane d'étanchéité sous les panneaux. Sur ces 88 sinistres, 44 bénéficiaient d'un Pass'Innovation (dont 12 différents) et huit d'un Avis Technique (5 différents). Le non-respect des préconisations techniques lors de la mise en œuvre est flagrant : clouage du kit sur les liteaux (non-emploi des vis préconisées), serrage excessif des vis entraînant une déformation du support qui génère des points d'infiltration (non-respect de la préconisation d'un serrage à la clé dynamométrique), percement de la membrane d'étanchéité (utilisation de vis trop longues, mise en place des chemins de câbles électriques). « Ce n'est guère surprenant : sur les 83 entreprises intervenant, 15 seulement sont des entreprises de couverture et une seule dispose d'une qualification Qualibat... », commente Françoise Sonntag. D'autres sinistres (17 cas) proviennent d'un défaut de conception et/ou d'adaptation du produit, soit à la toiture, soit au niveau du jointoiement des panneaux entre eux.

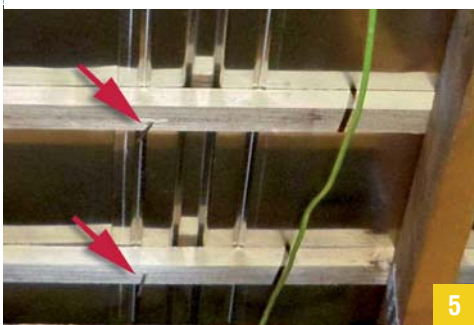
Dans la plupart des cas, les sinistres apparaissent dans les 24 mois suivant la fin des travaux. Cela explique le relativement faible nombre de sinistres relevés sur les installations réalisées en 2011 et 2012, période où les éventuelles pathologies n'ont pas encore été révélées.

Avec 38 sinistres, les incendies arrivent à la deuxième place. Un défaut de produit est à l'origine de 24 sinistres (19 d'entre eux concernent les boîtiers de connexion d'un même procédé). Quatre sinistres proviennent d'un échauffement des panneaux ou des connecteurs. Quatre autres proviennent d'une mauvaise mise en œuvre des connexions.

Les dysfonctionnements électriques suivent de près avec 31 sinistres : 19 naissent d'un défaut du module photovoltaïque ou du boîtier (10 d'entre eux concernent les boîtiers de connexion d'un même procédé). Les défauts sur les onduleurs sont à l'origine de 4 sinistres. Six sinistres proviennent d'une mauvaise mise en œuvre, soit au niveau de l'installation électrique proprement dite, soit au niveau des modules photovoltaïques. Trois autres sont la conséquence d'un défaut de conception, lié à une mauvaise orientation ou à une mauvaise implantation de l'installation. Cela entraîne une production insuffisante ou un effet de masque se traduisant par une résistivité excessive avec un échauffement des autres modules.

À signaler : parmi les sinistres impliquant une mauvaise exécution, cinq opérations avaient été sous-traitées à des entreprises dont deux seulement affichaient une compétence en électricité et une seule disposait d'une qualification QualiPV. La rupture des modules photovoltaïques arrive en dernière position avec 19 sinistres : 11 proviennent

(1) L'étude est téléchargeable sur [www.qualiteconstruction.com](http://www.qualiteconstruction.com), aux rubriques « L'Observation » puis « Études de pathologie ».



d'un défaut d'exécution imputable à l'installateur (une même entreprise est incriminée dans huit dossiers). Il s'agit le plus souvent, d'une mauvaise mise en œuvre des fixations. Cinq sinistres peuvent être attribués à un défaut de conception et/ou d'adaptation du procédé au site (poids de la neige ou action du vent entraînant la rupture des panneaux ou de leurs fixations). Les deux derniers sont dus à un défaut du produit (inclusions dans le vitrage).

### Les effets pervers de la pose intégrée

Pour des raisons notamment esthétiques, les pouvoirs publics ont favorisé la pose intégrée des panneaux photovoltaïques. En effet, en plus des avantages fiscaux accordés à l'installation d'équipements de production d'énergie à partir d'une énergie renouvelable, se sont ajoutés une prime d'intégration au bâti et un prix d'achat du kWh bien plus avantageux. Suite au doublement du tarif d'achat en 2006, par exemple, le nombre de sociétés travaillant à la production, à la distribution ou l'installation de systèmes photovoltaïques a fortement augmenté la même année. Résultat : un doublement de la puissance raccordée dès 2007. « Certaines entreprises de plomberie ou de maçonnerie peu scrupuleuses se sont engouffrées dans ce marché extrêmement porteur. Du jour au lendemain, elles se sont mises à "faire du photovoltaïque". À cela se sont ajoutés des "moissonneurs" qui ont créé de toutes pièces une entreprise d'installation de panneaux photovoltaïques dans l'unique but de gagner beaucoup d'argent, en peu de temps, avant de disparaître deux à trois ans plus tard, juste avant que les premiers désordres n'apparaissent... Car avec la pose intégrée,

au lieu d'être fixés en surimposition, les panneaux photovoltaïques sont incorporés à l'enveloppe du bâtiment, essentiellement en toiture, participant ainsi au clos et au couvert de l'habitation. C'est ce qui a favorisé bon nombre de désordres liés à des défauts d'étanchéité... », explique Françoise Sonntag.

Sur les 195 dossiers étudiés par Saretec, 143 concernent, en effet, des installations intégrées simplifiées, principalement sur des bâtiments d'habitation. Parmi elles, 73 ont un Pass'Innovation (2 systèmes sont respectivement à l'origine de 22 et 19 sinistres, 16 sinistres proviennent de systèmes sous 4 Pass'Innovation différents) et 2 sont sous Avis Technique. Une vingtaine d'entreprises ayant réalisé plusieurs installations ont généralement mis en œuvre le même produit sur le même type de bâtiment. Les désordres affectant leurs installations sont identiques et trouvent leur origine dans la même cause, principalement un défaut d'exécution.

Pour rééquilibrer les tarifs d'achat par rapport au coût de mise en œuvre des installations, l'État a publié un arrêté le 12 janvier 2010 (modifié par celui du 31 août 2010) fixant de nouvelles conditions tarifaires et définissant de nouveaux critères permettant de définir le tarif d'achat applicable. Divers décrets et arrêtés ont ensuite été publiés en 2011, 2012 et 2013. Le résultat ne s'est pas fait attendre avec la fin des aides de l'État et des régions, la réduction des crédits d'impôts et la baisse des tarifs d'achat : le nombre d'installations individuelles a chuté de 60 % (2). Parallèlement, face à ce resserrement du marché, nombreuses sont les entreprises installatrices à avoir cessé leur activité. >>>

1 Mauvaise exécution de l'abergement latéral.

2 Mauvais encastrement au niveau des abergements latéraux.

3 Abergement latéral réalisé à l'aide de bande adhésive.

4 Patte de fixation des modules mal positionnée : risque d'envol du module.

5 Fixation du kit d'intégration à l'aide de clous.

6 Panneau incendié.

7 Extrémité basse du champ photovoltaïque en contre-pente (risque d'infiltration).

(2) En 2011, le volume de raccordement a toutefois continué de progresser de 110 % par rapport à 2010 en raison du nombre de ventes d'installations signées avant la mise en place des dispositions de 2010.



Photo Certisolis

Essais mécaniques sur des panneaux photovoltaïques avant leur certification.

#### ENCADRÉ N° 1

## UNE MARQUE DE QUALITÉ POUR LE PHOTOVOLTAÏQUE

Créé en 2009 à l'initiative du CSTB et du Laboratoire national de métrologie et d'essais (LNE), Certisolis procède à des essais de qualification des modules solaires photovoltaïques (essais climatiques, mécaniques et photo-électriques). Cet organisme certificateur délivre une marque de qualité, pour les produits à destination du marché « bâtiment », basée sur des exigences supérieures aux normes en vigueur et sur des audits de contrôle du site de production. Ceux-ci permettent de

s'assurer de la bonne maîtrise du process de fabrication, gage de la régularité des performances. « Cette certification concerne le produit industriel "sorti d'usine" avec le système de fixation prévu par le fabricant pour son intégration au bâti suivant la notice de montage. Ce sont les produits qui sont certifiés, un à un, et non le fabricant en tant que tel » précise Jérôme Beccavin, président de Certisolis. En cinq ans, plus de 2 000 produits différents ont été testés. « Actuellement,

sur le marché français, 80 % des produits proposés sont certifiés suivant les normes électriques mais peu d'entre eux intègrent les exigences pour les applications spécifiques au bâtiment, situation qui devra être corrigée à l'avenir », souligne Jérôme Beccavin. Signalons enfin que Certisolis réalise aussi des missions de sapitation pour le compte d'experts d'assurances ou judiciaires pour connaître l'origine des défauts rencontrés sur des sinistres. Pour en savoir plus : [www.certisolis.com](http://www.certisolis.com) ■

#### ENCADRÉ N° 2

## PLUS DE 1 000 ENTREPRISES QUALIFIÉES

« En juillet 2014, 955 entreprises bénéficient de la qualification QualiPV Elec, 715 de QualiPV Bât et 596 des deux. Soit un total de 1074 entreprises qualifiées », explique Thierry Autric, délégué général de Quali'EnR. La qualification QualiPV module Bât est attribuée à des entreprises disposant de moyens en interne pour installer dans le respect des Règles de l'art la partie « Intégration au bâti » de tous types de systèmes photovoltaïques raccordés au réseau électrique dans l'habitat individuel et sur le territoire français. La qualification QualiPV module Elec est

l'équivalent pour la partie « Électricité » de l'installation. Délivrées sur la base de quatre ans, ces qualifications font l'objet d'un renouvellement annuel. Un audit est systématiquement réalisé sur une installation dans les 24 mois qui suivent la qualification d'une entreprise. L'organisation de ces audits a récemment été revue : la partie « Électricité » est maintenant confiée au Consuel et la partie « Intégration au bâti » à Evonia. « De 2010 à 2013, 3 184 audits ont été réalisés. La qualité progresse car on est passé de 11,9 % d'installations non-conformes à

6,7 %, et cela continue de s'améliorer », souligne Thierry Autric. Quali'EnR assure également des formations spécifiques : sur les cinq premiers mois de l'année, 180 et 81 personnes ont été respectivement formées aux modules « Électricité » et « Intégration au bâti ». « En parallèle, le taux de satisfaction des clients est de l'ordre de 97-98 %. Mais le client n'est pas toujours le meilleur juge car il n'a pas forcément conscience que son installation n'est pas parfaite tant que tout semble fonctionner... », confie Thierry Autric. ■

## Des compétences insuffisantes

« La mise en œuvre de panneaux photovoltaïques en toiture fait logiquement appel à deux compétences : celle de couvreur (surtout sur les ouvrages existants) et celle d'électricien (pour la connexion des panneaux à l'installation, le raccordement à l'onduleur et à l'installation électrique). Or les installations sont souvent mises en œuvre par une seule entreprise. Et qui n'est parfois compétente ni dans un domaine, ni dans l'autre », signale Françoise Sonntag.

D'après l'étude de sinistralité qu'elle a menée, 122 installations ont été réalisées par de petites entreprises (SARL, EURL...) dont 40 ont été mises en liquidation judiciaire ou été radiées dans les 24 à 48 mois après la fin des travaux. Parmi celles encore en activité, 48 ne semblent disposer d'aucune qualification spécifique, 13 prétendent sur leur site avoir la qualification QualiPV et 21 entreprises sont réellement titulaires de cette qualification. Des structures plus importantes (SAS, SNC, etc., parmi lesquelles figurent de grands groupes de la filière énergie par le biais de leurs filiales ou des entreprises spécialisées ayant développé un produit ou un procédé photovoltaïque) ont réalisé 68 installations. Six de ces entreprises ont fait l'objet d'une liquidation judiciaire ou d'une radiation moins de quatre ans après la fin des travaux. Parmi celles encore en activité, seules 8 d'entre elles bénéficient de la qualification QualiPV. Indépendamment de la taille de l'entreprise, un quart des opérations a été sous-traité. Circonstance aggravante : il ressort également de l'étude réalisée par Saretec que, sur la plupart des chantiers, aucun bureau d'études ni bureau de contrôle n'est intervenu. L'impact des travaux de mise en œuvre de panneaux photovoltaïques et les modifications de charges que cela entraîne sur un ouvrage existant sont donc, paradoxalement, très rarement examinés et pris en compte. Seule exception, les Établissements recevant du public (ERP) pour lesquels un contrôle technique est obligatoire. D'après cette étude, un contrôleur technique est intervenu sur 32 constructions neuves et 3 bâtiments existants. Sur ces derniers (deux bâtiments industriels et un bâtiment agricole), une étude de la compatibilité des travaux envisagés avec la structure existante a été réalisée avant l'installation d'un équipement de forte puissance.

## Consuel : un contrôle devenu obligatoire

Sur la partie électricité, la situation s'est nettement améliorée avec l'entrée en vigueur le 24 mars 2010 du décret n° 2010-301 du 23 mars 2010 modifiant le décret n° 72-1120 du 14 décembre 1972. Ce texte a rendu obligatoire le contrôle par le Comité national pour la sécurité des usagers de l'électricité (Consuel) des installations de production d'électricité de moins de 250 kVA avant d'obtenir l'attestation de conformité indispensable pour leur raccordement au réseau. Ce contrôle vise à s'assurer que l'installation respecte bien les dispositions de la norme NF C15-100 et du Guide UTE C15-712-1 *Installations photovoltaïques sans stockage et raccordées au réseau public de distribution* de l'Union technique de l'électricité (UTE).



Photos Quali'EnR



**8** Pénétration des câbles sous la toiture sans mise en place d'une châtière (risque d'infiltration).

**9** Présence de plusieurs branchements sur le piquet de terre (risque électrique).

**10** Présence d'une boucle d'induction et absence de liaison équipotentielle entre les cadres des panneaux photovoltaïques (risque électrique).

Sur près de 24 000 installations photovoltaïques contrôlées par le Consuel en 2010, 61 % présentait des non-conformités, majoritairement au niveau de l'étiquetage de signalisation. Mais 15 % se distinguaient par un « risque conséquent ». En 2013, environ 40 000 attestations de conformité ont été délivrées en Métropole (dont 91 % pour le logement). Au niveau des non-conformités relevées arrivent en tête les défauts de signalisation (étiquetage), des caractéristiques erronées au niveau du parafoudre (divergence entre le matériel déclaré dans le dossier technique, joint à la demande d'attestation de conformité, et celui effectivement posé sur le site) et la liaison équipotentielle sur les modules photovoltaïques à revoir. Les installations pour lesquelles une non-conformité a été relevée lors du contrôle font toutes l'objet d'une déclaration de mise en conformité établie par l'installateur.

## Une filière en cure d'assainissement

En parallèle du contrôle de la partie électrique de l'installation par le Consuel, l'adoption d'une marque de qualité au niveau des panneaux photovoltaïques vise à promouvoir la mise sur le marché français de modules présentant des critères de qualité renforcés par rapport à la réglementation en vigueur et à garantir leur origine (voir encadré n° 1 ci-contre). Toujours pour « assainir » le marché du photovoltaïque, se développe aussi une démarche de qualification des entreprises (voir encadré n° 2 ci-contre). À compter du 1<sup>er</sup> septembre 2014, certaines aides publiques (1<sup>er</sup> septembre 2014 pour l'éco-PTZ, 1<sup>er</sup> janvier 2015 pour le Crédit d'impôt développement durable), distribuées aux ménages souhaitant faire des travaux de rénovation énergétique de leur logement, seront d'ailleurs conditionnées au recours à des professionnels porteurs de signes de qualité RGE (Reconnu garant de l'environnement). De leur côté, les assurances sont également plus strictes : elles demandent des précisions sur les produits mis en œuvre, réclament des attestations de compétence, etc., ce qui ne peut être que positif. Mais tout n'est pas encore parfait. « Il faudrait favoriser le développement de systèmes de contrôle, de détection de dysfonctionnement, de surveillance et de mise en sécurité des installations. L'importance de l'entretien devrait également être davantage soulignée, même si l'accès en toiture n'est pas toujours facile. Il faut notamment éliminer régulièrement les feuilles mortes accumulées qui réduisent la production d'énergie. La maintenance des installations, essentielle pour assurer leur durabilité et leur sécurité, devrait aussi être rendue systématique via un contrat de maintenance spécifique », recommande Françoise Sonntag. ■

**“La maintenance des installations photovoltaïques, essentielle pour assurer leur durabilité et leur sécurité, devrait être rendue systématique via un contrat de maintenance spécifique”**