

Étude sur la maintenance des installations photovoltaïques de type industriel

Étude réalisée par HESPUL – Date 09/2022 – Analyse technique

CONTEXTE

Le photovoltaïque industriel connaît un fort développement alors qu'aucun cadre normatif précis n'existe concernant sa maintenance préventive. C'est pourquoi HESPUL a été mandatée pour analyser et définir une gamme d'opérations de maintenance techniquement pertinentes, économiquement optimisées et contribuant à la fois à la sécurité des personnes et des biens et à la performance des installations supérieures à 9 kWc.

PROBLÉMATIQUE

- Quelles sont les opérations de maintenance réellement pertinentes pour les installations photovoltaïques (PV) afin de prévenir les principaux risques et à quelles fréquences faut-il les réaliser ?
- Comment structurer une gamme de maintenance de référence permettant de sécuriser les installations photovoltaïques, en complément des dispositifs de monitoring et des audits ponctuels ?

LES PRINCIPES DU CADRE NORMATIF DE MAINTENANCE À METTRE EN PLACE

• Assurer des contrôles simples et réguliers

L'étude montre que la maintenance préventive des installations photovoltaïques se structure avant tout autour de contrôles documentaires, visuels et instrumentés (drones, caméras thermiques) dont la majorité peut être réalisée à fréquence annuelle.

Ces contrôles constituent un **premier niveau de prévention essentiel**, permettant de détecter précocement les situations à risque (dégradations visibles, encrassements, défauts de ventilation, présence de végétation ou de matériaux combustibles).

• Veiller à la traçabilité de la documentation

La tenue à jour de la documentation technique, réglementaire et contractuelle (dossier des ouvrages exécutés, notices fabricants, rapports de maintenance, attestations d'assurance et de conformité) apparaît comme un **socle indispensable** à une gestion maîtrisée de l'installation, tant du point de vue technique qu'assurantiel.

• Porter une attention particulière aux risques incendie et électrique

Afin d'éviter les départs de feu, les contrôles doivent cibler prioritairement les **points sensibles**, notamment :

- l'état des composants électriques (câbles, connecteurs, onduleurs, protections) ;
- le serrage des connexions et la qualité des mises à la terre ;
- la détection de points chauds *via* la thermographie infrarouge ;
- le bon fonctionnement des dispositifs de protection et d'arrêt d'urgence.

• Articuler les rôles de l'exploitant et des intervenants spécialisés

L'étude distingue clairement :

- les contrôles de **premier niveau**, à réaliser par l'exploitant,
- et les contrôles nécessitant l'intervention de **prestataires qualifiés ou certifiés** (thermographie, maintenance HTA (haute tension), contrôles réglementaires, maintenance spécialisée).

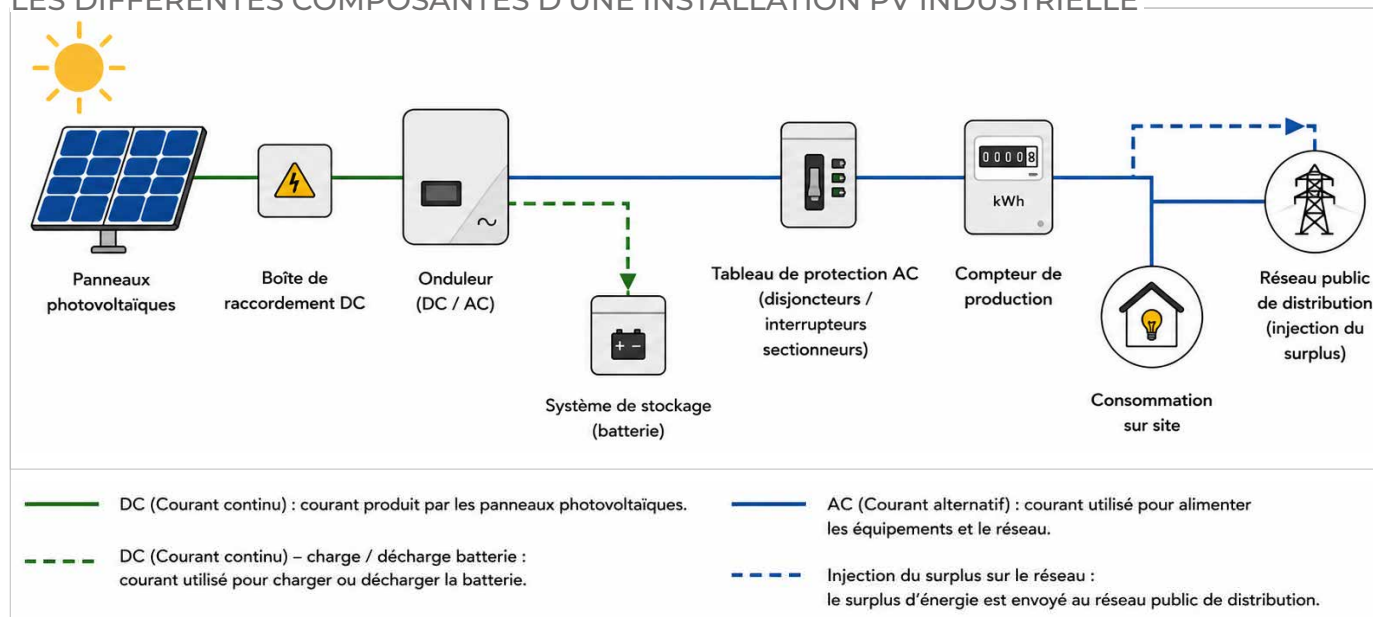
• Considérer le suivi de performance et le monitoring comme des outils d'alerte

Le suivi de la production (monitoring, relevés d'index, analyse des alarmes) est identifié comme un **outil clé de détection des anomalies**, permettant d'orienter rapidement les actions correctives en cas de baisse de rendement.



Le tableau présenté en annexe précise de manière détaillée les contrôles à réaliser, leurs objectifs et leurs modalités de mise en œuvre, qu'ils soient réalisés par l'exploitant ou par une société qualifiée, ainsi que les fréquences recommandées.

LES DIFFÉRENTES COMPOSANTES D'UNE INSTALLATION PV INDUSTRIELLE



RAPPEL DES RÈGLES ÉLÉMENTAIRES

- ⚠ Il est interdit de marcher sur les modules photovoltaïques.
- ⚠ Lorsque les modules sont susceptibles d'avoir été impactés par une forte grêle ou un piétinement, un diagnostic doit être réalisé afin de s'assurer que les modules ne présentent pas de défaut.
- ⚠ Si l'installation photovoltaïque est soumise à une atmosphère corrosive, une ambiance saline ou poussiéreuse, la fréquence de l'entretien et de la maintenance doit être adaptée, la formation d'oxydes métalliques, de dépôt salins ou de poussières augmentant le risque de dysfonctionnement électrique.
- ⚠ Lorsque des modules défectueux doivent être remplacés, les modules de remplacement doivent présenter les mêmes caractéristiques (mêmes puissance et typologie) afin de ne pas créer de déséquilibre dans l'installation.

LA TERMINOLOGIE DE L'ÉTUDE

• Audit

Son but est de détecter les défauts de conception d'une installation (ex. : incompatibilité de connecteurs). Il ne prévient pas toutes les défaillances.

• Monitoring

Il s'agit d'un suivi continu des données de fonctionnement de l'installation via des outils de supervision dont l'analyse en temps réel déclenche une alarme en cas de suspicion de dysfonctionnements. Certains de ces outils ne permettent pas de déterminer précisément la nature du problème.

• Qualification

Il s'agit de la reconnaissance par un organisme agréé de l'aptitude d'une entreprise ou d'un artisan à réaliser certains travaux, obtenue après audit du dossier de l'entreprise ou de l'artisan.

LES ACTEURS IMPLIQUÉS DANS LE FONCTIONNEMENT D'UNE INSTALLATION PV

• Exploitant

Il est responsable du bon fonctionnement de l'installation PV, incluant le suivi de la production, la gestion des contrats et la coordination des maintenances.

• Installateur

Il s'agit du concepteur des installations PV, qui peut aussi offrir des services de maintenance.

• Mainteneur

Il effectue les opérations de maintenance à la demande des exploitants.

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Les résultats de l'étude constituent une **base de référence** pour structurer les pratiques de maintenance préventive du photovoltaïque industriel autour :

- d'une **harmonisation des pratiques** au sein de la filière ;
- d'une meilleure **prise en compte de la maintenance dès la conception** des projets ;
- d'un **renforcement du dialogue entre producteurs, mainteneurs et assureurs** autour des niveaux de risques acceptables.

À moyen terme, l'évolution des technologies, des outils de monitoring ainsi que des retours d'expérience terrain pourront conduire à **faire évoluer les gammes de maintenance et leurs fréquences ainsi qu'à alimenter de futurs référentiels ou cadres normatifs**.

MAINTENANCE DES INSTALLATIONS PHOTOVOLTAÏQUES INDUSTRIELLES

TABLEAU RÉCAPITULATIF DES CONTRÔLES À RÉALISER

Contrôles à réaliser	Objectifs	À réaliser par l'exploitant	À réaliser par une société qualifiée	Fréquence
Vérification de la documentation • Dossier des ouvrages exécutés (DOE) • Notice du fabricant • Plan/schéma descriptif de l'installation/attestation responsabilité civile (RC) décennale de l'installateur • Contrat de maintenance + attestation de RC professionnelle + justificatif de la qualification du mainteneur • Rapports de maintenance • Factures d'achat et de réparation • Contrat d'assurance de l'installation • Attestation de conformité du Consuel	S'assurer de la mise à jour de l'ensemble des documents relatifs à l'installation de panneaux PV (achat, maintenance préventive et réparation)	✓	✓	Minimum 1 fois par an
Vérification des équipements de protection • collective (EPC) notamment en toiture: garde-corps • individuel (ÉPI): harnais	Assurer la protection et la sécurité des personnes travaillant en toiture	✓	✓	1 fois par an
Vérification de la signalétique Norme	Assurer une traçabilité claire des circuits électriques, des panneaux, des coupures d'urgences et des câbles.		✓	Minimum 1 fois par an
VIE DE L'INSTALLATION PHOTOVOLTAÏQUE				
Vérification visuelle / drone Le bris du verre de la face avant des panneaux PV résultant de la grêle ou de la projection de pierres sur le verre	Remplacer ou faire remplacer le(s) panneau(x) défectueux	✓ Selon visibilité au sol	✓	Minimum 1 fois par an (par une société spécialisée) et plus en fonction des intempéries
La bonne ventilation de l'installation (local onduleurs, Tableau Général Basse Tension - TGBT)	• Éviter l'accumulation de saleté sur les grilles et sous les panneaux. Assurer une ventilation et une aération optimales du local onduleur et du TGBT. • Veiller à maintenir la propreté et à retirer les éléments non destinés à l'installation PV.	✓ Selon habilitations électriques	✓	Minimum 1 fois par an
L'absence de matière combustible dans les volumes séparant le dessous des panneaux et la toiture	Éviter la présence de tout élément qui pourrait être source d'incendie		✓	Minimum 1 fois par an
La présence de poussière susceptible d'encrasser les grilles et les filtres à air des onduleurs	Réduire le risque de défaillance matérielle et d'arrêt d'exploitation consécutif: - à une mauvaise circulation de l'air dans les équipements - au vieillissement prématuré des onduleurs		✓	Minimum 1 fois par an et plus en fonction des intempéries, et de la présence de végétation
L'encrassement des panneaux	• Limiter les déséquilibres de production entre modules, pouvant générer des échauffements localisés (points chauds) • Maintenir la continuité de l'exploitation et son efficacité		✓	Minimum 1 fois par an et plus en fonction des intempéries
La bonne évacuation des eaux pluviales	Éviter l'accumulation d'eau sur la toiture	✓ Selon visibilité au sol	✓	Minimum 1 fois par an et plus en fonction des intempéries
La présence de végétation faisant de l'ombre sur l'installation	• Garantir l'homogénéité de l'exposition solaire des modules • Réduire le risque de dégradation prématurée des panneaux	✓ Selon visibilité au sol	✓	Minimum 1 fois par an

Contrôles à réaliser	Objectifs	À réaliser par l'exploitant	À réaliser par une société qualifiée	Fréquence
Vérification visuelle / drone L'étanchéité de la toiture aux points de fixation des systèmes d'intégration	· Éviter les entrées d'eau · Prévenir les désordres sur la structure et l'isolant		✓	Minimum 1 fois par an et plus en fonction des intempéries
La délamination des panneaux	Prévenir la corrosion en détectant une perte d'adhésion entre le verre et la face arrière des panneaux		✓	1 fois par an et plus en fonction des intempéries
La corrosion des soudures, des contacts électriques, du verre, de l'encapsulant	· Prévenir les échauffements localisés et les risques d'arc électrique · Prévenir l'oxydation interne en détectant les atteintes au verre ou à l'encapsulant pouvant favoriser l'humidité		✓	Minimum 1 fois par an ou dès le constat d'une baisse de production
La présence d'éléments électriques ayant été détériorés (connecteurs, onduleurs, câbles, panneaux PV ayant surchauffé)	Prévenir les risques de dysfonctionnement électrique		✓	Minimum 1 fois par an ou dès le constat d'une baisse de production
Le fonctionnement des différents dispositifs d'arrêt d'urgence	Garantir la mise hors tension de l'installation en cas de dysfonctionnement		✓	1 fois par an
Le disjoncteur, les blocs différentiels, les organes et dispositifs de protection et de sécurité	Prévenir les risques de surintensité et de court-circuit		✓	1 fois par an
Les parafoudres (cartouche)	Prévenir les risques de surtension		✓	1 fois par an
Les modules PV et le local onduleur par thermographie infrarouge	Identifier les points chauds anormaux (hotspots)		✓	1 fois par an
L'onduleur, armoires, câbles (analyse des flux thermiques)	Garantir la bonne ventilation du local onduleur	✓ (Contrôle visuel)	✓	1 fois par an
Les batteries principalement lithium-ion placées à l'intérieur des locaux	Prévenir les risques de dégradation (échauffement anormal, gonflement, corrosion, défaut d'isolement, connexions défectueuses)		✓	1 fois par an
Les micro-onduleurs et/ou optimiseurs	Limiter le risque électrique ou incendie		✓	1 fois par an
Les trackers (fonctionnement mécanique)	Garantir le bon fonctionnement de l'installation		✓	1 fois par an
Les équipements HTA (transformateurs, disjoncteurs, câbles, isolateurs...)	Garantir l'intégrité de l'installation		✓	1 fois par an
Les bornes et connexions (serrage, sertissage, raccordement)	Limiter le risque électrique ou incendie		✓	1 fois par an
Les mises à la terre (obligation réglementaire)			✓ (à réaliser par le Bureau de contrôle habilité)	1 fois par an
Mesure de rendement (monitoring de production, relevé index et journal d'alarmes)	Détecter toute anomalie de production et notamment identifier rapidement les baisses de production		✓	A minima par relevé mensuel ou plus via un suivi en ligne