



Prévenir les désordres,
améliorer la qualité
de la construction

PÔLE
PRÉVENTION
PRODUITS MIS
EN ŒUVRE

PANNEAUX PHOTOVOLTAÏQUES : ÉTAT DES LIEUX DES PATHOLOGIES

Sinistres photovoltaïques

A la demande et sur la base d'un cahier des charges établi par l'Agence Qualité Construction, nous avons rédigé le présent rapport qui constitue un état des lieux des pathologies constatées sur des installations photovoltaïques en toiture mises en œuvre entre 2008 et 2012 en France.

Cet état des lieux a été réalisé sur la base de 195 rapports d'expertise collectés par le Dispositif Alerte.

Il nous paraît nécessaire de préciser également que les incitations financières ont créé un effet d'aubaine qui a favorisé en 2009-2010 l'émergence d'entreprises, peu responsables, non issues du monde de la construction. Désormais, le marché s'est stabilisé et la filière photovoltaïque s'est structurée.

L'analyse comportait deux objectifs :

- le premier relatif à la catégorisation des bâtiments sinistrés, des principaux désordres constatés, de leur origine, de leurs incidences et de leurs coûts,
- le second, plus spécifique aux produits mis en œuvre et à leur système d'évaluation, à la qualité des entreprises installatrices pour, enfin, tenter de faire émerger d'éventuels facteurs aggravants.

Rapport du **18 octobre 2013**



Préambule

Depuis 1998, le parc solaire photovoltaïque mondial connaît une croissance exponentielle, avec une moyenne annuelle de 35 %.

Fin 2012, la France avec une puissance totale raccordée de 4 GW se positionnait au 3^{ème} rang européen, derrière l'Allemagne et l'Italie et au 6^{ème} rang mondial.

Cette situation a notamment été favorisée, dans un premier temps, par l'instauration de l'obligation d'achat et des tarifs réglementés par la loi du 10 février 2000.

Puis, en 2006, des mesures incitatives, telles que le doublement du tarif d'achat, la prime « d'intégration au bâti », le taux du crédit d'impôt porté à 50 % pour les équipements de production d'énergie utilisant une énergie renouvelable, ont permis le doublement de la puissance raccordée dès 2007.

Dopée par une politique d'achat publique très favorable, la filière photovoltaïque a explosé et le nombre de sociétés travaillant à la production, la distribution ou l'installation de systèmes photovoltaïques a fortement augmenté en 2006.

4 ans après l'embellie des années 2008-2010, date du moratoire, la présente étude a pour objectif de faire un état des lieux des différentes pathologies (ii) affectant les installations photovoltaïques, en fonction de leur typologie (i) et de tenter d'identifier leurs causes potentielles (iii).

Cette étude a été menée sur la base de 195 rapports d'expertises réalisées sur des installations photovoltaïques en toiture, mises en œuvre entre 2008 et 2012.

Rappel de l'évolution réglementaire

La notion d'intégration au bâti

L'intégration au bâti joue un rôle essentiel dans les sinistres affectant les installations photovoltaïques.

La définition apportée par le Législateur a évolué dans le temps pour aboutir, aujourd'hui, à des critères très stricts.

▲ Rappelons que l'annexe de l'arrêté du 10 juillet 2006 stipulait :

« Ils (les tarifs) peuvent inclure une prime à l'intégration au bâti appelée I, applicable lorsque les équipements de production d'électricité photovoltaïques assurent également une fonction technique ou architecturale essentielle à l'acte de construction. Ces équipements doivent appartenir à la liste exhaustive suivante :

- *toitures, ardoises ou tuiles conçues industriellement avec ou sans supports ;*
- *brise-soleil ;*
- *allèges ;*
- *verrière sans protection arrière ;*
- *garde-corps de fenêtre, de balcon ou de terrasse ;*
- *bardages, mur rideau. »*



Le Ministère de l'Economie des Finances et de l'Industrie a édité en avril 2007 un guide visant à définir les critères d'éligibilité des équipements.

Ceux-ci devaient remplir au moins une des fonctions suivantes :

- la tenue mécanique,
 - la protection ou la régulation thermique,
 - la protection physique des biens ou des personnes,
 - La recherche d'un esthétisme architectural particulier.
- ▲ L'arrêté du 12 janvier 2010 a redéfini les règles d'éligibilité à la prime d'intégration au bâti ou à la prime d'intégration simplifiée.
Aux critères techniques, ont été ajoutés des critères d'usage du bâtiment.

Les équipements doivent :

- remplacer des éléments du bâtiment,
- assurer le clos et le couvert,
- assurer une fonction d'étanchéité,
- être installés dans le plan de la toiture (intégration au bâti),
- être parallèles au plan de la toiture (intégration simplifiée au bâti),
- avoir une puissance supérieure à 3Kwc (intégration simplifiée seulement).

Et le bâtiment doit :

- être clos et couvert sur toutes ses faces latérales (critère pour intégration au bâti seulement) ;
- assurer la protection des personnes, des biens, des animaux ou des activités ;
- être achevé depuis plus de 2 ans pour les bâtiments non résidentiels (sont considérés comme non résidentiels les granges, garages, autres bâtiments de stockage non accolés ou ne faisant pas partie intégrante d'une maison).

Evolution des tarifs d'achat

L'important développement de la filière photovoltaïque a fait baisser les coûts de fabrication (prix moyen des modules divisé par 2 depuis 2008)

L'Etat a donc décidé de rééquilibrer les tarifs d'achat avec les coûts de mise en œuvre des installations.

L'arrêté publié le 12 janvier 2010, modifié par celui du 31 août 2010, a fixé les nouvelles conditions tarifaires et défini 4 critères permettant de déterminer le tarif d'achat applicable :

- critère d'intégration au bâti,
- critère d'usage du bâtiment,
- critère de puissance de l'installation,
- critère géographique de l'installation (pour rééquilibrer les implantations entre le Sud et le Nord de la France).



Bien que ces conditions n'impactaient pas les particuliers, entre 2010 et 2011 le nombre d'installations individuelles a chuté de 60 %.

Les principales raisons sont la fin des aides de l'Etat, des Régions, une réduction des crédits d'impôts établie en octobre 2010 et surtout une baisse des tarifs d'achat.

Pour autant, en 2011, le volume de raccordements (toutes installations confondues) a augmenté de 110 % par rapport à 2010 en raison du nombre de ventes d'installations conclues avant la mise en place du moratoire de 2010.

En mars 2011, un nouveau dispositif, basé sur la puissance de l'installation, a été mis en place :

- tarifs d'achat ajusté chaque trimestre pour les installations < 100 Kwc,
- appels d'offres « simplifiés » pour les installations sur bâtiments entre 100 et 250 Kwc,
- appels d'offres « ordinaires » pour les installations > 250 Kwc et les installations au sol.

De nombreux décrets et arrêtés complémentifs ou modificatifs ont été publiés courant 2011 et 2012 jusqu'à l'arrêté du 7 janvier 2013 portant notamment des modifications sur le mécanisme de baisse tarifaire trimestrielle ainsi qu'une majoration des tarifs selon le respect de critères et la technologie des produits.

Evolution des tarifs d'achat

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	du 01/01/10 au 15/01/10	du 16/01/10 au 02/09/10	du 03/09/10 au 01/12/10	moratoire e
Habitation ≤3 kWc IAB	15,250	14,793	14,529	14,125	55,000	55,964	57,187	60,176	57,753	50,00	44,00	44,00
Enseigt/santé ≤36 kWc IAB	15,250	14,793	14,529	14,125	55,000	55,964	57,187	60,176	57,753	50,00	44,00	
Tout bâtiment ≤36 kWc ISB	15,250	14,793	14,529	14,125	55,000	55,964	57,187	60,176	57,753	42,00	37,00	
Tout bâtiment ≤ 100 kWc ISB	15,250	14,793	14,529	14,125	55,000	55,964	57,187	60,176	57,753	42,00	37,00	
Parc au sol, surimposé	15,250	14,793	14,529	14,125	30,000	30,526	31,193	32,823	31,502	31,40	27,60	
Corse & DOM	30,500	29,587	29,058	28,251								
AO simplifié												

	du 10/03/11 au 30/06/11	du 01/07/11 au 30/09/11	du 01/10/11 au 31/12/11	du 01/01/12 au 31/03/12	du 01/04/12 au 30/06/12	du 01/07/12 au 30/09/12	du 01/10/12 au 31/12/12	du 01/01/13 au 31/01/13	du 01/02/13 au 31/03/13	du 01/04/13 au 30/06/13	du 01/07/13 au 30/09/13 (nh)
Habitation ≤3 kWc IAB	46,00	42,55	40,63	38,8	37,06	35,39	34,15	31,59	31,59	30,77	29,69
Enseigt/santé ≤36 kWc IAB	40,60	37,23	33,25	30,09	27,23	24,64	22,79	21,43	18,17	16,81	15,21
Tout bâtiment ≤36 kWc ISB	30,35	27,46	24,85	22,49	20,35	18,42	19,34	18,17	18,17	16,81	15,21
Tout bâtiment ≤ 100 kWc ISB	28,83	26,09	23,61	21,37	19,34	17,5	18,37	17,27	17,27	15,97	14,45
Parc au sol, surimposé	12,00	11,68	11,38	11,08	10,79	10,51	8,4	8,18	8,18	7,96	7,76
Corse & DOM											
AO simplifié			22,9	21,17	22,04	19,4					

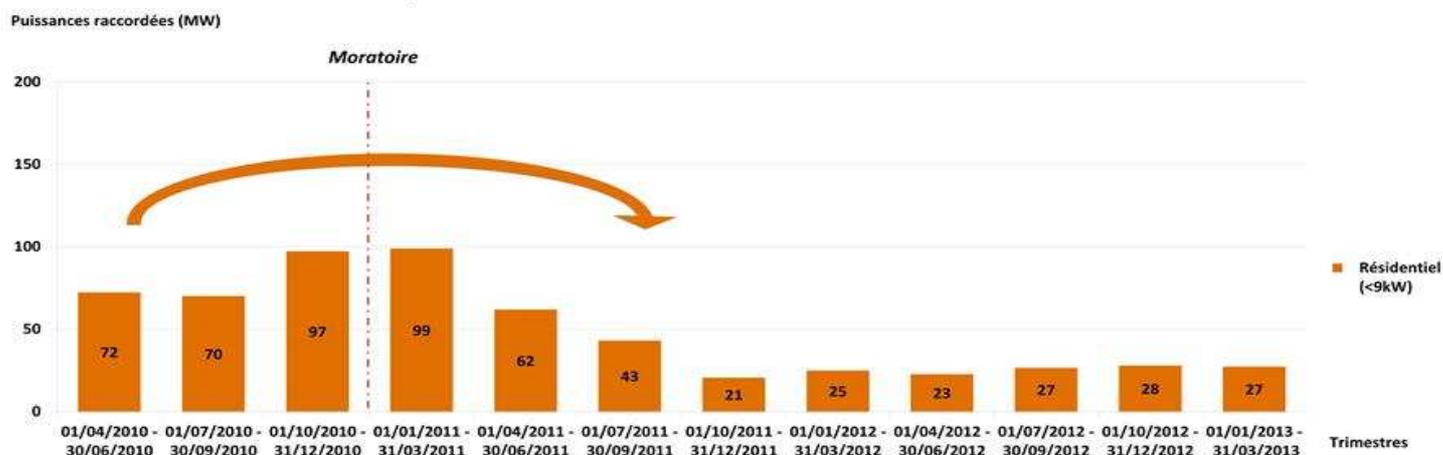


Analyse des sinistres

Sur la base de la date de réalisation des installations sinistrées, on constate que leur nombre est plus important en 2009 et 2010, années où le prix d'achat était particulièrement incitatif et où la France a connu un fort développement de cette filière, avec un doublement de la puissance installée chaque année.

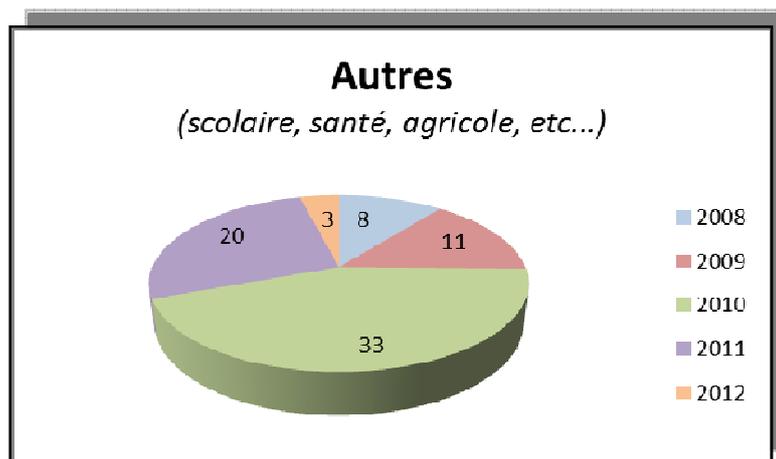
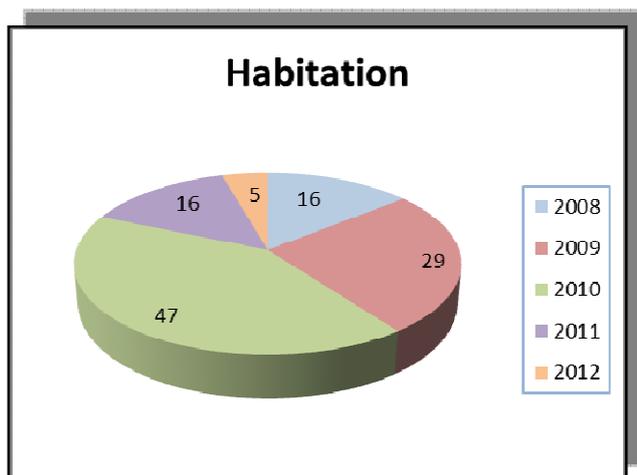
Fin 2010, le secteur des maisons individuelles a subi une forte baisse du crédit d'impôt d'aide au photovoltaïque qui a eu pour conséquence une importante chute des ventes.

Volume des raccordements par trimestre sur le marché résidentiel – France continentale



On constate que l'évolution du nombre d'installations sinistrées a suivi l'évolution du nombre d'installations vendues. Leur nombre a donc baissé en 2011 et 2012.

Volume et typologie des installations sinistrées par année d'installation



Dans la plupart des dossiers, les sinistres sont apparus dans les 24 mois suivant la fin des travaux.

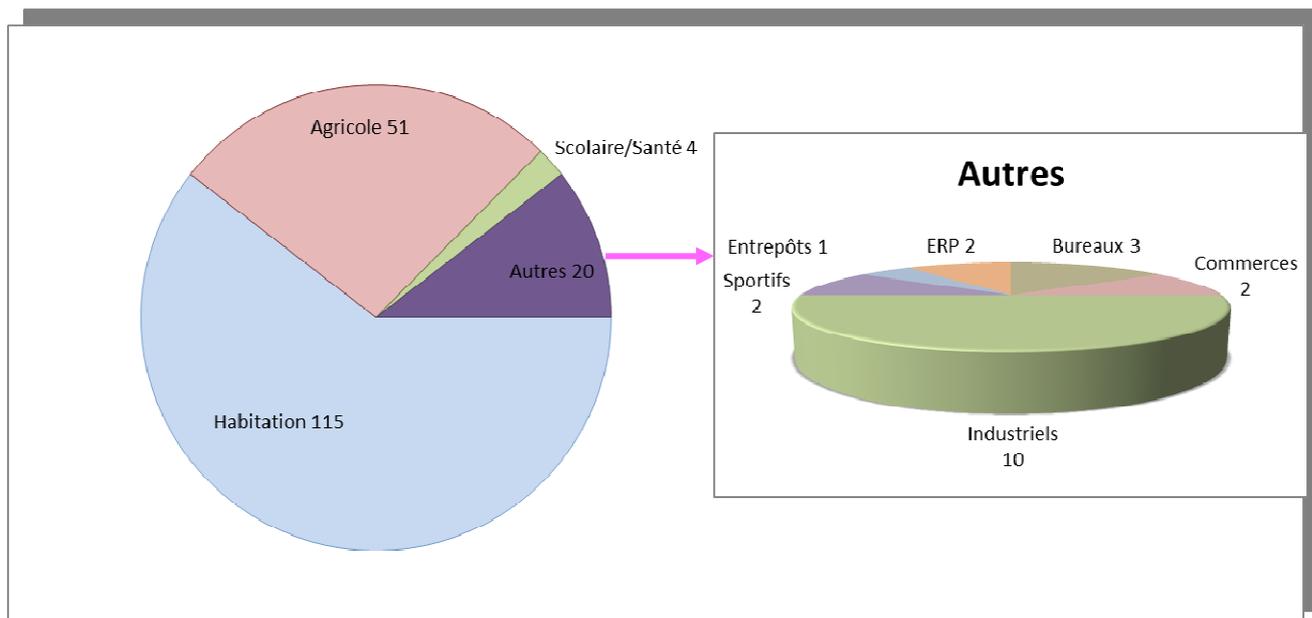
Ceci explique le peu de sinistres sur des installations réalisées en 2011 et 2012, où les pathologies n'ont pas encore été révélées.



I - Typologie des installations sinistrées

▲ Destination des bâtiments

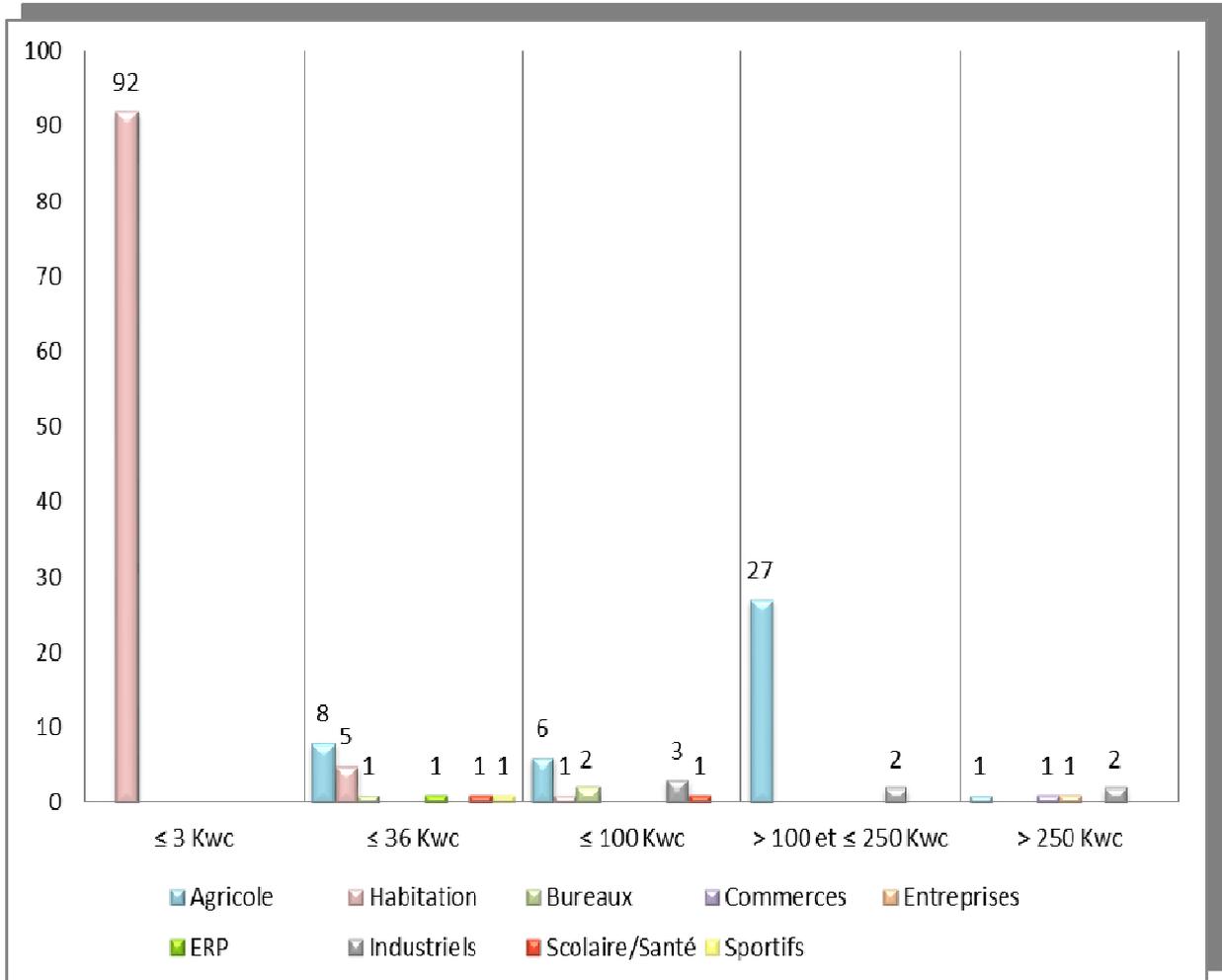
- 115 sinistres affectent des installations sur des habitations individuelles.
- sur les 75 sinistres restants, la majorité concerne des bâtiments agricoles (51 dossiers) puis dans de moindres proportions de bâtiment industriels, commerciaux, sportifs,...



Répartition des installations sinistrées par type de bâtiment



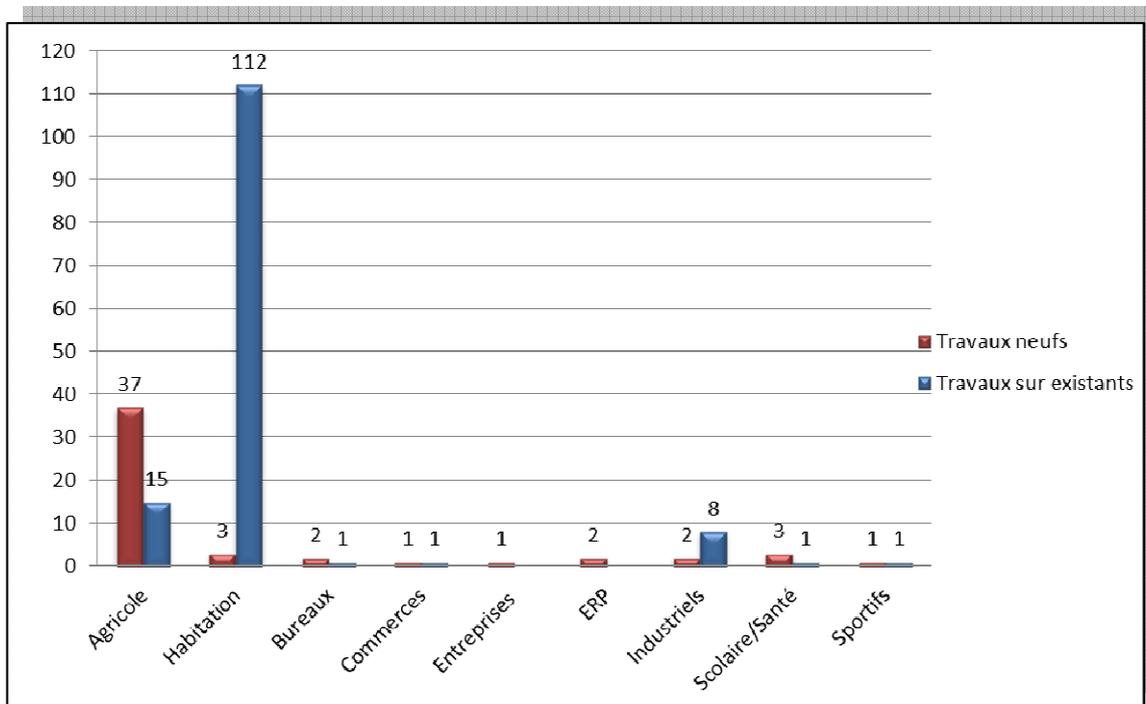
▲ Puissance des installations



Puissance des installations par type de bâtiments



▲ Nature des travaux



Dans 140 dossiers, il s'agit d'installations implantées sur des bâtiments existants.

112 sinistres concernent des bâtiments d'habitation.

Les installations sur des bâtiments neufs concernent pour moitié des centrales de production de forte puissance (entre 100 Kwc et 3000 Kwc).

Elles sont implantées majoritairement sur des bâtiments agricoles (37 dossiers) construits à cet effet.

A l'exception, notamment, des ERP où le contrôle technique est obligatoire, peu d'opérations sont soumises à l'examen d'un contrôleur technique.

Dans 35 dossiers, un contrôleur technique est intervenu :

- 32 pour des constructions neuves,
- 3 sur des bâtiments existants. Il s'agit principalement d'installations photovoltaïques de puissance importante (supérieure à 100 Kwc).

L'impact des travaux de mise en œuvre d'une centrale photovoltaïque et les modifications de charges sur l'ouvrage existant sont donc très rarement examinés et pris en compte.

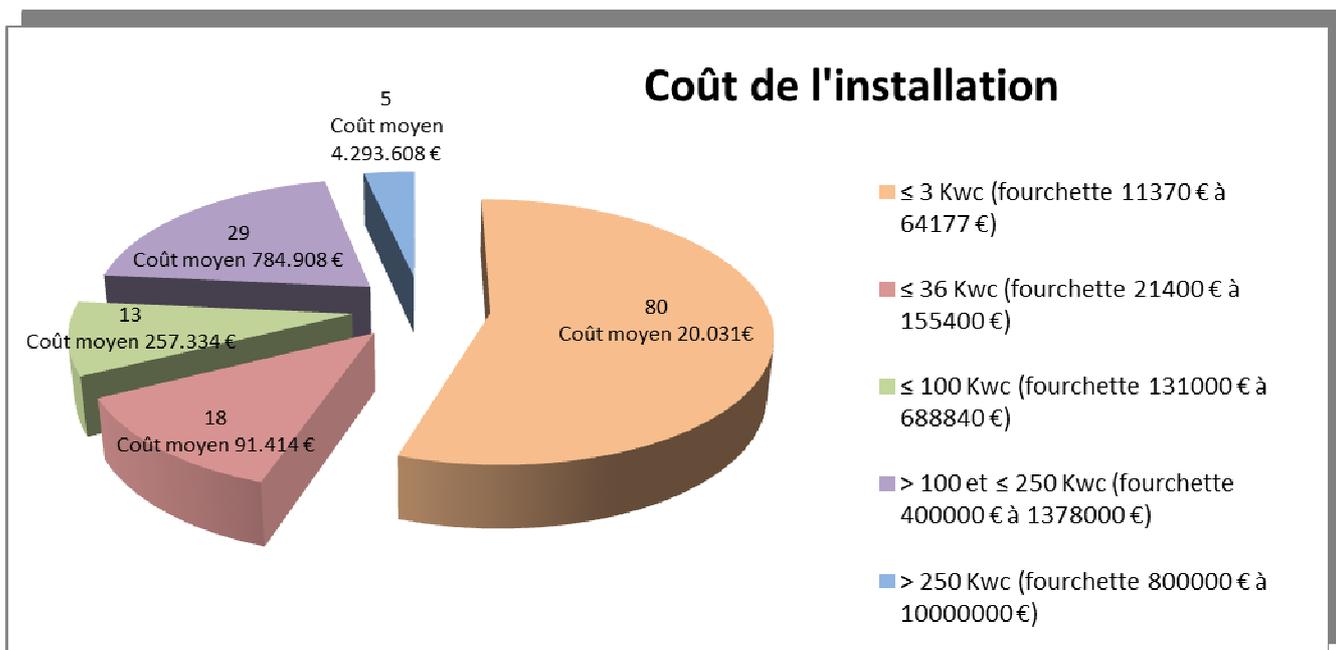
Sur seulement 3 constructions existantes, 2 bâtiments industriels et un bâtiment agricole, une étude de la compatibilité de la structure existante avec les travaux envisagés a été réalisée.

Cette situation s'explique par le fait que les installations sur des bâtiments existants concernent majoritairement des habitations individuelles, pour lesquelles l'intégration de la centrale photovoltaïque en toiture est réalisée généralement par une seule entreprise.



Pour autant, certains procédés peuvent générer des contraintes sur la structure existante et nécessite des vérifications préalables et une mise en œuvre scrupuleuse.

▲ Coût des travaux réalisés



Le coût moyen des installations a été établi sur les bases suivantes :

- 80 installations de puissance inférieure ou égale à 3 Kwc,
- 18 installations de puissance inférieure ou égale à 36 Kwc,
- 13 installations de puissance inférieure ou égale à 100 Kwc,
- 29 installations de puissance comprise entre 100 Kwc et 250 Kwc,
- 5 installations de puissance supérieure à 250 Kwc.

▲ Conception des installations

Pour tenter d'opérer une répartition des installations intégrées au bâti ou intégrées simplifiées, en sus des éléments techniques contenus dans les rapports examinés, nous nous sommes référés aux Avis techniques et Pass innovation des dispositifs qui en faisaient l'objet.

Notre analyse a été réalisée sur les critères techniques exclusivement. Nous n'avons pas retenu l'ensemble des critères définis dans l'arrêté du 12 janvier 2010, notamment l'usage du bâtiment, la puissance de l'installation et sa localisation qui n'ont d'impact que sur le tarif d'achat et non sur l'étude de pathologie des installations.



Sur les 195 dossiers :

- 143 dossiers concernent des installations intégrées simplifiées, principalement sur des bâtiments d'habitation, dont :

- ↳ 73 ont un Pass Innovation :

- 22 et 19 sinistres concernent respectivement 2 systèmes sous Pass Innovation
 - 16 sinistres concernent des systèmes sous 4 Pass Innovation différents

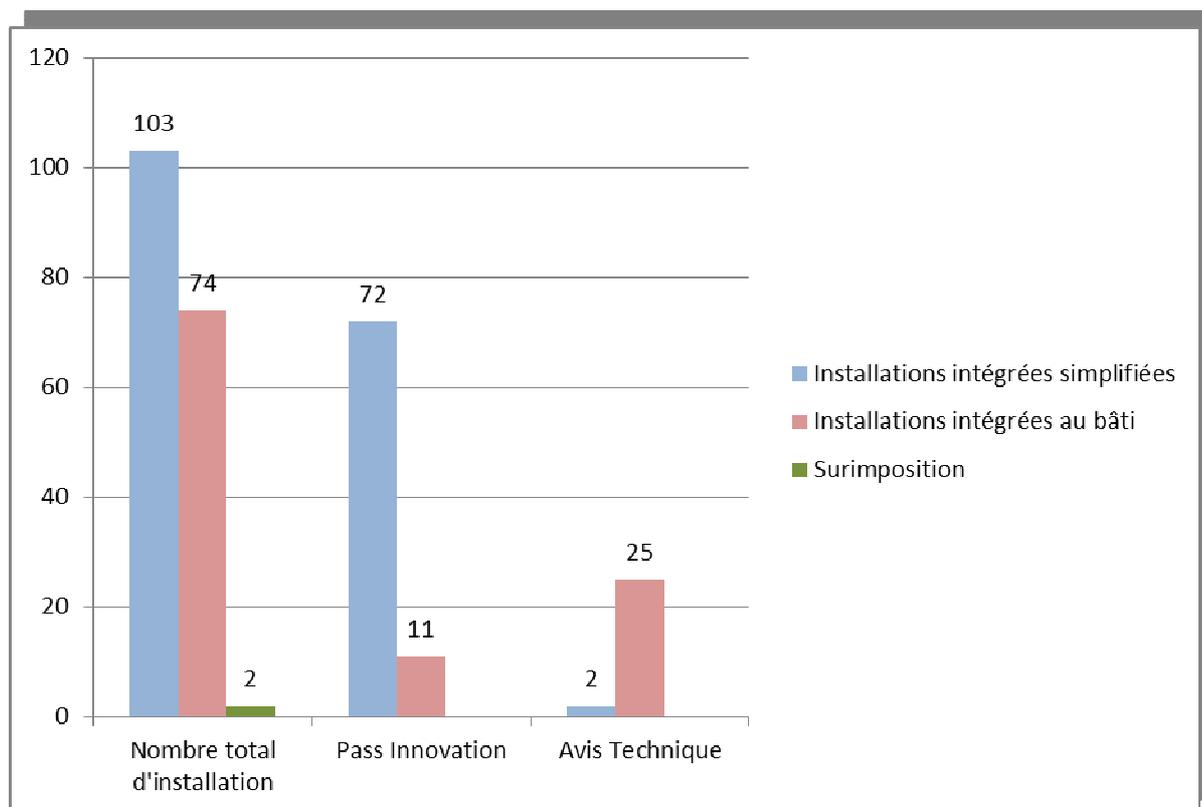
- ↳ 2 sont sous Avis Technique.

- 48 installations intégrées au bâti, principalement implantées sur des hangars, bâtiments industriels ou entrepôt, dont :

- ↳ 1 système a un Pass Innovation

- ↳ 24 sont sous Avis Technique

- 1 système en surimposition (installation en terrasse).





▲ Les intervenants – leur métier – leurs compétences

La mise en œuvre de panneaux photovoltaïques en toiture fait 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.

Il apparaît que les installations sont souvent mises en œuvre par une seule entreprise : les petites entreprises sur le marché du résidentiel et les moyennes et grosses entreprises sur les installations importantes.

Sur les 195 installations photovoltaïques, 134 ont été réalisées par des entreprises différentes.

Les entreprises, une vingtaine, ayant réalisé plusieurs installations ont généralement mis en œuvre le même produit sur un même type de bâtiment.

Les désordres affectant leurs installations sont identiques et trouvent leur origine dans la même cause, principalement un défaut d'exécution.

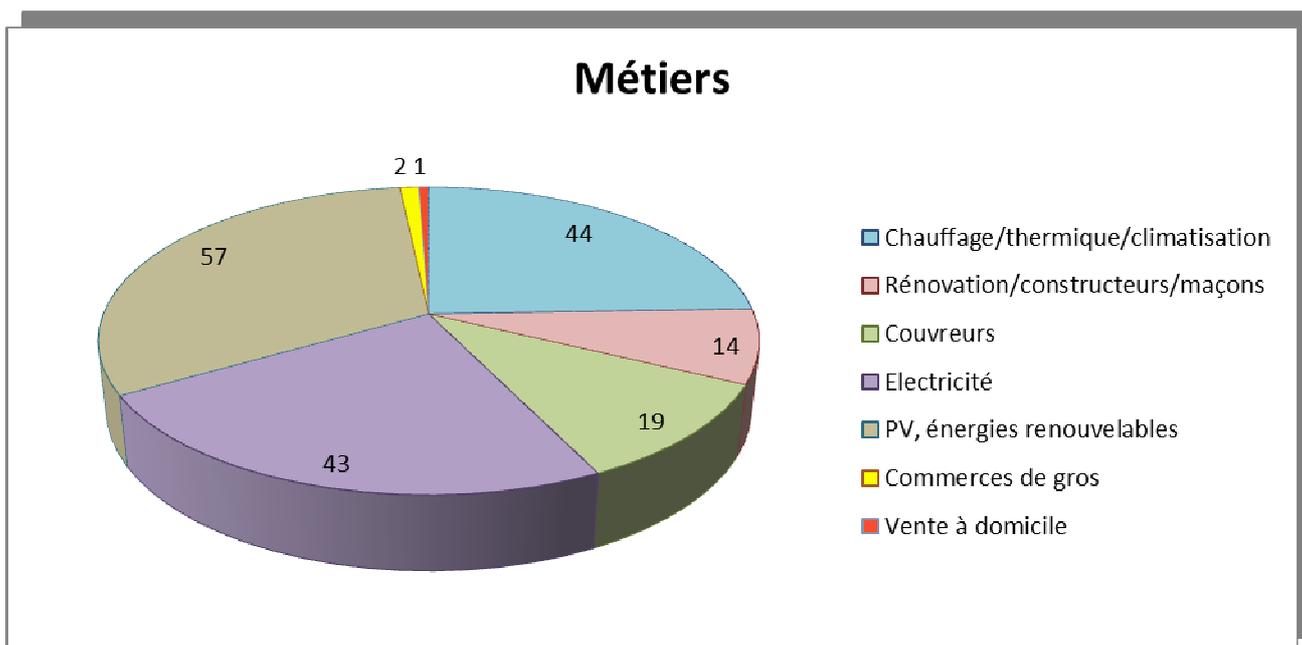
- 122 installations ont été réalisées par des SARL, EURL...
 - o dont 40 ont été mises en liquidation judiciaire ou ont été radiées dans les 24 à 48 mois après la fin des travaux.
 - o Parmi les 80 encore en activité,
 - 46 entreprises ne semblent disposer d'aucune qualification spécifique
 - 21 sont titulaires du certificat QualiPV, qui peut être obtenu. Il s'agit notamment d'entreprises ayant réalisé des installations en 2010 et 2011.
 - 13 entreprises affichent sur leur site avoir la qualification QualiPV, sans être, a priori, titulaires du certificat.
- 68 installations ont été réalisées par des SAS, SNC... parmi lesquelles figurent de grands groupes de la filière énergie par le biais de leurs filiales ou encore des entreprises spécialisées qui ont développé un produit ou un procédé photovoltaïque.
 - o 6 ont fait l'objet d'une liquidation judiciaire ou d'une radiation moins de 4 ans après la fin des travaux.
 - o Parmi les 62 entreprises encore en activité, nous avons trouvé un certificat QualiPV pour 8 d'entre elles.

Ce constat peut s'expliquer par le fait que la qualification QUALIPV est centrée sur l'habitation et le résidentiel avec des installations de puissance < 9 Kwc.



Il ressort, en outre, qu'indépendamment de la taille de l'entreprise, un quart des opérations ont été sous-traitées.

Le développement du photovoltaïque, à une période de morosité économique, a favorisé l'entrée sur le marché d'un grand nombre d'entreprises, parfois peu scrupuleuses, ne disposant pas toujours des compétences requises.



Répartition des entreprises installatrices par métier (déclaré RCS)

En France, chaque année environ 200 000 installations photovoltaïques sont raccordées au réseau ERDF.

La formation des entreprises en France :

La qualification QualiPV, délivrée par Qualit'Enr est composée de deux modules :

- QualiPV module Bat, attribué 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.
- QualiPV module Elec, attribué à des entreprises Qualisol disposant de moyens en interne pour installer dans le respect des règles de l'art, la partie électricité de tous types de systèmes photovoltaïques raccordés au réseau électrique dans l'habitat individuel et sur le territoire français.

Selon le rapport annuel de Qualit'Enr, en 2012, dans la filière photovoltaïque, 1.883 entreprises étaient qualifiées QualiPV fin 2012 : 1.326 en module Bât. et 1.640 en module Elec.

Il s'agit pour l'essentiel de petites entreprises de moins de 20 salariés.



Cette qualification délivrée sur la base de 4 ans fait l'objet d'un renouvellement annuel.

Un audit d'une installation, pour chaque entreprise qualifiée, est réalisé dans les 24 mois suivant sa qualification.

En outre, elles doivent faire l'objet d'un audit satisfaisant dans la période de 4 ans.

En 2012, les 294 audits réalisés sur des installations mises en œuvre par des entreprises qualifiées ont montré que pour 77,6 % des installations, les prestations étaient excellentes ou satisfaisantes et que 15,3 % de prestations étaient insuffisantes (une non-conformité majeure ou plusieurs non conformités mineures remettant en cause le bon fonctionnement de l'installation).

7,1 % de prestations se sont révélées défectueuses.

Depuis 2010, 3000 audits ont été réalisés dans le domaine photovoltaïque et la proportion d'audits non satisfaisants a notablement diminué ; elle est passée de 12 % en 2010 à 7,1 % en 2012.

Par contre, le nombre de qualifications demandées, et délivrées, suit la conjoncture de la filière photovoltaïque ; En 2012, il a chuté de 52 % et à octobre 2013, environ 1.000 entreprises sont qualifiées QualiPV.

La qualification des entreprises est d'autant plus importante, qu'en 2009, le Consuel avait fait un état des lieux alarmant puisque sur 2.341 installations contrôlées, 37 % (864 installations) posaient problème.

72 % d'entre elles étaient non conformes et présentaient des risques d'électrocution et un quart des risques d'incendie.

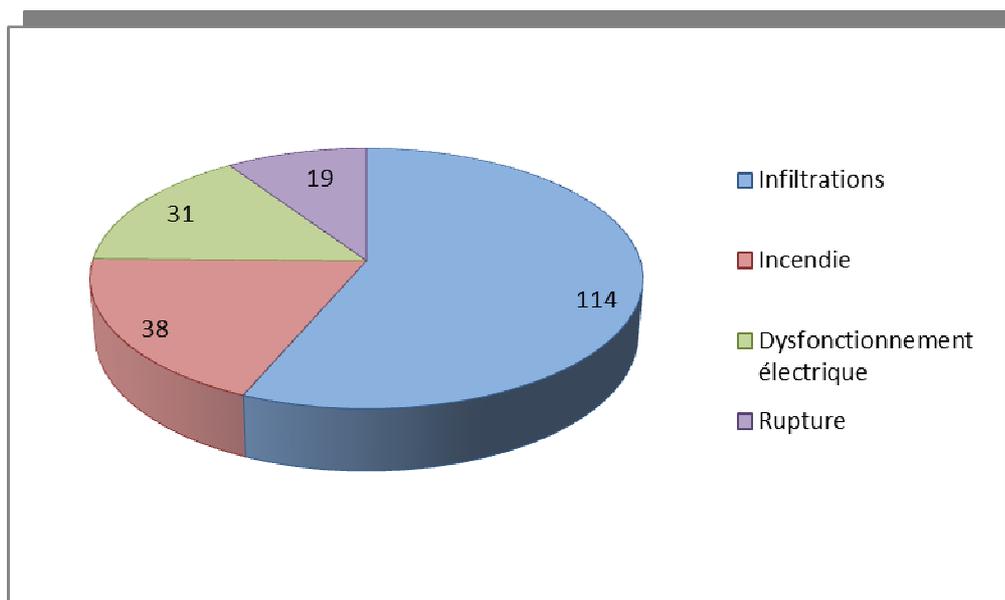
En 2014, la qualification des entreprises va devenir la règle pour les aides nationales (crédit d'impôts, éco-prêt à taux zéro) avec le principe d'éco-conditionnalité «Reconnu Garant de l'Environnement».



II – Etat des lieux des différentes pathologies

L'examen des rapports a permis de recenser 4 types de pathologies :

- défaut d'étanchéité (114 sinistres),
- incendie (38 sinistres),
- dysfonctionnement électrique (31 sinistres),
- rupture des modules (19 sinistres),



▲ Défaut d'étanchéité (114 sinistres)

- 88 sont dus à une mauvaise mise en œuvre (22 concernent un même procédé avec une déchirure de la membrane sous les panneaux) essentiellement à la jonction des modules à la toiture au niveau des abergements.
- 17 trouvent leur origine dans un défaut de conception/adaptation du produit soit à la toiture où ils sont mis en œuvre, soit au niveau du jointolement des panneaux entre eux.

Sur les 88 sinistres, 44 procédés avaient un Pass Innovation dont 12 Pass Innovation différents. 8 systèmes bénéficiaient d'un Avis Technique, dont 5 AT différents.

Dans plus de la moitié des installations, il n'y avait pas d'écran sous toiture.

▲ Incendie (38 sinistres)

- 24 sinistres sont dus à un défaut du produit dont 19 concernent les boîtiers d'un même procédé.
- 4 proviennent d'échauffement des panneaux ou des connecteurs.
- 4 ont pour origine une mauvaise mise en œuvre des connexions.



▲ Dysfonctionnements électriques (31 sinistres)

- 19 ont pour origine un défaut du produit -module ou boîtier- (10 concernent les boîtiers d'un même procédé). Les défauts sur les onduleurs sont à l'origine de 4 sinistres.
- 6 ont pour origine une mauvaise mise en œuvre soit au niveau de l'installation électrique, soit au niveau des modules ayant entraîné des dysfonctionnements de l'installation :
 - erreur de connexion (phase inversée...),
 - onduleur mal installé.
- 3 proviennent d'un défaut de conception, notamment une mauvaise orientation ou implantation de l'installation, entraînant une insuffisance de production, ou encore un masque provoquant une résistivité excessive avec échauffement des autres modules.

▲ Rupture des modules (19 sinistres)

- 11 ont pour origine un défaut d'exécution imputable à l'installateur (dans 8 dossiers l'installation a été réalisée par la même entreprise). Il s'agit notamment d'une mauvaise mise en œuvre des fixations.
- 5 peuvent être attribués à un défaut de conception/d'adaptation du procédé au site (poids de neige ou vent entraînant la rupture des panneaux ou de leurs fixations).
- 2 sont dus à un défaut du produit (inclusion dans le vitrage).

▲ Coût de réparation

Le coût moyen de réparation des désordres d'étanchéité des installations s'établit à 8.200 €. Il s'agit principalement de travaux de reprise ponctuelle de l'étanchéité. Certains systèmes endommagés (perçement de la membrane....) nécessitent des travaux plus importants avec la dépose et repose des modules pour la réfection de l'étanchéité.

Le coût moyen des travaux de mise en conformité ou remise en état des installations électriques se situe aux alentours de 6.400 €.

Pour les sinistres d'incendie qui représentent les coûts de réfection les plus importants (reconstruction des bâtiments détruits...), le coût moyen est de 193.000 €, soit 10 fois le coût moyen d'une installation de 3 Kwc.

En outre, la disparition des entreprises installatrices avant sinistre entraîne des coûts de réparation plus élevés. Les entreprises intervenant en réparation sur des installations existantes déposent plus largement l'installation pour la reprendre.



III – Identification des causes potentielles

Deux types de pathologies affectant principalement les installations photovoltaïques : des infiltrations et les désordres électriques.

▲ Défaut d'étanchéité

- ✓ Sur les 114 sinistres d'infiltrations, 83 concernent des bâtiments d'habitation. Il s'agit quasi exclusivement de bâtiments existants sur lesquels sont implantées de petites installations (inférieures à 3 Kwc), seuls deux dossiers concernent des constructions neuves.

Les désordres proviennent essentiellement des défauts de raccordement des supports aux couvertures constituées de matériaux très divers (ardoise, tuiles plates, tuiles canal...).

Le recouvrement au niveau des abergements périmétriques est souvent mal réalisé.

Le non-respect des préconisations techniques lors de la mise en œuvre des supports d'intégration :

- clouage du kit sur les liteaux (non emploi des vis préconisées),
- serrage excessif des vis entraînant une déformation du support créant des points d'infiltration (serrage à la clef dynamométrique préconisé non respecté),
- percement de la membrane d'étanchéité (utilisation de vis trop longues, mise en place des chemins de câbles électriques).

Les modules sont souvent mis en œuvre sur des kits d'intégration dont les préconisations de mise en œuvre ne sont pas respectées par les installateurs.

En outre, sur les 83 entreprises intervenantes, seules 15 sont des entreprises de couverture, dont une seule aurait une qualification Qualibat.

- ✓ 31 sinistres affectent d'autres types de bâtiments dont 13 bâtiments existants et 18 bâtiments neufs.



▲ Dysfonctionnement électrique/incendie

S'agissant des désordres de nature électrique entraînant une perte de production, ou générateurs d'incendie, ils touchent pour moitié des bâtiments d'habitation et des bâtiments agricoles.

La qualification de l'installateur n'a pas d'impact dès lors où un défaut du produit (module, boîtier ou onduleur) est à l'origine du désordre.

Elle est par contre primordiale dans la conception de l'installation : implantation, dimensionnement, facteurs déterminants sur la production et la durée de vie de l'installation.

Dans les 8 sinistres imputables à mauvaise exécution (défaut de connexion, absence de terre, inversion des phases..), 5 opérations ont été sous-traitées.

Pour les installations réalisées en direct, seule une entreprise dispose d'une qualification QualiPV, les autres n'ont a priori pas de compétence d'électricien.

Parmi les 5 sous-traitants, seules deux entreprises affichent une compétence en électricité dont une dispose d'une qualification Qualifelec SPV, les autres ont une compétence en thermique/climatisation, énergies renouvelables, voire aucune (entreprise de construction).

Facteurs aggravants potentiels recensés

L'analyse des 195 dossiers sinistres a mis en évidence différents facteurs ayant un rôle aggravant dans la réalisation des sinistres affectant les installations photovoltaïques en toiture.

- ↪ *l'absence ou l'insuffisance de compétence des entreprises intervenant sur des ouvrages existants :*
 - mauvais calepinage entraînant un défaut de recouvrement entre le dispositif et la toiture. Défaut récurrent constaté pour les toitures équipées de tuiles canal.
 - Absence de prise en compte des charges supplémentaires induites par l'installation qui impactent la stabilité de la structure existante.

- ↪ *non-respect des préconisations de conception ou de mise en œuvre figurant aux Avis Techniques, Pass Innovation ou notice d'installation :*
 - absence de prise en compte des contraintes supplémentaires sur la structure,
 - mise en œuvre avec un outillage inadéquat (serrage à la clef dynamométrique non respecté,..)
 - élément de fixation inapproprié (clous au lieu et place de vis auto-taraudeuses....).

- ↪ *non-respect des normes :*
 - non-respect du guide UTE C 15-712-1.

- ↪ *absence de maintenance des installations :*
 - non-respect du guide UTE C 15-712 et de la norme C 15-100.



Facteurs aggravants potentiels liés au type d'installation

Bien que nous ayons trouvé peu de données en France sur des sinistres en installation photovoltaïque surimposée, nous avons tenté d'identifier les éléments qui, dans les différents systèmes, peuvent constituer d'éventuels facteurs aggravants dans la réalisation de sinistres.

↳ *Défauts d'étanchéité :*

- Les installations surimposées ne jouant aucun rôle de clos et couvert du bâtiment, elles présentent à l'évidence un avantage indéniable et sont génératrices de peu de sinistres de ce type.

Seule une mauvaise mise en œuvre des pates de fixation du cadre sur la structure porteuse peut être à l'origine d'infiltrations ponctuelles.

- Pour les systèmes intégrés au bâti qui assurent l'étanchéité du bâtiment, l'absence d'entretien des installations constitue un facteur aggravant des sinistres d'étanchéité. L'accumulation de poussières, feuilles, peuvent obstruer les profilés drainants et entraîner à moyen et long terme des infiltrations.

↳ *Solidité de l'ouvrage :*

- Les systèmes surimposés présentent un risque plus grand pour la stabilité et la solidité de l'ouvrage.

Leur implantation sur des ouvrages existants génère des charges supplémentaires à la structure. Une étude de l'incidence de ces charges nouvelles sur les éléments porteurs existants est incontournable.

- Sont également à considérer les conditions climatiques (vent, neige) qui peuvent endommager la structure et l'installation.

↳ *Dysfonctionnement électrique et incendie :*

- L'espace entre la toiture et les capteurs des systèmes surimposés permet d'assurer une ventilation naturelle des systèmes de nature à limiter le risque d'échauffement et en cas, d'incendie ayant pour origine un départ de feu au niveau des panneaux eux-mêmes, le revêtement de la toiture (tuile, ardoise...) peut jouer un rôle de pare-feu, même si la lame d'air a un effet « cheminée ».

- A l'inverse, en cas d'incendie, les systèmes intégrés favorisent la pénétration du feu à l'intérieur des bâtiments.

Les sinistres générateurs d'incendie se produisent essentiellement en pleine journée où les panneaux sont en production maximale, ce qui induit un important échauffement des connexions électriques.

Dans les sinistres ayant pour origine un défaut du boîtier de connexion, il apparaît que les installations intégrées jouent un rôle important dans l'importance et la propagation des sinistres d'incendie.

Les boîtiers de connexion, en plastique, sont en contact direct avec le film d'étanchéité.



L'échauffement puis la combustion des boîtiers entraîne une inflammation du film qui favorise la propagation de l'incendie en sous face de la toiture.

- La difficulté de maintenance et d'entretien des éléments électriques (connexions, boîtiers, câbles..) inaccessibles une fois les panneaux installés, l'absence de dispositifs de sécurité ou d'alerte sur des dysfonctionnements favorisent les risques d'incendie.

Une vérification régulière des câbles, du serrage des connexions, des fusibles et disjoncteurs ainsi que des onduleurs (empoussièrement des orifices de ventilation à l'origine de surchauffe) sont de nature à diminuer ces risques.

Ces vérifications, dont le coût peut être élevé en raison des difficultés d'accès selon le type d'installation, n'ont aucun caractère obligatoire et ne sont pas souvent, sinon rarement, réalisées.

La composition des matériaux joue également un rôle important dans la propagation des incendies et donc sur la sécurité des personnes, notamment pour les installations sur les bâtiments d'habitation.

Facteurs aggravants liés aux produits

En 2010, Ineris et le CSTB ont établi un rapport sur les risques d'incendie liés à l'installation et l'utilisation de panneaux photovoltaïques sur différents types de bâtiments, (ERP, habitations, industriels).

Ce rapport a mis évidence le rôle dans la conception des produits (cellules encapsulées entre deux vitrages, avec un vitrage en face supérieure et un film polymère en sous face..), des matériaux (inflammabilité), l'incidence des types de supports (charpente bois, métallique..) ainsi que la configuration des systèmes (mise en œuvre sur liteaux, bac acier,..) dans les sinistres d'incendie.

Les essais réalisés ont notamment révélé que l'importance de l'incendie et la propagation du feu varie selon la conception des modules installés, leur mode de mise en œuvre (kit d'intégration, écran sous toiture..) et la nature des matériaux à proximité (charpente bois, type d'étanchéité..)

Les essais réalisés sur une maquette d'habitation, ont montré que les panneaux jouaient un rôle négatif dans l'augmentation de la température dans les combles. La température critique pour les occupants a été atteinte 2 fois plus vite en raison de la combustibilité élevée de l'étanchéité préconisée par le fournisseur.

Dans les bâtiments d'habitation, le pouvoir calorifique des éléments peut s'avérer très important en raison de la nature des différents éléments support de l'installation : charpente bois, présence potentielle d'isolation combustible telle que le polystyrène, support et cadres des modules, de boîtiers de connexion arrières en PVC.

Les préconisations des fabricants doivent donc s'étendre à l'ensemble du dispositif mis en œuvre sur l'existant et ne pas se limiter aux seuls panneaux photovoltaïques.

Il en est de même pour les processus d'évaluation et de contrôle des produits et dispositifs.



A la lumière des sinistres, qu'ils aient pour origine une défaillance humaine ou un défaut du produit, les processus d'évaluation et de contrôle apparaissent insuffisants.

- Les Pass Innovation lancés en 2008 devaient être une étape facultative, préparatoire à l'Avis Technique. Ils permettent d'obtenir, dans un délai d'instruction rapide à un coût raisonnable, une évaluation technique, valable 2 ans, d'un produit mis sur le marché.

Les évaluations techniques traitent principalement l'aspect solidité du couple module/système d'intégration sur la structure. Sur la sécurité électrique du champ photovoltaïque, nous avons relevé dans des Pass Innovation qu'ils renvoyaient d'une part à la conformité des modules à la norme NF EN 61646 et précisaient que dans le cadre d'une évaluation ultérieure de type Avis Technique, les câbles utilisés, la nature et l'indice de protection électrique des connecteurs devront être définis.

- Quant à la certification des modules, les tests réalisés en laboratoire ne sont pas représentatifs de leur comportement in situ.

La norme IEC 61-215 parue en 2005 a été établie à partir des retours d'expérience des champs photovoltaïques au sol.

Il est établi aujourd'hui que la température en sous face des panneaux mis en œuvre en toiture pouvait atteindre des températures largement supérieures aux 85°C des essais réalisés.

Les perspectives

Le photovoltaïque joue un rôle important pour améliorer les performances énergétiques du bâti.

Les industriels développent des systèmes constructifs pour l'industrie du bâtiment et proposent de nombreux produits à intégrer dans l'architecture (tuiles, vitrages, façades, garde-corps, brise soleil...). Le photovoltaïque devient un composant de l'enveloppe du bâtiment.

La réglementation tarifaire qui favorise l'intégration au bâti implique de renforcer la qualité et la pérennité des produits photovoltaïques mis en œuvre.

Des dispositifs ont été mis en place ces 3 dernières années.

Le décret du 22 mars 2010 a instauré l'obligation de délivrer une attestation de conformité par le Consuel pour toute installation de production de moins de 250 KVA.

Depuis septembre 2011, afin de renforcer la sécurité des installations et l'autocontrôle des intervenants, deux nouveaux dossiers techniques ont été établis, selon la présence ou non de protections contre les surintensités sur les circuits en courant continu (d'après les règles définies dans le guide UTE C15-712-1). Le dossier technique approprié à l'installation doit être obligatoirement joint à l'attestation de conformité.

Fin 2011, le Syndicat des Energies Renouvelables a lancé la marque de qualité AQPV.

L'objectif est de promouvoir la mise sur le marché français de modules présentant des critères de qualité renforcés par rapport à la réglementation en vigueur et de garantir leur origine.



Un label AQPV contractant général est également lancé. Il permettra aux Bureaux d'Etudes d'accéder à une certification qui englobera l'installation électrique, la pose, l'exploitation et la maintenance.

L'arrêté du 7 janvier 2013 a introduit une bonification de 5 à 10% du tarif d'achat pour les modules photovoltaïques certifiés « made in Europe » par un organisme certificateur européen.

Elaboration du Guide RAGE, destiné aux entreprises réalisant des installations photovoltaïques en toiture inclinée.

Il apparaît également indispensable d'améliorer et de développer les dispositifs existants :

- qualification des entreprises et renforcement des contrôles in situ des installations réalisées (Qualit'Enr, consuel..),
- renforcement des évaluations techniques sur la sécurité électrique des installations,
- renforcement des essais dans le cadre de la certification pour une meilleure prise en compte du comportement des produits et des risques associés dans leur environnement,
- développement de systèmes de contrôle, de détection de dysfonctionnement, de surveillance et de mise en sécurité des installations,
- incitation à la maintenance, essentielle pour la durabilité et la sécurité des installations,
- évolution des textes normatifs et des référentiels.

Le développement du photovoltaïque au service de la performance énergétique dans le bâtiment implique de valider la sécurité et la durabilité des solutions proposées.

Françoise Sonntag, expert

*Nota : les données externes contenues dans ce rapport proviennent des sites :
Du Ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie
De la Direction Générale de l'Energie et du Climat
Photovoltaïque.info
Ineris*

Nous vous rappelons que cette mission ne peut s'apparenter à une mission de maîtrise d'œuvre ou à une mission d'architecte.

