

Renewables

INDICATEURS DE PERFORMANCE, OUTILS POUR L'ÉVALUATION DES PERFORMANCES DES CENTRALES PV

Thibaut Labonde, Business Development Manager – Mediterranean
Tunis, le 25 février 2020





100+

Nombre de pays où UL Renewable a réalisé des projets

55+

Années d'expérience dans les énergies renouvelables



Independent / Owner's Engineer sur

450+

projets éoliens et solaires*

*depuis 2012

A CONSEILLE

90%

des principaux DEVELOPPEURS et OPERATEURS éoliens et solaire



500+

Experts dans les énergies renouvelables



200,000+ MW

De projets analysés (MW)

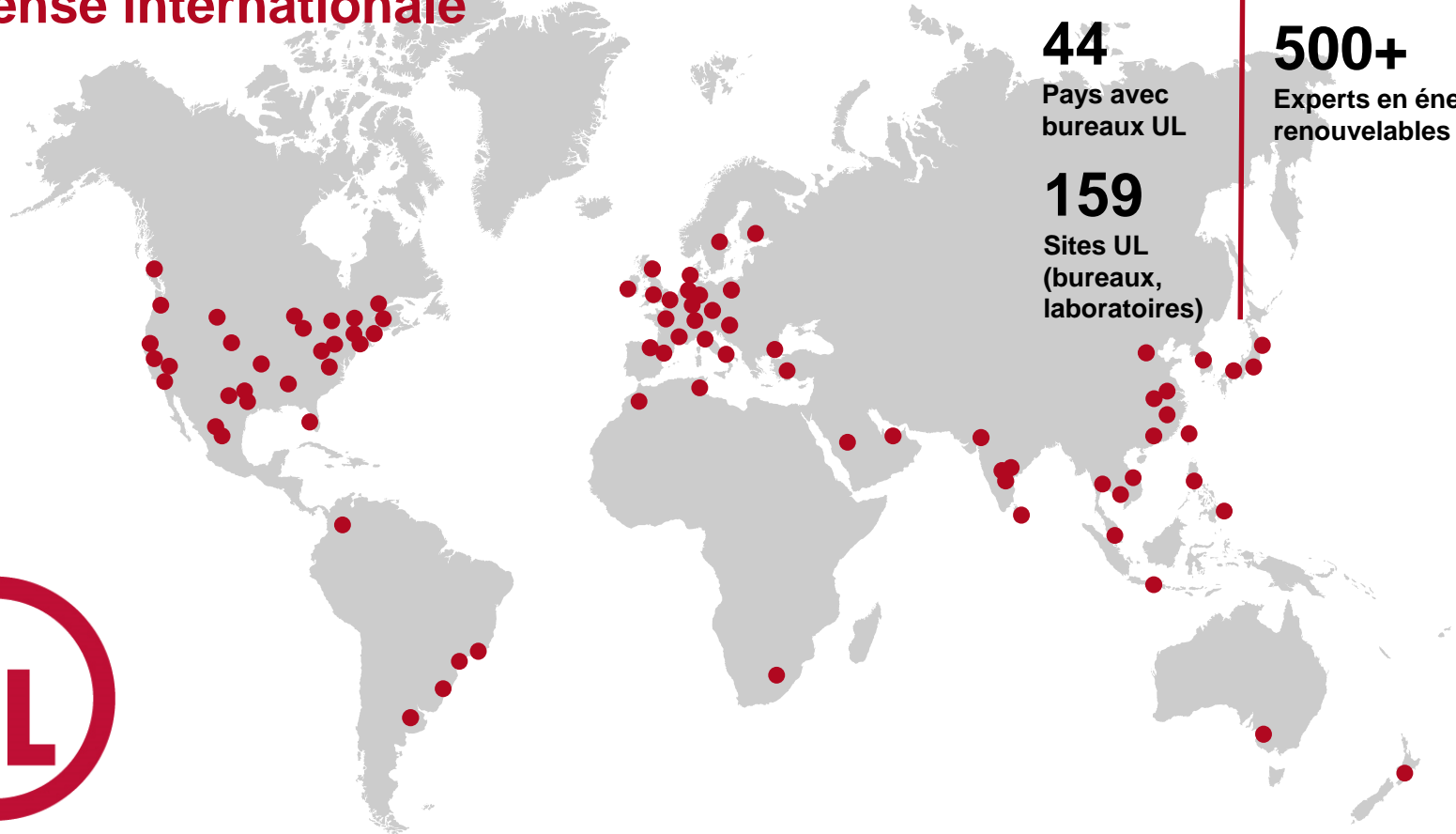


PREVISIONS DE PRODUCTION

pour **72+ GW**

D'actifs renouvelables en opération

Présence internationale



44
Pays avec
bureaux UL

500+
Experts en énergie
renouvelables

159
Sites UL
(bureaux,
laboratoires)



EOLIEN



SOLAIRE



STOCKAGE



E-MOBILITE



UL DRIVES TRUST IN RENEWABLES

UL PROPOSE LES SOLUTIONS TECHNIQUES SUIVANTES AU SECTEUR DES ENERGIES RENOUVELABLES



Support au développement de projet



Asset Management



Due Diligence



Prévisions de production



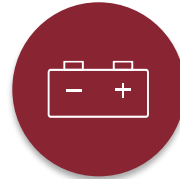
Cybersecurity



Certification



Test & Inspection



Solution de stockage d'énergie



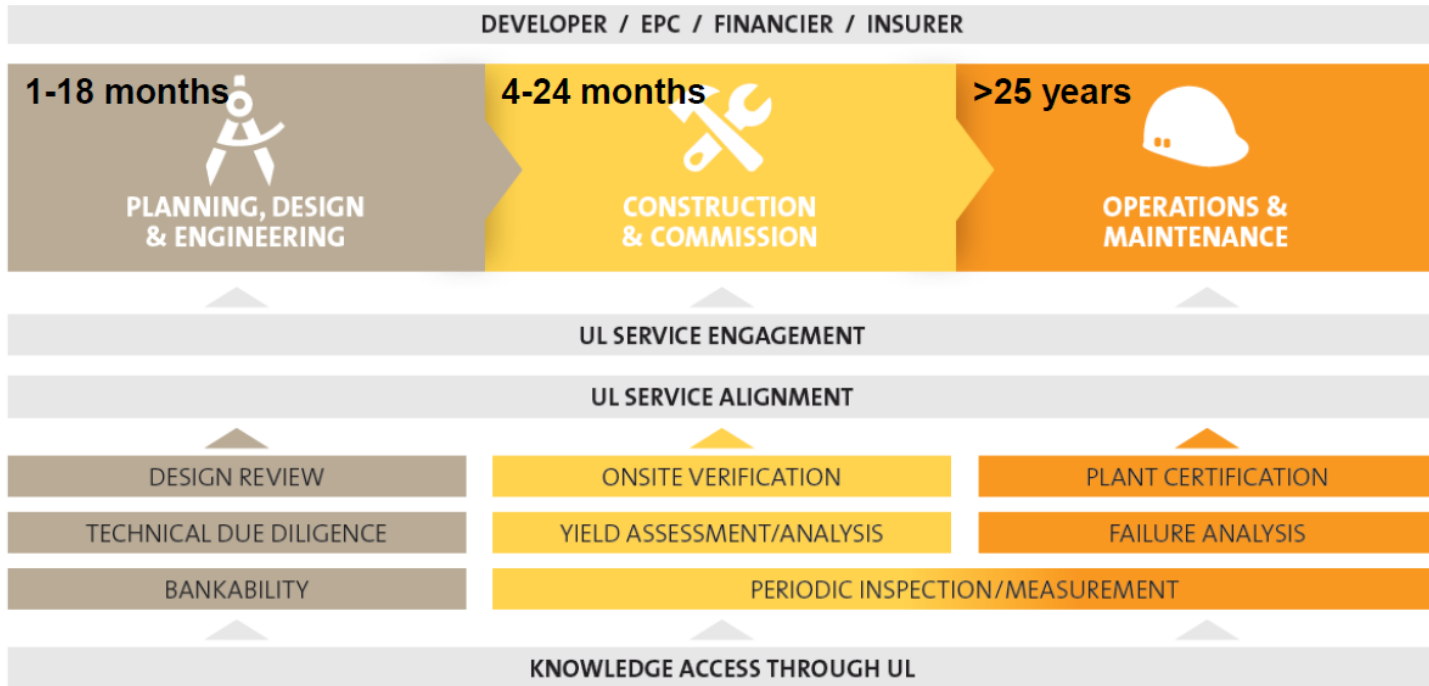
Logiciels et données



R&D



LES SERVICES UL DANS LE PHOTOVOLTAÏQUE



LES INDICATEURS DE PERFORMANCE CLES

- Les pertes et problèmes opérationnels
- Procédure de vérification et outils pour le suivi
- Indice de performance
- Disponibilité



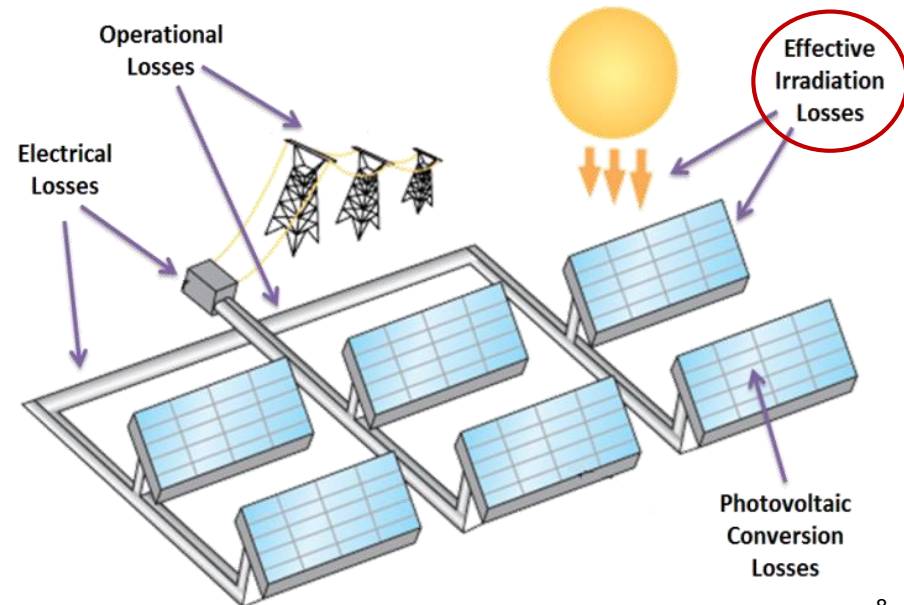
LES HYPOTHESES DE PERTES STANDARDS : IRRADIATION EFFECTIVE

Les pertes d'irradiation effectives sont associées à la lumière solaire atteignant et entrant dans la zone du collecteur DC (= les modules)

Ombrage horizontal

Ombrage environnant

Perte environnementale (Salissure et neige)



LES HYPOTHESES DE PERTES STANDARDS : CONVERSION PHOTOVOLTAÏQUE

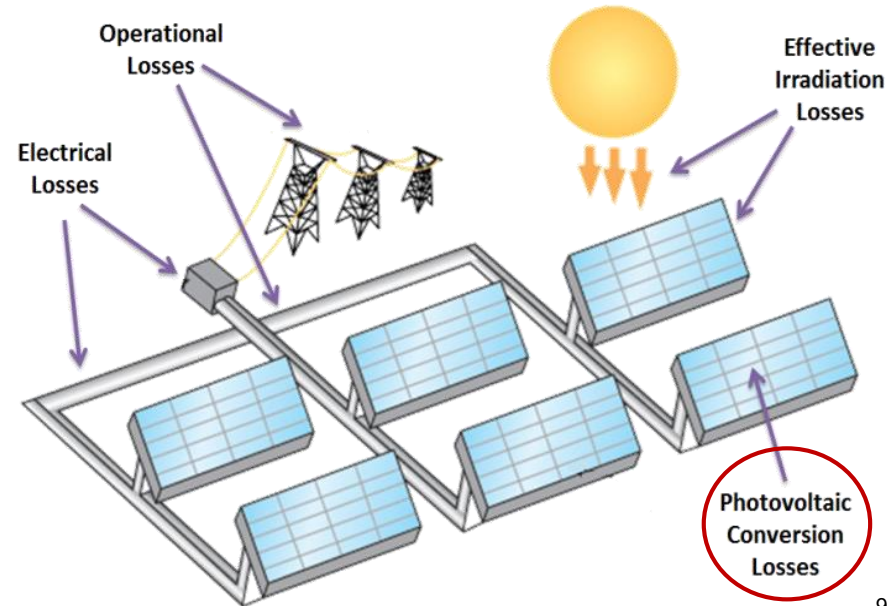
Les pertes de conversion photovoltaïque sont associées aux performances des modules PV, à la capacité d'alimentation réelle et à la capacité de convertir la lumière solaire en électricité CC.

Dégradation initiale induite par la lumière (ILID)

Fonctionnement dans conditions non standards
(Non-STC – Irradiation température)

Qualité des modules

Mismatch modules



LES HYPOTHESES DE PERTES STANDARDS : OPERATIONNELLE

Les pertes opérationnelles sont associées à la performance globale du système, disponibilité, consommation, stratégie opérationnelle, bridage.

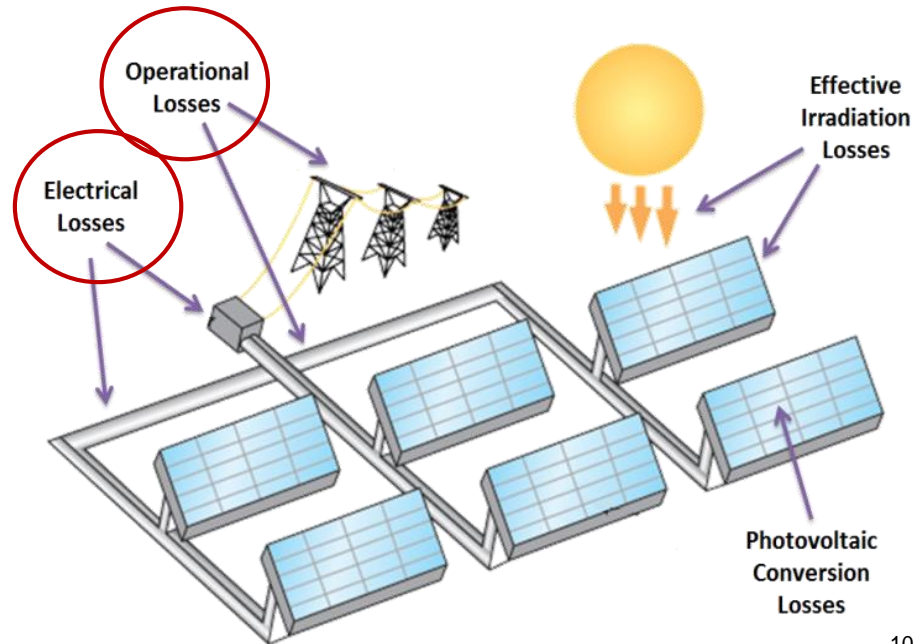
Performance du système de tracker

Performance du système CC (Module/String)

Disponibilité du système :

- Système courant alternatif (onduleurs & Transformateurs MV)
- Transformateur HV et poste de livraison
- Réseau

Bridage PPA Curtailment



LES PROBLEMES OPERATIONNELS COURANT



Vérifications des performances en phase opérationnelle



VERIFICATIONS DES PERFORMANCES

Meilleures pratiques incluent :

- **Supervision continue** des indicateurs clés (KPIs) d'un parc.
- **SCADA system** pour identifier et alerter des sous-performances pour une réparation rapide et le maintien d'une bonne disponibilité
- Analyse des causes profondes (**RCA**)
- Scan infrarouge et tests d'électroluminescence
- Flash tests sur site
- Vérifications des dégradations



PROCEDURE TYPIQUE DE SUIVI DES PERFORMANCES ET VERIFICATION OPERATIONNELLE

ANALYSE A DISTANCE

- Identifier les strings les moins performantes
- Calculer le % de dégradation du parc
- Indice de performance prévisionnel VS réel
- Estimation de productible (P50, P70, P90)
- Pertes prévisionnelles VS réelles
- Revue des contrats O&M

ANALYSE SUR SITE

- Mesure des courbes IV sur les strings identifiées
- Scan infrarouge (drone)
- Test de résistance d'isolement
- Mesure de terre
- Qualité de la construction et l'installation
- Vérification des garanties et réclamation

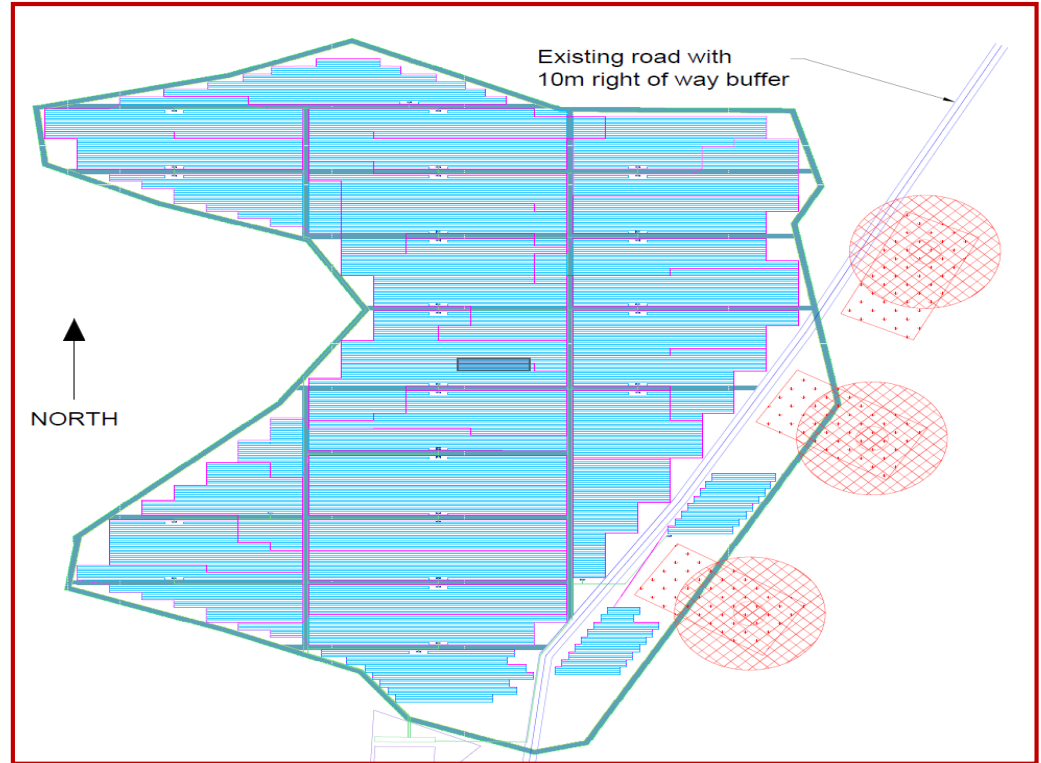
ANALYSIS EN LABORATOIRE

- Mesure indépendante des courbes IV
- Test d'électroluminescence
- Test de résistance d'isolement



ANALYSER LA PERFORMANCE DES PROJETS

- Suivi des **conditions climatiques** (GHI & T°) pour quantifier d'indice de performance et les profils de génération.
- **Stations météo** sont nécessaires en phase opérationnelle (ratio de 1 station pour 5-10MW en fonction des caractéristiques du projet)



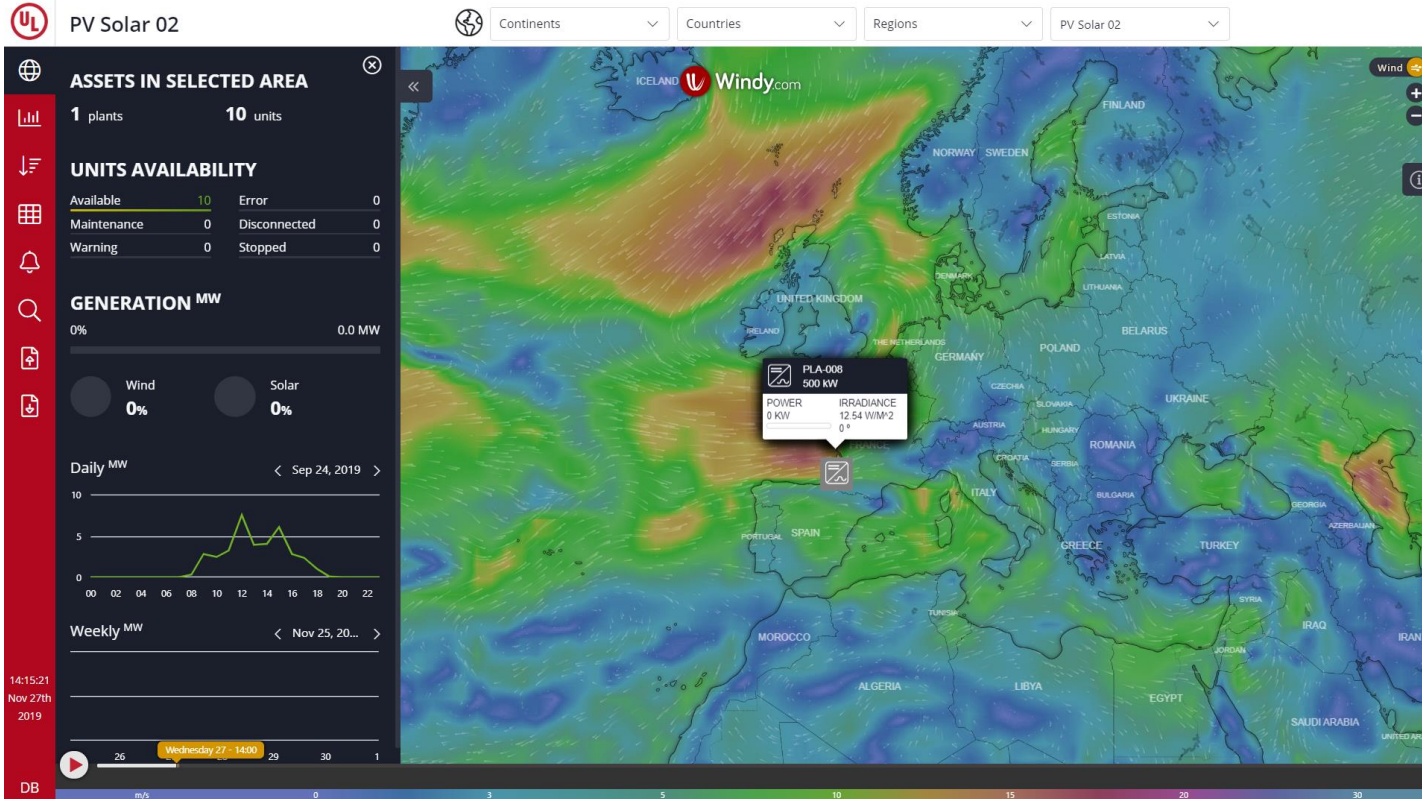
STATION METEO STANDARD EN PHASE OPERATIONNELLE




**Pyranometres de
2ème classe
pour mesurer
irradiation sur le
plan (POA)
ISO 9060**



RAMP – SCADA PLATFORM



RAMP – SCADA PLATFORM



Analytics

ASSETS

- PV Solar 01
- PV Solar 02
- PV Solar 03
- PV Solar 04
- PV Solar 05
- PV Solar 06
- PV Solar 07
- PV Solar 08
- PV Solar 09
- PV Solar 10
- WF Wind A
- WF Wind B
- WF Wind C
- WF Wind D
- WF Wind E
- WF Wind F
- WF Wind G

14:20:02
Nov 27th
2019

DB

Current selection PV Solar 01
?

Monitoring period: This Month ← →

Start Date: Sep 2019 ✕ 📅 End Date: Sep 2019 ✕ 📅 Budget: PV Demo1 2019

Waterfall
Availability Losses
PR
Yield

Availability | Availability Comparison 0 MWh lost due to array losses

Photovoltaic plant availability summary

99.7%
Time based
99.2%
Technical
10.0%
Energy based

Inverter availability

Inverter	Avail.	Time based	Technical	Energy based	Energy based Availability
SEC-001	Avail.				43.6 %
SEC-002	Avail.				45.3 %
SEC-003	Avail.				34.3 %
SEC-004	Avail.				39.9 %

Event list ✕

Start Date	Avail.	Message	Time
2019-09-01 10:21:58	AVAILABLE	Inversor BTL-01 no disponible	01m 41s



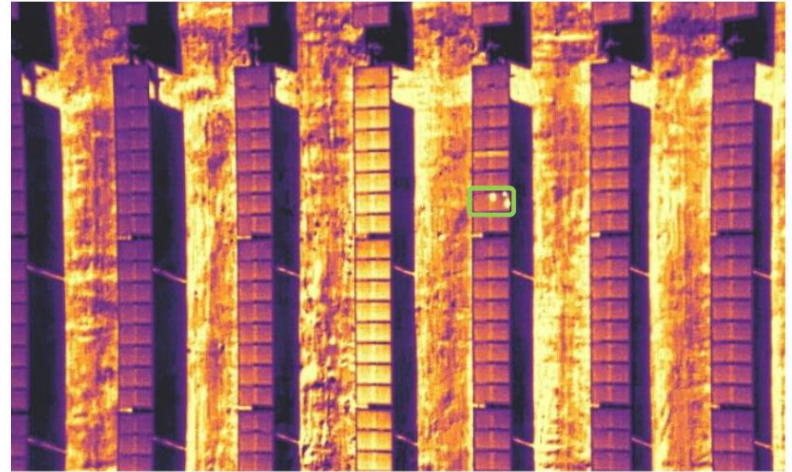
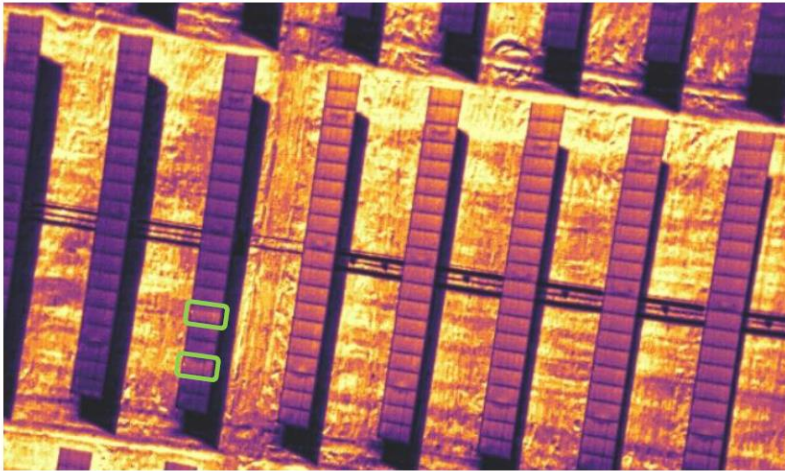
VERIFICATION SUR SITE AVEC UN LABORATOIRE MOBILE

- Simulateur solaire AAA+ pour tests electroluminescence haute resolution selon IEC 60904-9
- Conforme aux normes et test précis



VERIFICATIONS DES PERFORMANCES

Inspections par drone



LES DIFFERENTS INDICATEURS

KPIs Centrale PV

Reflètent directement la performance de l'actif :

- Productible de référence
- Productible attendu
- Productible de spécifique
- Indice de performance
- Indice de performance corrigé en température
- L'Indice de performance énergétique
- Disponibilité technique
- Disponibilité des trackers

KPIs Centrale PV et Prestataire O&M

Reflète les KPI de la centrale et du prestataire qui mesurent au même moment la performance de la centrale et la capacité du prestataire O&M de permettre à la centrale d'être en fonctionnement.

- Disponibilité contractuelle
- Disponibilité contractuelle avec tracker
- Disponibilité énergétique

KPIs Prestataire O&M

Reflètent la performance du prestataire O&M

- Temps d'accusé de réception
 - Temps d'intervention
 - Temps de réponse
 - Temps de résolution
 - Reporting
- L'expérience du prestataire
 - Respect des délais
 - Ratio de maintenance préventive vs curative

L'INDICE DE PERFORMANCE (PR)



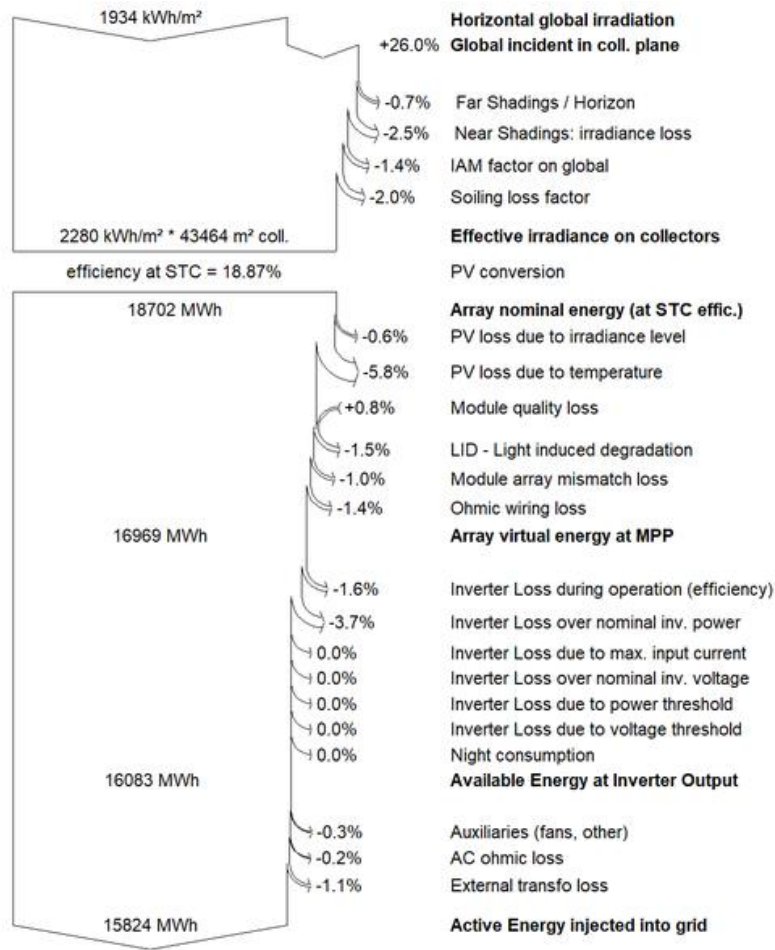
L'INDICE DE PERFORMANCE OR PERFORMANCE RATIO (PR)

Indice de **QUALITE** de la centrale solaire

Ratio entre le productible théorique possible et la production réelle de la centrale.

Prise en compte de toutes les pertes

Plus l'indice de performance est élevé plus la centrale est efficace.



PR = 79.4%

Reactive energy to the grid: $\text{Cos}(\Phi) = 0.950$
Apparent energy to the grid



INDICE DE PERFORMANCE DANS LES CONTRATS EPC

LES MEILLEURS PRATIQUES

L'Indice de Performance (PR) est un paramètre de garantie clé d'un contrat EPC

- Un test PR est effectué pendant 10-15 jours avant réception de la centrale
 - Une correction en fonction de la température est appliquée
 - PR de référence correspond généralement à 95% du PR estimé par un tiers indépendant.

$$PR_{TO(i)} = \frac{Y_i}{Y_{r(i)} \times \left[\left(1 - \frac{\beta}{100} \times (T_{MOD(i)} - 25^\circ\text{C}) \right) \right]} \times 100$$

- Une bonne pratique est que le PR soit garanti pendant la période de garantie du contrat EPC (2 ans)

$$PR = \frac{Y_f}{Y_r} \times 100$$

$$Y_{r(i)} = \frac{H_{POA}}{G_{STC}}$$

$$Y_i = \frac{E_i}{P_0}$$

DISPONIBILITE



O&M SCOPE OF WORK

- Comparaisons difficiles car l'étendue des prestations varie significativement.
- Maintenance préventive
 - 2-4 visites / an
 - Main d'oeuvre moins qualifiée
- Maintenance corrective
 - Temps de reaction et qualifications sont clés



GARANTIE DE DISPONIBILITE DANS LES CONTRATS O&M

- Les contrats O&M devraient au moins contenir une garantie de disponibilité.
- Une garantie sur le PR est idéale
- Calcul de la disponibilité au niveau de l'onduleur. Calcul basique considère les périodes où l'onduleur est en marche/arrêt.

$$A_{t_{total}} = 100 \times \sum (A_{t_k} \times \frac{P_k}{P_0})$$

- Bonne pratique : inclure la disponibilité du système de tracker

$$A_{t_{tracker}} = \frac{T_{t_{useful}} - T_{t_{down}}}{T_{t_{useful}}} \times 100$$

CONCLUSIONS

- Le suivi continu des indicateurs de performance est essentiel pour s'assurer d'une performance optimale d'une centrale.
- Ils peuvent révéler des sous-performances et guider l'exploitant dans la priorisation de ces actions.
- Ces indicateurs font parties des garanties des contrats EPC et O&M. Ils peuvent donner lieu à des compensations en cas de non respect des garanties.





MERCI !

Thibaut Labonde

Thibaut.labonde@ul.com - +33 762 521 190