

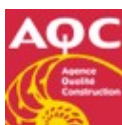
26/04/21

# PhotoVoltaire .info

## Prévenir les dysfonctionnements électriques des installations photovoltaïques

### Recommandations aux producteurs non professionnels

Les recommandations suivantes présentent les bonnes pratiques à mettre en œuvre pour éviter les dysfonctionnements électriques. Elles vont des principes de conception à faire respecter au moment de la commande aux actions de routine à mettre en place pour la détection d'éventuels défauts et plus généralement pour le suivi du bon fonctionnement du système.



[www.photovoltaique.info](http://www.photovoltaique.info)

# 1. Prévenir les risques électriques

## 1.1. A la commande et à la réception

<p>Chaînes de modules photovoltaïques</p> <p>connecteurs</p> <p>Interrupteur-sectionneur courant continu</p> <p>Onduleur</p> <p>Disjoncteur</p> <p>Interrupteur-sectionneur courant alternatif</p> <p>Disjoncteur de branchement</p> <p>Réseau électrique</p> <p>Prise de terre</p> <p>Liaison équipotentielle</p> <p>parafoudre</p>	<p><b>Modules</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eviter les ombrages, prévoir une circulation d'air sous les modules</li> <li>• Manipuler les modules avec soin, éviter de marcher dessus</li> <li>• Vérifier la planéité du pan photovoltaïque</li> <li>• Vérifier que les modules ne sont pas brisés par le serrage des fixations</li> </ul>
	<p><b>Câbles et connecteurs</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Plan de câblage réalisé avant le chantier.</li> <li>• Connecteurs de même modèle et de même marque que ceux des modules</li> <li>• Coffrets courant continu : emplacement protégé des intempéries, à hauteur d'homme, indice de protection IP65 en extérieur</li> <li>• Câbles courant continu : maintenus sous les modules (ne pendant pas), chemins de câbles présents, ventilés et protégés des UV et des rongeurs, intégrant le conducteur d'équipotentialité (vert-jaune)</li> </ul>
	<p><b>Onduleur</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Etude préalable démontrant l'adéquation des caractéristiques du champ PV et de l'onduleur (simulation sur le site du fabricant)</li> <li>• Cas particulier : intègre un transformateur si les modules PV requièrent une mise à la terre fonctionnelle</li> <li>• Emplacement ventilé, accessible et hors poussière</li> </ul>
	<p><b>Système de protection (fusibles, terre, parafoudre, disjoncteur)</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tous les éléments conducteurs du circuit courant continu sont mis à la terre : cadres des modules (rondelles cuivre-alu), système de montage, chemins de câbles, coffrets, carcasse de l'onduleur...</li> <li>• Le câble de terre PV rejoint la prise de terre de la maison</li> <li>• Les parafoudres sont placés au niveau de l'onduleur</li> <li>• Des fusibles courant continu sont placés sur chaque série de modules avant l'interrupteur sectionneur courant continu</li> </ul>



## 1.2. Lors de l'exploitation

### 1.2.1. Supervision des systèmes photovoltaïques

**Une fois l'installation mise en service, un suivi régulier de la production permet de s'assurer de son bon fonctionnement et de prévenir ou détecter l'apparition de défauts.** En effet, une baisse de la production par rapport à ce qui est attendu d'après les données d'ensoleillement est un signe précurseur d'un dysfonctionnement de l'installation.

Les outils de suivi sont divers et de complexité croissante selon la typologie du système : le besoin de supervision d'un système en toiture de 3 kWc ne sera pas le même que celui d'un parc au sol de 3 MWc. De même, les fonctionnalités sont beaucoup fonction de l'utilisateur final du service, que ce soit un simple particulier ou un professionnel de la maintenance.

	Principe	Cible
Relevé mensuel	Une comparaison de la production mensuelle à une référence obtenue à partir de données météo ou collaboratives permet de repérer les anomalies engendrant une sous-production.	Producteurs particuliers ou semi-professionnels Sites de faible puissance
Plateforme onduleur	Les fabricants d'onduleurs proposent généralement des plateformes web permettant un suivi en temps réel du fonctionnement du système. Les fonctionnalités de base sont souvent gratuites.	Producteurs ou exploitants semi-professionnels ou professionnels
Plateforme monitoring	Des plateformes spécialisés payantes proposent un suivi poussé des systèmes, et permettent de gérer des parcs de production avec des technologies diverses. Elles offrent des fonctionnalités avancées destinées à une exploitation professionnelle de système de production.	Exploitants professionnels Multi-sites

Systeme de supervision (Source : Hespul)



## 1.2.2. Maintenance

Il existe deux types de maintenance :

- la **maintenance préventive** vise à limiter le risque de défaut en contrôlant le système à intervalles réguliers,
- la **maintenance curative** intervient suite à un dysfonctionnement afin de le corriger, l'objectif étant le rétablissement du fonctionnement normal du système.

**La fréquence des opérations de maintenance préventive est annuelle voire pluriannuelle pour les parcs photovoltaïques de grande puissance, tandis qu'elles ne sont réalisées qu'une fois tous les 1 à 10 ans pour les petits systèmes en toiture.**

Les opérations de maintenance préventive de base à mettre en œuvre lors d'une visite sont décrites dans le tableau ci-dessous. *Les opérations relevant de la maintenance curative sont en italique.*



**Attention, les actions de maintenance suivantes nécessitent l'intervention d'un professionnel habilité à monter sur le toit (risque de chute lié au travail en hauteur) et à intervenir sur une installation électrique en courant continu et en courant alternatif (risques électriques).**

Si vous n'êtes pas un professionnel habilité mais que vous êtes producteur, vous pouvez :


- Suivre votre production (au moins une fois par mois)
- Inspecter visuellement le champ de module depuis le sol (au moins une fois par an)
- Dépoussiérer le local dans lequel est installé l'onduleur et nettoyer les grilles de ventilation du local (au moins une fois par an)
- Inspecter visuellement l'installation électrique (onduleur, disjoncteurs...) dans le local où ils sont installés SANS ouvrir les systèmes de protection (au moins une fois par an)
- Lire les informations affichées sur l'onduleur (au moins une fois par an ou en cas de baisse de production importante)

En cas de dysfonctionnement, disjonctez votre installation et contactez un professionnel.



<p><b>Modules</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaguer régulièrement la végétation pour éviter les ombrages (faire appel à un professionnel de l'élagage en cas d'arbres de forte hauteur, ou à proximité de l'installation pour éviter que les branches n'endommagent les panneaux lors de la coupe)</li> <li>• Procéder à une inspection visuelle des modules pour détecter les décolorations, le jaunissement, les fissures ou traces d'escargot, corrélées avec une éventuelle baisse de production</li> <li>• Eviter de marcher sur les modules</li> <li>• Nettoyer régulièrement les modules, en particulier en cas de zone poussiéreuse ou d'inclinaison insuffisante</li> <li>• Vérifier que les entrées et les sorties d'air assurant la ventilation sous les panneaux PV ne sont pas obstruées</li> <li>• Vérifier l'état des diodes bypass si des points chauds ou des marques brunes sont présents</li> <li>• Mesurer les tensions en circuit ouvert des chaînes pour détecter les modules défectueux en utilisant la méthode de la comparaison des chaînes</li> </ul>
<p><b>Câbles et connecteurs</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inspecter visuellement les chemins de câbles et les gaines pour détecter des dégradations</li> <li>• Vérifier la continuité des câbles courant continu</li> <li>• Mesurer les résistances d'isolement des chaînes Riso +/-terre et -/terre</li> <li>• Procéder à une inspection visuelle de l'aspect extérieur des coffrets et de leurs joints</li> <li>• Resserrer les borniers de raccordement</li> <li>• Détecter les points chauds sur les coffrets de raccordement avec une caméra thermique</li> </ul>



<p><b>Onduleur</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"><li>• Dépoussiérer et nettoyer les grilles de ventilation du local dans lequel est installé l'onduleur</li><li>• Dépoussiérer l'onduleur et nettoyer ses filtres de ventilation</li></ul> <hr/> <ul style="list-style-type: none"><li>• <i>Pour la recherche de défaut d'isolement, mesurer les résistances d'isolement <math>R_{iso}</math> +/terre et -/terre au mégohmmètre une zone après l'autre (nécessité d'avoir un plan de câblage des modules)</i></li><li>• <i>Envoyer l'onduleur en SAV si un composant interne est défaillant</i></li></ul>
<p><b>Système de protection (fusibles, terre, parafoudre, disjoncteur)</b></p>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Procéder à une inspection visuelle de la liaison équipotentielle</li><li>• Vérifier l'état des parafoudres et les remplacer si nécessaire</li><li>• Vérifier le bon état des fusibles par mesure de continuité ou par lecture du témoin et remplacer l'ensemble des cartouches si nécessaire</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• <i>Remplacer les cartouches de parafoudres endommagées après un épisode orageux</i></li><li>• <i>Pour la recherche de défaut, utiliser la mesure de continuité</i></li></ul>	



## 2. Définitions

### 2.1. Méthodes de détection des défauts et systèmes de protection

Une **méthode de détection** peut être manuelle ou automatisée, et va informer l'utilisateur final de la présence d'un dysfonctionnement du système.

Un **système de protection** est un mécanisme dont l'état est modifié lors de la détection d'un dysfonctionnement, dans le but de mettre le système en sécurité vis-à-vis du risque engendré.

Les méthodes de détection peuvent être classées en cinq grandes familles, que sont :

- l'inspection visuelle du système,
- le contrôle des modules par imagerie,
- les mesures de grandeurs électriques caractéristiques (tensions en circuit ouvert, résistance d'isolement...),
- le monitoring
- la protection électrique par des composants dédiés (fusibles, disjoncteurs, parafoudres...).

Elles sont mises en œuvre à différents niveaux.

### 2.2. Dysfonctionnement électrique

On peut définir le **dysfonctionnement électrique** d'un système photovoltaïque comme un phénomène pouvant engendrer **des pertes de production, un risque électrique pour les personnes, un départ de feu.**



### 2.2.1. Pertes de production

La cause principale de pertes de production est liée au fonctionnement de l'onduleur, qui se met en sécurité dès qu'un défaut survient (surchauffe, défaut d'isolement, etc.) ou est sujet à des pannes de composants internes. Le montant de la perte financière à prendre en compte dépend alors des conditions d'ensoleillement durant les journées perdues et du délai de remise en service.

Elles peuvent également provenir d'un défaut d'optimisation du système : inadéquation des caractéristiques électriques du champ de modules avec les onduleurs, ventilation insuffisante des modules, non-appairage par puissance, mauvaise gestion des ombrages et de l'encrassement des modules ou connexions courant continu défectueuses entraînant des pertes par effet Joule.

	Perte de production	Risque de choc électrique	Risque incendie
Module - Fabrication	+	++	+++
Module - Installation	+++		+
Système de protection	+	+	+
Connectiques et câblage	++	++	+++
Onduleur	+++		+

Composants à l'origine des défauts électriques dans les systèmes PV (Source : Hespul)

### 2.2.2. Risque électrique

Le risque de choc électrique est lié à un vieillissement prématuré des modules (délamination, corrosion, bris...) mettant à nu des parties sous tension, ainsi qu'à la dégradation des gaines de câbles électriques au moment du chantier ou en raison d'une exposition trop intense à l'environnement extérieur. La mise à la terre de l'installation, lorsqu'elle n'est pas correctement réalisée, peut aussi mettre en danger les usagers si elle est concomitante à une fuite de courant à la terre par le cadre des modules ou le système de montage, par exemple.

### 2.2.3. Départ de feu

Le risque incendie est fortement lié à des défauts de connectique en courant continu, que ce soit au niveau des modules (boîtes de jonction défectueuses), des connexions courant continu (appairage de connecteurs de marques et de modèles différents) ou de leur mise en œuvre dans les coffrets courant continu.

