

# Guide des meilleures pratiques O&M (exploitation & maintenance)

Edition tunisienne

Une introduction

Wolfgang ROSENBERG

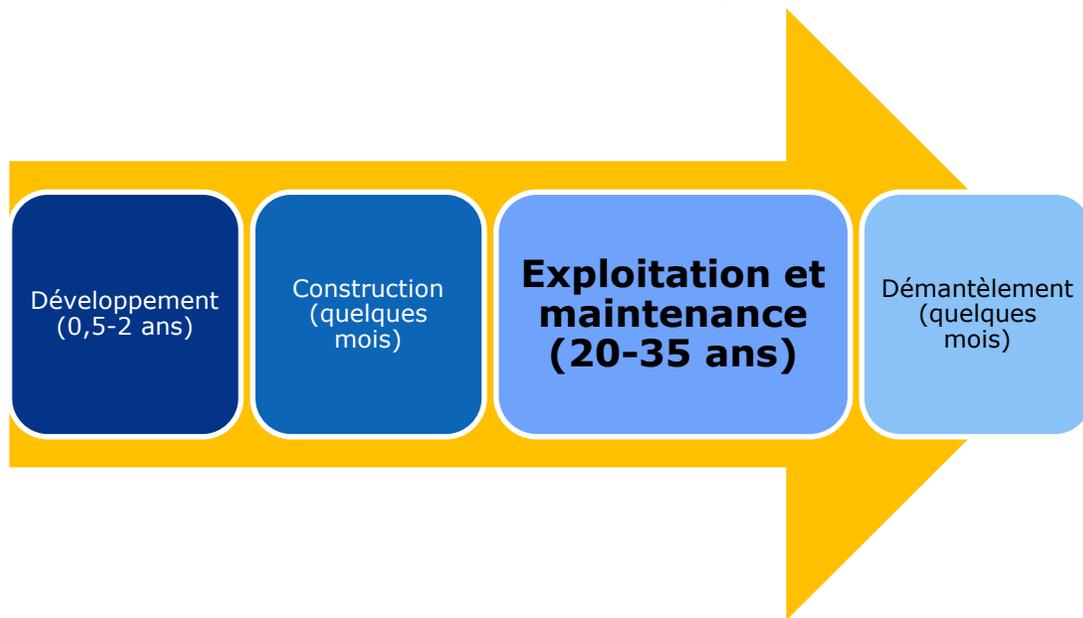
SolarPower Europe O&M Task Force  
Vice-président, TCO Solar (Marseille)

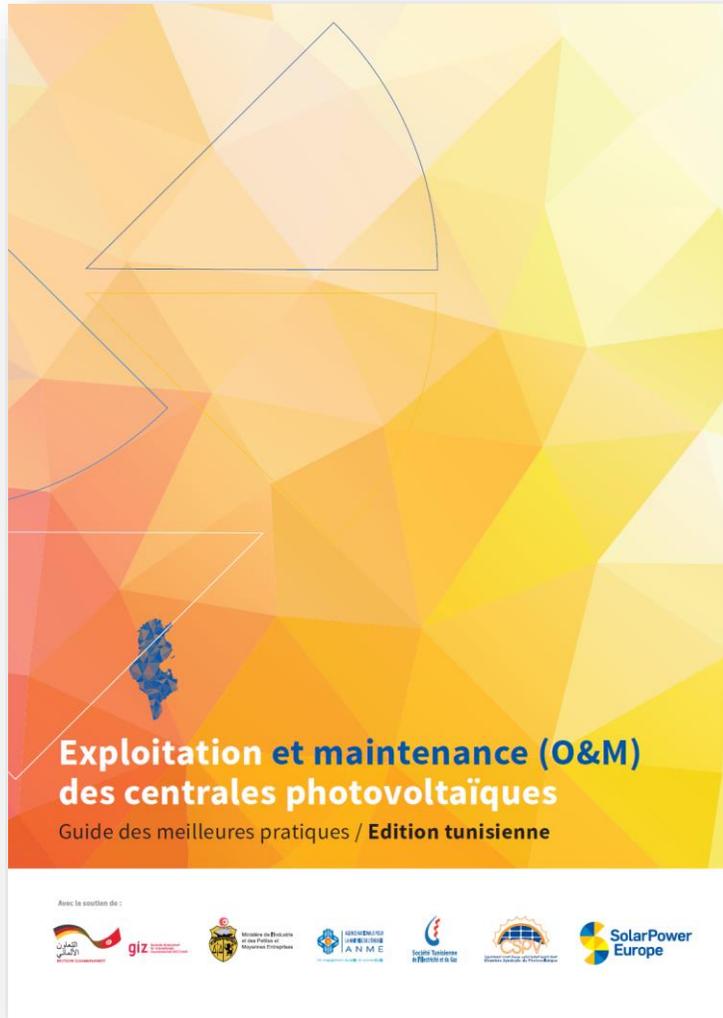
Réunion de lancement, 26 Novembre 2019



# Importance d'O&M pour le secteur solaire

Dans le cycle de vie d'une centrale PV, O&M est la phase la plus longue.





## Le début

- Premières activités du groupe de travail en avril 2015
- **Première version** en juin 2016
- Concentration sur l'O&M des centrales PV de grande taille

## L'évolution

- **Deuxième version** en décembre 2017 avec un chapitre spécial pour le PV décentralisé
- La **troisième version** (décembre 2018) était le résultat de la collaboration de 60 experts/40 entreprises!
- La **traduction française** se base sur cette 3<sup>ème</sup> version anglaise
- La **quatrième version** publiée en décembre 2019, ensemble avec la première version des Asset Management Guidelines
- **Edition tunisienne:** avec des spécifications pour la Tunisie (2020)
- Autres **traductions:** Espagnole (2018), Allemande (2019)

# Guide des meilleures pratiques O&M

## Table de matières

1. Introduction
- 2. Définitions**
3. Santé, sécurité et environnement
4. Personnel & formation
5. Gestion technique de l'actif
- 6. Exploitation de la centrale**
- 7. Maintenance de la centrale**
8. Modernisation & repowering
9. Gestion des pièces de rechange
- 10. Exigences données & télésurveillance**
- 11. Indicateurs de performance (KPI)**
12. Cadre contractuel
13. Innovations & tendances
14. O&M pour systèmes solaires décentralisés

TABLE DES MATIÈRES	
AVANT-PROPOS	3
TABLE DES MATIÈRES	4
LISTE DES ABRÉVIATIONS	5
LISTE DES TABLEAUX ET DES FIGURES	6
RÉSUMÉ	7
<b>1 INTRODUCTION</b>	<b>10</b>
1.1. Motif, objectif et portée	10
1.2. Comment bénéficier de ce document	11
1.3. Parties prenantes et leurs rôles	11
<b>2 DÉFINITIONS</b>	<b>14</b>
<b>3 SANTÉ, SÉCURITÉ ET ENVIRONNEMENT</b>	<b>17</b>
<b>4 PERSONNEL ET FORMATION</b>	<b>21</b>
<b>5 GESTION TECHNIQUE D'ACTIFS</b>	<b>22</b>
5.1. Rapports	22
5.2. Conformité à la réglementation	24
5.3. Gestion des garanties	24
5.4. Réclamations d'assurance	28
5.5. Gestion des contrats	28
<b>6 EXPLOITATION DE LA CENTRALE</b>	<b>27</b>
6.1. Système de Gestion de la Documentation (DMS)	27
6.2. Télésurveillance et contrôle de la performance de la centrale	29
6.3. Analyse de performance et amélioration	30
6.4. Optimisation d'O&M	31
6.5. Pilotage de la centrale PV	31
6.6. Prédiction de production d'énergie	31
6.7. Conformité au code réseau	32
6.8. Gestion du changement	34
6.9. La sécurité des centrales	35
6.10. Rapports et gestion technique d'actifs	35
<b>7 MAINTENANCE DE LA CENTRALE</b>	<b>36</b>
7.1. Maintenance préventive	36
7.2. Maintenance corrective	37
7.3. Maintenance prédictive	38
7.4. Maintenance exceptionnelle	40
7.5. Services supplémentaires	41
<b>8 MODERNISATION ET REPOWERING</b>	<b>43</b>
8.1. Définition et motif de modernisation et du repowering	43
8.2. Repowering du module	44
8.3. Repowering de l'onduleur	45
8.4. Considérations générales de repowering	47
<b>9 GESTION DES PIÈCES DE RECHANGE</b>	<b>48</b>
<b>10 EXIGENCES EN MATIÈRE DE DONNÉES ET DE TÉLÉSURVEILLANCE</b>	<b>51</b>
10.1. Enregistreurs de données (dataloggers)	52
10.2. Portail (web) de télésurveillance	53
10.3. Format de données	53
10.4. Configuration	54
10.5. Interopérabilité	54
10.6. Connexion Internet et réseau local	54
10.7. Propriété des données et confidentialité	56
10.8. Cybersécurité	56
10.9. Types de données collectées via le système de télésurveillance	57
10.9.1. Mesures d'irradiance	57
10.9.2. Mesures de température au niveau des modules	58
10.9.3. Données météorologiques locales	58
10.9.4. Mesures de chaînes de modules	58
10.9.5. Mesures au niveau de l'onduleur	59
10.9.6. Compteur d'énergie	60
10.9.7. Paramètres de contrôle	60
10.9.8. Les alarmes	60
10.9.9. Circuit AC / relais de protection	60
10.10. Données collectées sur site lors d'inspections spécialisées de modules PV	61
10.10.1. Thermographie infrarouge	61
10.10.2. Traçage de courbe I-V sur site	62
10.10.3. Imagerie par électroluminescence (EL) sur site	62
10.10.4. Mesures de salissures	62
<b>11 INDICATEURS DE PERFORMANCE (KPI)</b>	<b>63</b>
11.1. Données de la centrale PV	63
11.1.1. Mesures de données brutes pour le calcul des performances	63
11.1.2. KPIs des centrales PV	64
11.1.2.1. Productible de Référence	64
11.1.2.2. Productible Spécifique	64
11.1.2.3. Indice de Performance	65
11.1.2.4. Indice de Performance corrigé en température	65
11.1.2.5. Productible Attendu	66
11.1.2.6. Indice de Performance Énergétique	66
11.1.2.7. Disponibilité Technique	66
11.1.2.8. Disponibilité Contractuelle	68
11.1.2.9. Disponibilité sur la base d'énergie	69
11.2. KPI de l'entreprise d'O&M	70
11.2.1. Temps d'Accusé de Réception	70
11.2.2. Temps d'Intervention	70
11.2.3. Temps de Réponse	70
11.2.4. Temps de Résolution	71
11.2.5. Rapport	71
11.2.6. Expérience de l'entreprise d'O&M	71
<b>12 CADRE CONTRACTUEL</b>	<b>74</b>
12.1. Etendue du contrat d'O&M	74
12.2. Frais de contrat d'O&M	76
12.3. Garanties contractuelles	76
12.3.1. Garantie de Disponibilité Contractuelle	76
12.3.2. Garantie de Temps de Réponse	77
12.3.3. Garantie de Temps de Résolution	77
12.4. Schémas de primes et de dommages-intérêts	78
12.5. Normes de service	78
12.6. Qualification des entreprises d'O&M	78
12.7. Responsabilité et redevabilité	78
12.8. Gestion des pièces de rechange	79
12.9. Télésurveillance à distance de la centrale	79
12.10. Rapport	80



## Structure générale

- Liste des abréviations
- Résumé
- 14 chapitres thématiques
- 4 annexes



## Introduction

- Motif, objectif et portée
- Parties prenantes et leurs rôles



## Définitions

- Définitions basiques des termes importants, utilisés fréquemment dans les négociations O&M
- Important afin d'atteindre une compréhension commune des termes



## Santé, sécurité et environnement (SSE)

- Recommandations pour la gestion correcte des risques SSE et pour la formation d'ouvriers
- Liste de risques d'une centrale photovoltaïque
- Préservation et augmentation du capital naturel de centrales PV de grande taille



## Personnel & formation

- Introduction dans l'organisation du personnel
- Compétences professionnelles (voir également la matrice de compétences dans l'**annexe a**)
- Formations SSE



## Gestion technique de l'actif

- Parfois les fournisseurs O&M assument quelques responsabilités au-delà du pur et simple O&M
- Rapports
- Conformité réglementaire
- Garanties, assurances et gestion de contrats
- Voir également **Asset Management Guidelines** (seulement en version anglaise)

## Exploitation de la centrale

- Système de gestion de la documentation (SGD, voir également **annexe b** pour une liste de documentation recommandée)
- Suivi et télésurveillance de la performance de la centrale PV
- Gestion des incidents : rôles et procédures (incl. niveaux de soutien)
- Analyse de performance et amélioration
- Optimisation d'O&M
- Pilotage de la centrale PV et de la production
- Prédiction de production
- Conformité au code réseau
- Gestion de changement
- Sécurité des centrales PV
- Rapports

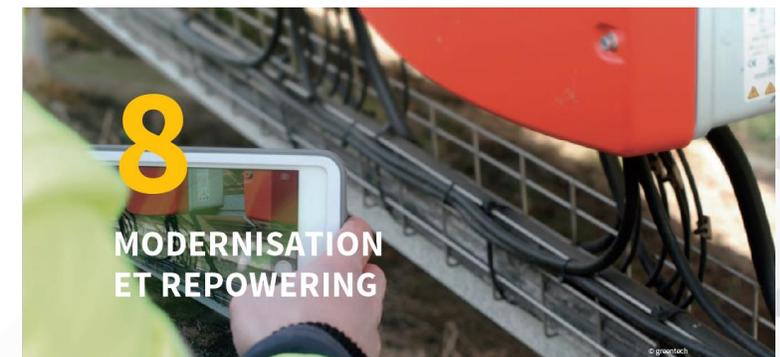


## Maintenance de la centrale

- **Maintenance préventive** - voir également *annexe d* pour un plan annuel de maintenance
- **Maintenance corrective** : diagnostic – réparation temporaire – réparation finale; 3 niveaux d'intervention
- **Maintenance prédictive**
- **Maintenance exceptionnelle** (en cas de force majeure, vol, incendie, accident, défauts en série, changements réglementaires, ...)
- **Services supplémentaires**: nettoyage de modules PV, contrôle de végétation, gestion de nuisibles, réparation de routes et clôtures, maintenance du système de sécurité, mesures et inspections spécifiques, ...

## Modernisation et repowering

- Définition des termes
- Repowering après dégradation de modules, défaut de performance des onduleurs, mauvais dessin et construction déficiente





## Gestion des pièces de rechange

- Réduction de la durée d'arrêt et définition de l'envergure des stocks
- Liste minimale des pièces de rechange et recommandations pour stockage, entrepôts et responsabilité d'assurance



## Exigences en matière de données et de télésurveillance

- Enregistreurs de données et portails de télésurveillance
- Exigences pour la connexion internet et LAN
- Format et types de données (voir **annexe c**), interopérabilité
- Alarmes et paramètres de contrôle
- Cybersécurité, propriété des données, confidentialité
- Inspection de modules PV sur site (IR, courbes I-U, imagerie EL, mesure de salissure)



## Indicateurs de performance (KPI)

- KPIs des centrales PV (productible, PR, disponibilité, ...)
- KPIs des fournisseurs O&M (temps de réponse, conformité des rapports, ...)

# Guide des meilleures pratiques O&M

## Cadre contractuel

- Vue de l'ensemble des articles principaux d'un contrat O&M typique
- Recommandations contractuelles alignées avec le **modèle de contrat O&M** de l'initiative « Open Solar Contracts » d'IRENA ([www.opensolarcontracts.org](http://www.opensolarcontracts.org))

## Innovations et tendances

- Télésurveillance intelligente des centrales PV et O&M basée sur les données
- Revêtements de rénovation pour modules PV (anti-salissures, antireflets)
- O&M pour centrales PV avec stockage

## O&M pour les systèmes solaires décentralisés

- Présentation des spécificités des systèmes PV décentralisés concernant les parties prenantes, SSE, la télésurveillance, l'exploitation, la maintenance et la gestion des pièces de rechange.



# La marque des meilleures pratiques O&M



Featured supporters:



# Comment fonctionne la marque des meilleures pratiques O&M ?

A screenshot of a detailed checklist form titled 'Solar O&M Best Practices Mark Checklist (2018 edition)'. The form is organized into several sections with numbered items, each with a corresponding score field. The sections include 'General Information', 'Operational O&M services', 'The safety of solar O&M organization', 'As a holder of best practices compliance', 'We pledge Technical O&M solar O&M', and 'We affirm solar O&M'. Each item has a score field with a dropdown menu and a 'Yes/No' checkbox.

**Etape 1:**  
Remplir le  
questionnaire

**Etape 2:**  
Préparer votre  
dossier technique

A screenshot of a web browser showing the 'Registration' page of the Solar O&M Best Practices Mark website. The page has a yellow header and a white main area. It contains a list of steps on the left side: '1. Operation O&M services', '2. The safety of solar O&M organization', '3. As a holder of best practices compliance', '4. We pledge Technical O&M solar O&M', and '5. We affirm solar O&M'. The main content area has a 'Registration' heading and several input fields for registration details, including 'Company name', 'Email', 'Phone', and 'Password'. There are also checkboxes for 'I agree' and 'I accept'.

**Etape 3:**  
S'enregistrer et signer la  
déclaration des meilleures  
pratiques O&M

[www.solarbestpractices.com](http://www.solarbestpractices.com)

# How does the Solar O&M Best Practices Mark work?



**Etape 4:**  
**Mettre la marque sur  
votre site Internet**

**Etape 5:**  
**Recevoir les demandes  
de propriétaires de centrales PV**

**Etape 6:**  
**Mettre à jour votre dossier  
chaque année**

[www.solarbestpractices.com](http://www.solarbestpractices.com)

# Merci pour votre attention !

Wolfgang ROSENBERG  
[w.rosenberg@tco-solar.com](mailto:w.rosenberg@tco-solar.com)

TCO Solar, Marseille

Afin de rejoindre le groupe de  
travail O&M de SolarPower  
Europe, contactez Máté Heisz à  
[m.heisz@solarpowereurope.org](mailto:m.heisz@solarpowereurope.org)

