

Utilisation de caméras infrarouges pour l'entretien des centrales photovoltaïques

Note d'application



Au cours des dix dernières années, la demande croissante en énergie a entraîné l'apparition de nouvelles sources d'énergie afin de remplacer le pétrole. Plusieurs technologies utilisant des énergies renouvelables, telles que les énergies éolienne, marémotrice ou solaire, ont été mises au point.

L'utilisation du rayonnement solaire pour produire de l'électricité à l'aide de systèmes photovoltaïques s'est largement répandue au cours des cinq dernières années. Cette évolution s'explique par plusieurs facteurs, notamment la maturité de cette technologie et les aides financières offertes par les gouvernements. Ce développement a conduit à l'émergence de nombreuses entreprises spécialisées dans la conception, l'installation et la gestion de parcs ou de fermes solaires. Prenons le cas de l'Espagne pour illustrer le développement du secteur photovoltaïque. Ce pays est actuellement l'un des principaux producteurs d'énergie photovoltaïque dans le monde. On estime en effet sa puissance installée à 3 200 MW (pour l'année 2008, la puissance installée en Espagne était d'environ 2 500 MW).

Ces installations doivent bien entendu offrir un retour sur investissement suffisant pour être rentables. Par conséquent, plusieurs facteurs entrent en ligne de compte. Ces installations doivent notamment fonctionner parfaitement, ce qui signifie que l'ensemble de la centrale doit fournir des performances optimales, tout particulièrement si le coût de l'électricité solaire est plus élevé que celui d'autres technologies plus traditionnelles.

Installations photovoltaïques

A la base, une installation photovoltaïque est constituée de panneaux photovoltaïques fixés sur des structures adaptées, d'onduleurs qui convertissent la tension continue produite par les panneaux solaires en tension alternative, de systèmes

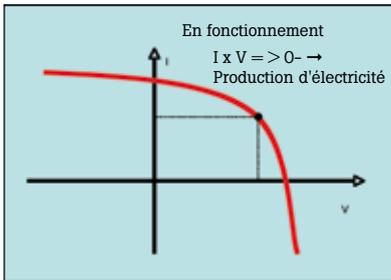
d'orientation des panneaux selon le type d'installation, de câblage et de systèmes de protection, ainsi que d'éléments à moyenne tension dans le cas où le système est connecté à un réseau industriel. Tous ces éléments forment un système qui, s'il fonctionne correctement, offre un retour sur investissement dans les délais prévus.

Panneaux photovoltaïques

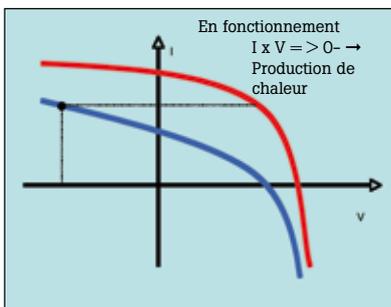
Un système de panneaux photovoltaïques est constitué de panneaux ou de modules qui contiennent des cellules composées de matériaux semi-conducteurs sensibles au rayonnement solaire. Ces cellules génèrent une tension continue. Elles peuvent utiliser différentes technologies, notamment le silicium polycristallin, la technologie à couches minces, le tellurure de cadmium ou l'arséniure de gallium, chacune ayant un rendement spécifique.

Ces cellules sont groupées au niveau du panneau en une ou plusieurs séries parallèles, suivant le niveau de tension et de courant souhaité. Dans des conditions normales, chaque cellule photovoltaïque génère une tension lorsqu'elle reçoit un rayonnement solaire. Les tensions additionnées de l'ensemble des cellules de la série du panneau produisent une tension de sortie, que l'onduleur convertit en tension de sortie alternative.

Le rapport entre la tension et le courant fournis par la cellule s'observe sur sa courbe caractéristique I-U. Si la cellule reçoit un rayonnement solaire, la valeur de IxU sera supérieure à zéro, en d'autres termes, il y aura production d'électricité.



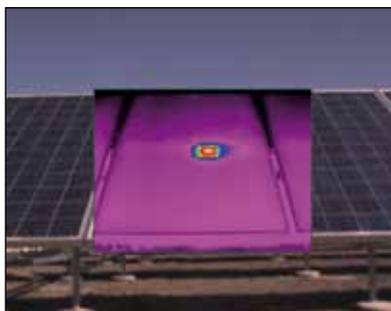
Cellule recevant un rayonnement solaire



Cellule ne recevant aucun rayonnement solaire ou cellule défectueuse

Lorsqu'une cellule ne fonctionne pas ou ne produit pas d'énergie parce qu'elle ne reçoit aucun rayonnement solaire, sa polarité peut s'inverser. Elle ne fonctionne alors plus comme un générateur, mais comme un chargeur, ce qui peut entraîner une importante dissipation de chaleur.

Il est très facile de détecter ce type de situations grâce à une caméra infrarouge Fluke dotée de la technologie IR-Fusion®.

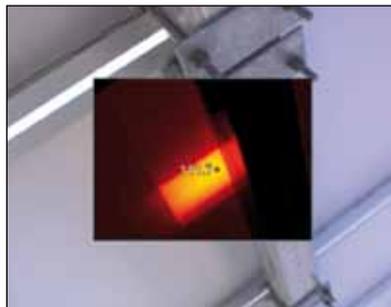


Panneau photovoltaïque comportant une cellule défectueuse

La caméra infrarouge Fluke capture à la fois un thermogramme totalement radiométrique et une image en lumière visible. Elle les superpose ensuite pixel par pixel avec différents degrés de translucidité. L'image obtenue indique les températures de surface de l'objet concerné (ici, les

panneaux photovoltaïques) en utilisant une des palettes de couleurs choisies par l'utilisateur. Les températures sont représentées par différentes couleurs et par une image en lumière visible qui permet d'identifier les éléments. Grâce au thermogramme, il est possible d'observer la surchauffe des cellules défectueuses, comme l'illustre l'image ci-contre.

Ce type de problème est plus facile à détecter lorsque le panneau fournit un maximum de courant, généralement en milieu de journée, par temps clair. Dans ces conditions, on peut détecter des températures pouvant aller jusqu'à 111 °C, comme l'indique l'exemple de droite.

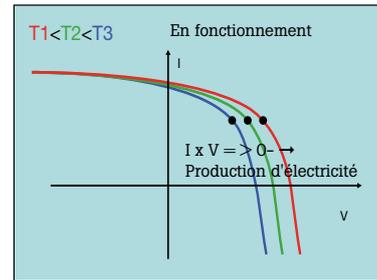


Cellule à 111 °C

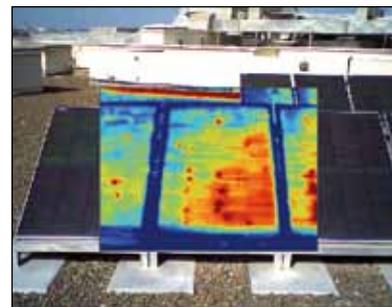
Etant donné que les cellules sont reliées en série pour obtenir la tension la mieux adaptée à l'onduleur utilisé, un défaut dans l'une des cellules peut conduire, selon la structure du panneau photovoltaïque, à une panne de courant partielle ou totale dans le panneau photovoltaïque.

Ce type de problème entraîne une baisse de rendement du panneau, ce qui prolonge le délai de retour sur investissement. Les dysfonctionnements liés à une surchauffe peuvent en outre provoquer une baisse d'efficacité, ou même une panne, des cellules adjacentes. Le problème s'étend alors à l'ensemble du panneau.

Il est possible de contrôler les panneaux photovoltaïques avec une caméra infrarouge à l'avant ou à l'arrière du panneau. Contrôler le panneau à l'arrière permet d'éviter les problèmes de réflexions solaires ou de réflexions liées à la faible émissivité de la surface cristalline du panneau.



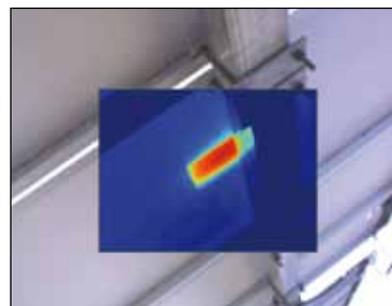
Effet de la température sur les courbes de performance



Panneau solaire avec plusieurs zones et points chauds

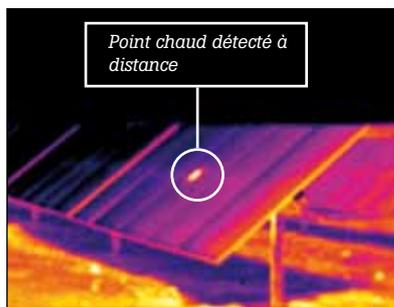
La thermographie permet dans tous les cas d'identifier rapidement et à distance les panneaux qui présentent des points chauds. Il suffit d'analyser l'installation à l'aide d'une caméra infrarouge.

Afin d'éviter les problèmes liés à la polarisation inversée des cellules, les modules photovoltaïques sont parfois dotés de diodes de protection (blocage, direction unique ou dérivation), qui dissipent d'autant plus de courant que le nombre de cellules défectueuses est élevé. Cet échauffement peut aussi être détecté à l'aide d'une caméra infrarouge en examinant le panneau du côté des connexions.



Thermographie effectuée à l'arrière

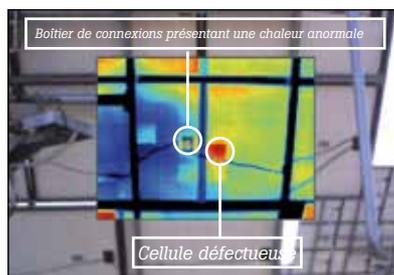
Il est important de porter une attention toute particulière à la présence d'ombres, sur les panneaux photo-



Contrôle simultané de plusieurs panneaux photovoltaïques



Boîtier de connexions et de diodes de protection



Problèmes d'échauffement au niveau de la cellule et du boîtier de connexions

voltaïques, produites par des arbres, des poteaux électriques à moyenne tension, d'autres panneaux, etc. Elles peuvent laisser croire à tort qu'il existe une irrégularité dans les zones thermiques (notamment si les thermogrammes sont capturés tôt le matin ou tard dans l'après-midi).

Le vent doit également être pris en compte car il réduit la température des points chauds par convection et ceux-ci peuvent alors ne pas être considérés comme de véritables défauts.

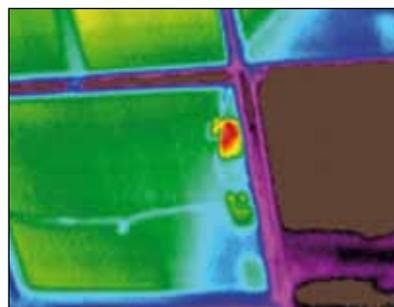
Autres éléments à contrôler

La caméra infrarouge permet également d'examiner les moteurs. Dans certaines circonstances, par exemple dans certaines conditions atmosphériques ou en cas d'erreur dans le dimensionnement des moteurs, ceux-ci peuvent chauffer

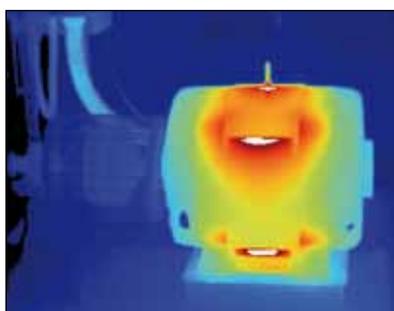
tellement que leur durée de vie utile en est considérablement réduite. Cet échauffement peut être provoqué par des dysfonctionnements mécaniques comme des problèmes au niveau des roulements, de l'alignement et de la ventilation ou des fuites dans les enroulements.

Pour vérifier si le moteur fonctionne correctement, il est extrêmement utile de recourir à d'autres instruments de mesure tels que des pinces de courant pour mesurer les fuites ou des contrôleurs d'isolement.

La caméra infrarouge peut également être utilisée pour détecter des problèmes d'échauffement dans les onduleurs et dans les transformateurs de moyenne tension. Concernant les transformateurs de moyenne tension, il est possible de détecter des problèmes dans les connexions à basse et moyenne tension ainsi que des problèmes liés aux enroulements internes.

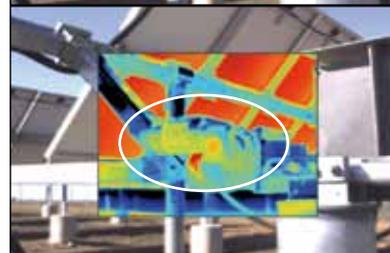


Panneau présentant des zones thermiques irrégulières dues aux ombres sur le panneau



Moteur en surchauffe en raison d'un défaut d'isolement

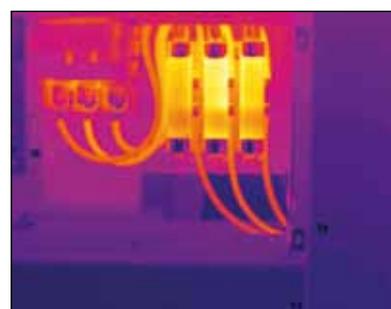
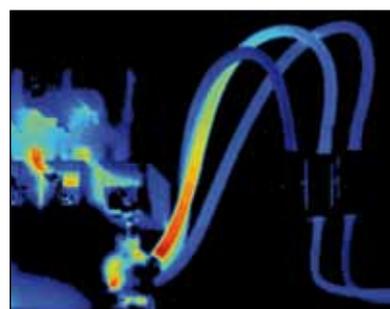
Dans le domaine de la maintenance préventive et prédictive, la thermographie peut également se révéler une aide précieuse pour contrôler des points de connexion, qui peuvent se desserrer avec le temps et entraîner des problèmes d'explo-



Vérification thermique du moteur



Thermogramme des connexions d'un transformateur de moyenne tension



Exemples de thermogrammes indiquant des points chauds sur des connexions défectueuses

tation et des coupures inutiles, surtout si l'on considère qu'une centrale photovoltaïque peut compter un très grand nombre de panneaux électriques et de connexions DC et AC. C'est pourquoi il faut savoir qu'une connexion défectueuse entraîne une résistance plus élevée. Autrement dit, la dissipation thermique sera plus importante en raison de l'effet Joule.

Conclusion

Compte tenu de la période d'amortissement des centrales photovoltaïques (entre 6 et 10 ans), il est essentiel de s'assurer que le rendement de la centrale correspond aux objectifs fixés lors de la phase de conception, afin de garantir sa rentabilité tout au long de sa période de fonctionnement. C'est la raison pour laquelle la thermographie est un outil indispensable pour analyser le fonctionnement et l'efficacité des différents composants de l'installation : modules photovoltaïques, connexions, moteurs, transformateurs, onduleurs, etc. Une réduction de l'efficacité des panneaux photovoltaïques peut entraîner un prolongement considérable de la période d'amortissement de la centrale.

Comme c'est le cas pour de nombreux processus et installations, la température est un facteur décisif pour le fonctionnement optimal de cet équipement. Une règle de base énonce par exemple que, pour un élément donné

d'un équipement, une augmentation de 10 °C au-dessus de la température de fonctionnement recommandée par le fabricant peut entraîner une réduction de 50 % de sa durée de vie utile. Cette règle simple montre bien que les températures excessives peuvent impliquer des coûts importants en termes d'équipement et d'entretien général. De plus, si l'on considère que les panneaux solaires intègrent un grand nombre de cellules semi-conductrices, la chaleur produite dans une cellule défectueuse peut conduire à une dégradation des cellules voisines, aggravant ainsi le problème au fil du temps.

La réussite du processus de démarrage de la centrale est également un aspect primordial. Une caméra infrarouge est alors un outil très précieux car il permet au responsable de site de détecter les panneaux photovoltaïques qui présentent des défauts de fabrication et de se reporter aux garanties correspondantes.

Tous ces aspects montrent bien que la thermographie constitue un outil indispensable à l'entretien des installations. Il est en outre très simple à utiliser, ce qui permet de l'intégrer totalement à l'ensemble des outils utilisés par les techniciens d'entretien (multimètres, pinces multimètres, pinces de courant de fuite, contrôleurs d'isolement et ÉnergiMètres).



Ch. du Vallon 26 - 1030 Bussigny
Tél 021 637 12 37 - Fax 021 637 12 38
www.thermolab.ch
info@thermolab.ch

Fluke. *Soyez à la pointe
du progrès avec Fluke.*

Fluke France S.A.S.

Parc des Nations
383, rue de la Belle Etoile- Bâtiment T3
B.P. 50236 Roissy en France
95956 ROISSY CDG CEDEX
Téléphone: (01) 48 17 37 37
Télécopie: (01) 48 17 37 30
E-mail: info@fr.fluke.nl
Web: www.fluke.fr

N.V. Fluke Belgium S.A.

Langveld Park - Unit 5
P. Basteleusstraat 2-4-6
1600 St. Pieters-Leeuw
Tel.: 02/40 22 100
Fax : 02/40 22 101
E-mail: info@fluke.be
Web: www.fluke.be

Fluke (Switzerland) GmbH

Industrial Division
Hardstrasse 20
CH-8303 Bassersdorf
Tel.: 044 580 75 00
Fax: 044 580 75 01
E-mail: info@ch.fluke.nl
Web: www.fluke.ch

© Copyright 2010 Fluke Corporation. Tous droits réservés.
Imprimé aux Pays-Bas 03/2010. Informations modifiables
sans préavis. Pub_ID: 11551-fr