

PHOTOVOLTAÏQUE

QUELLES MÉTHODES DE DÉTECTION DES DYSFONCTIONNEMENTS ÉLECTRIQUES ?

TEXTE : AQC
PHOTOS ET
ILLUSTRATIONS :
AQC, UPPERVIEW
PRODUCTIONS

Dans une nouvelle étude dédiée aux installations photovoltaïques en toiture, l'AQC dresse un catalogue de 27 fiches détaillant, entre autres, les principes de fonctionnement et les préconisations de mise en œuvre des méthodes de détection vis-à-vis des dysfonctionnements électriques.

En 2017, l'AQC diligentait une étude dont l'objectif était de recenser l'ensemble des dysfonctionnements électriques pouvant survenir sur une installation photovoltaïque (PV), de les caractériser et d'ouvrir sur les bonnes pratiques permettant de diminuer ce risque électrique (1). Dans la continuité, et pour poursuivre ce travail d'observation et de retour d'expériences visant à améliorer et sécuriser la mise en œuvre des installations PV en toiture, l'AQC a confié en 2018 une nouvelle étude à la même structure Hespul, spécialisée dans le développement des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique.

L'objet de cette étude est de proposer un état des lieux détaillé des méthodes de détection des dysfonctionnements électriques qui ont été développées pour les installations PV installées en toiture, qu'elles soient intégrées au bâti ou en surimposition. Plus exactement, il existe à la fois des systèmes de détection de dysfonctionnement et des systèmes de protection permettant de minimiser les risques électriques. La méthode de détection est ici définie comme une « méthode, manuelle ou automatisée, permettant de détecter un ou plusieurs dysfonctionnements d'un système, et d'en informer l'utilisateur ». La méthode de protection, pour sa part, est conçue afin de détecter un ou plusieurs types de dysfonctionnements, et d'effectuer une action protectrice pour l'installation en cas de déclenchement (par exemple fusible, parasurtenseur...). La notion d'information de l'utilisateur n'est plus forcément intégrée à ces systèmes. Elle est définie comme un « système dont l'état est modifié lors de la réception d'un signal indiquant un

dysfonctionnement de l'installation, et permettant la mise en sécurité de cette dernière vis-à-vis du risque engendré ». Ces deux systèmes sont étudiés conjointement dans l'étude.

“L'étude bibliographique menée a été complétée par une étude de terrain avec la réalisation d'entretiens avec les professionnels de la filière”

Cinq grandes familles de méthodes de détection

L'étude bibliographique menée et synthétisée dans le document a permis de faire un état de lieux des méthodes de détection de dysfonctionnements électriques. Elle a été complétée par une étude de terrain avec la réalisation d'entretiens avec les professionnels de la filière. Ces derniers apportent notamment des retours d'expérience sur la pertinence des différentes solutions au regard de la typologie d'installation.

Cinq grandes familles de méthodes se dégagent ainsi :

- l'inspection visuelle regroupe les méthodes consistant à observer le système PV directement sur site, que ce soit par le propriétaire ou un professionnel ;
- les méthodes de contrôle des modules permettent grâce à des techniques d'imagerie assez poussées (thermographie active modulée, électroluminescence ou autre) de discerner des anomalies au niveau des modules photovoltaïques. Si elles sont historiquement pratiquées en laboratoire, des cabines de contrôle mobiles existent également ;



[1] Voir l'article « Les enseignements d'une étude sur les dysfonctionnements électriques » publié dans le n° 167 de Qualité Construction (mars-avril 2018, pages 25 à 32). L'étude Dysfonctionnements électriques des installations photovoltaïques : points de vigilance est téléchargeable sur le site www.qualiteconstruction.com, à la rubrique « Nos Ressources ».



TABLEAU N° 1

LISTE DES MÉTHODES DE DÉTECTION DES DYSFONCTIONNEMENTS ÉLECTRIQUES DES INSTALLATIONS PHOTOVOLTAÏQUES

FAMILLE	MÉTHODE DE DÉTECTION
INSPECTION VISUELLE	Inspection visuelle simple
	Inspection visuelle professionnelle
	Thermographie infrarouge
CONTRÔLE DES MODULES	Thermographie active modulée (LIT)
	Thermographie pulsée
	Électroluminescence
	UV Fluorescence
ESSAIS ÉLECTRIQUES	Traceur U-I
	Test de continuité électrique
	Essais côté courant alternatif
	Essais côté courant continu
	Essai de polarité
	Essai de tension de circuit ouvert
	Essai de courant de court-circuit
	Essai de résistance d'isolement
	Essai d'isolement humide
MONITORING	Relevé mensuel
	Monitoring onduleur
	Monitoring courbe U-I
	Plateforme de monitoring
PROTECTION	Détection d'arc électrique au niveau onduleur
	Détection d'arc électrique au niveau modules
	Fusible
	Disjoncteur
	Parafoudre
	Coupure d'urgence
Protection de découplage	

Source : Méthodes de détection des dysfonctionnements électriques des installations photovoltaïques (AQC/Hespul - 2018).

- les tests électriques regroupent l'ensemble des mesures électriques qui peuvent être relevées lors d'une visite de maintenance sur site. Le contrôle des valeurs mesurées permet de s'assurer du bon fonctionnement de l'installation ;
- le monitoring englobe l'ensemble des méthodes permettant d'avoir une vision déportée du fonctionnement d'une installation photovoltaïque ;
- la protection électrique des installations permet de circonscrire certains défauts. Installés sur les installations photovoltaïques, ces mécanismes sont déclenchés lors de l'observation d'un signal anormal et permettent de sécuriser l'installation.

Un catalogue de 27 fiches

Ces cinq familles regroupent 27 méthodes de détection de dysfonctionnement (voir tableau n° 1 ci-contre). Chaque méthode fait alors l'objet d'une fiche descriptive qui synthétise les principales informations à retenir sur celle-ci :

- une description technique détaillée qui présente les principes généraux de la méthode et de son fonctionnement ;
- des préconisations pour la mise en œuvre de la méthode, et notamment une présentation de certaines règles à respecter pour s'assurer de la qualité des résultats obtenus ;
- une liste exhaustive des différents défauts qui peuvent être détectés par la méthode présentée.

L'étude dresse ainsi un catalogue de 27 différentes méthodes de détection ou protection existantes (voir l'illustration n° 1 ci-contre présentant un exemple de fiche). En plus des informations précédentes, chaque fiche caractérise la méthode de détection en fonction de quatre principaux critères qui sont ressortis lors de l'étude :

- la disponibilité caractérise la mise en œuvre de la méthode, qui peut être active en continu (exemple : outil de monitoring), ou qui nécessite un déplacement sur site (exemple : thermographie infrarouge) ;
- la maturité caractérise le degré de maturité du développement de la solution, ce qui permet de distinguer les solutions avec un fort retour d'expérience et pouvant être installées aujourd'hui de celles qui seront disponibles au grand public dans le futur ;
- le coût représente le coût total de détection et prend donc en compte les coûts matériels, d'abonnement ou humains. Son évaluation ne peut pas être exacte en raison de la diversité des offres de marché, et est donc qualitative au regard des informations recueillies ;
- le périmètre donne une indication sur les typologies de défauts qui peuvent être détectés : module, système de protection, connectique et câblage, onduleur.

Ces indicateurs clés sont reliés à une échelle de notation, permettant de se faire une idée rapide de l'utilisabilité de la méthode (le coût, à titre d'exemple, se répartit en coût nul ou très faible, moyen ou très important). L'étude *Méthodes de détection des dysfonctionnements électriques des installations photovoltaïques* sera bientôt téléchargeable sur www.qualiteconstruction.com, à la rubrique « Nos Ressources ». ■

Exemple de fiche descriptive d'une méthode de détection de dysfonctionnement électrique

1

THERMOGRAPHIE INFRAROUGE

Famille Inspection visuelle

2

Évaluation	Disponibilité	Maturité	Coût	Périmètre
	D	2	€€	C0

Mots clés Maintenance préventive ; thermographie ; chaleur

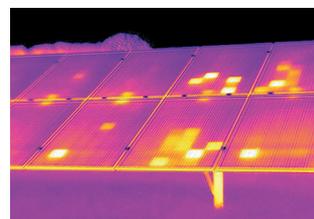


Photo © Upperview Productions

3

CARACTÉRISATION

Description technique

L'Afnor définit la thermographie comme la « technique permettant d'obtenir, au moyen d'un appareillage approprié, l'image thermique d'une scène observée dans un domaine spectral de l'infrarouge ». L'analyse des inhomogénéités de température de l'installation pourra permettre de déceler différents défauts : si la température d'un module est significativement plus haute que celle des autres, cela peut indiquer que ce module est en circuit ouvert, et qu'il y a donc un problème de câblage.

Les conditions de réalisation d'une thermographie sont importantes pour s'assurer de la qualité des résultats, mais aussi être capable d'effectuer des comparaisons dans le temps. D'après l'étude d'Hespul réalisée en 2017, les conditions suivantes permettent d'effectuer de bonnes mesures :

- jour de ciel clair, et irradiation lors de la mesure supérieure à 700 W/m² ;
- température ambiante et vitesse de vent faibles ;
- angle de prise de vue supérieur à 60°, et le plus proche possible de 90°, par rapport à la zone inspectée ;
- réglages de la caméra effectués avec les mesures du site.

Mise en œuvre

Pour réaliser l'image thermographique d'une installation, le déplacement d'un professionnel sur place est nécessaire, avec les équipements (caméra thermique) et qualifications (formation au référentiel APSAD D19) adéquates. Toutes les composantes de l'installation ne pourront être observées avec la même facilité :

4

- les connectiques dans les boîtes de jonction, le point de livraison, les différents raccordements hors toitures sont accessibles assez facilement, et la thermographie réalisable donc assez rapidement ;
- la toiture est difficilement accessible, et la réalisation d'une thermographie de celle-ci nécessite l'utilisation d'un drone, ou un accès face à la toiture. En cas d'utilisation de drone, l'utilisation d'une caméra de qualité et la pratique d'un vol à basse altitude sont nécessaires à l'obtention d'une image précise des modules ;
- les connectiques et arrières des panneaux ne peuvent pas être testés sans qu'ils ne soient déposés.

Le coût associé à la thermographie dépend à la fois de la facilité de réalisation de celle-ci, mais aussi de la prestation d'analyse proposée. Les rapports d'analyse thermographique doivent être consignés avec l'ensemble des documents liés à l'installation : à chaque nouvelle prestation, une comparaison des résultats aux données précédentes permet de mettre en avant les évolutions des composants de l'installation.

5

Cadre normatif

NF A09-421 ; APSAD D19 ; NF EN 62446-1 ; IEC TS 62446-3

Défauts détectés

6

Module	Sectionnement des connexions entre cellules ; fissures de cellules ; point chaud ; délamination ; diode bypass défectueuse ; ombrage ; mismatch ; sous-ventilation des modules PV.
Onduleur	Surchauffe.
Connectique	Connecteurs incompatibles, mal montés ou dégradés ; câbles CC mal dimensionnés ; borniers CC défectueux.
Système de protection	-

1 Nom de la méthode.

2 Caractérisation en fonction des indicateurs clés : disponibilité, maturité, coût et périmètre.

3 Description technique détaillée de la méthode et principe du mécanisme de détection.

4 Préconisations de mise en œuvre.

5 Cadre normatif.

6 Ensemble des défauts détectables par la méthode, classés par famille.