

## Performances des systèmes de micro-onduleurs Enphase par rapport aux estimations PVWatts

---

Auteurs : David Briggs, Responsable marketing ; Mark Baldassari, Responsable Codes et conformité

**Contributeurs** : Astrum Solar, Inc., Real Goods Solar, Inc., Solar Universe, Inc.,

26 août 2011

### RÉCAPITULATIF

#### Résultats

Les résultats d'une étude de terrain récente sur plus de 143 sites en fonctionnement depuis au moins 6 mois indiquent que les estimations PVWatts des installations Enphase sont dépassées de 8 % en moyenne, voire, pour de nombreux sites, des résultats dépassés de 11 %. Des études similaires montrent que les installations photovoltaïques qui utilisent des onduleurs classiques ont des résultats en moyenne inférieurs de 8 % aux estimations PVWatts. Lorsqu'on les compare, ces résultats indiquent que les micro-onduleurs Enphase peuvent améliorer les performances des installations photovoltaïques de 16 % en moyenne par rapport à des onduleurs classiques.

#### Méthodologie

Des informations de conception du système PV ont été collectées dans 143 installations Enphase. Les performances attendues de ces systèmes ont été calculées à l'aide du système PVWatts du NREL. Ces estimations ont ensuite été comparées aux données réelles de production d'énergie collectées sur le site Web Enphase Enlighten.

### INTRODUCTION

Le système PVWatts du NREL est à ce jour le leader des outils de prévision des performances pour les applications photovoltaïques résidentielles et commerciales de petite taille. Pourtant, les études qui ont examiné les performances réelles des installations photovoltaïques par rapport aux estimations PVWatts sont rares.

En 2009, Gostein, et al. ont publié l'étude la plus complète [1], dans laquelle ont été comparées les performances réelles de plus de 480 installations photovoltaïques à leurs estimations PVWatts. Dans cette étude, les données de performances mensuelles de chaque site ont été comparées aux estimations PVWatts mensuelles de ce même site, ce qui a permis de présenter les performances de chaque site sous forme de pourcentage de l'estimation PVWatts. Les résultats de l'analyse indiquent que les systèmes photovoltaïques ont des résultats en moyenne inférieurs de 8 % aux estimations PVWatts. Des performances similaires sont apparues dans d'autres études empiriques[2], ainsi que dans des modèles théoriques[3].

Pour mieux comprendre les performances des micro-onduleurs par rapport aux estimations PVWatts, Enphase Energy a conduit une étude similaire à celle de Gostein, et al.

## MÉTHODOLOGIE

### Collecte des données

Les informations de conception des systèmes photovoltaïques, comme le type de module, l'inclinaison et l'azimut, ont été collectées sur 143 installations de micro-onduleurs Enphase. Les installations se trouvaient en Californie et dans l'Est des États-Unis. Les sites comportaient des installations résidentielles et commerciales, avec une taille moyenne d'environ 5 kW. Les estimations de performances mensuelles pour chaque site ont été obtenues par l'entrée des informations de conception dans le système PVWatts du NREL. Dans le système PVWatts, un facteur de déclassement DC-AC standard de 0,77 a été utilisé, ce qui ne prend pas en compte l'impact d'un ombrage éventuel.

Les données de performances mensuelles réelles ont été collectées pour chaque site depuis le site Web Enphase Enlighten. Chaque site disposait de données de production pour au moins 6 mois complets, avec une moyenne de 12 mois. Les données de performances du site Web Enlighten sont envoyées par le périphérique Enphase Envoy, un compteur d'énergie qualifié de +/- 5 %. Le périphérique Envoy collecte les mesures des micro-onduleurs individuellement. Pour augmenter la précision de la mesure de la puissance, la précision du système de mesure pour chaque micro-onduleur a été prise en compte dans les calculs de l'étude (voir le calcul « Tendances du site » ci-dessous). Pour déterminer la précision de l'instrument de mesure, les mesures d'alimentation interne du micro-onduleur sont comparées à leur sortie réelle, tel que testé lors du processus de fabrication du micro-onduleur.

Les pertes d'énergie dues à la résistance dans le câblage du système ne peuvent pas être prises en compte de façon fiable dans cette étude. Les micro-onduleurs Enphase collectent les informations de production d'énergie au niveau du module. De plus, le reporting des micro-onduleurs Enphase peut être de 1 à 3 % supérieur à la production d'énergie enregistrée par l'outil de mesure, ce que le système PVWatts doit prévoir. Ces pertes varient en fonction de la longueur des câbles, de la taille des conducteurs et d'autres facteurs liés à la conception du système.

### Précision des données et analyse

Les données de précision du système de mesure de chaque micro-onduleur ont été utilisées pour créer un facteur « Tendances de l'unité ». La Tendances de l'unité de chaque micro-onduleur du site a été combiné selon la formule suivante pour générer une valeur de « Tendances du site » pour le site :

$$\text{Tendances du site (SB, Site Bias)} = (\sum \text{Tendances de l'unité sur le site}) / (\text{Nombre d'unités sur le site})$$

Cette valeur de Tendances du site donne l'erreur attendue en pourcentage dans la lecture du périphérique Envoy sur le site. Les valeurs de production d'énergie mensuelle envoyées à Enlighten

par le périphérique Envoy ont alors été ajustées afin de mesurer la précision selon la formule suivante :

$$P_{j,aj} = P_j * (1 - SB/100)$$

$P_j$  – Production d'énergie pour le mois j, issue d'Enlighten

Ces valeurs de production mensuelle ajustée ont été comparées aux valeurs prévues par PVWatts pour chaque site afin de créer un « Taux de performances » pour chaque mois. Le Taux de performances mensuel a été calculé comme suit :

$$PR_j = P_{j,aj} / P_{j,est}$$

$P_{j,est}$  – Sortie mensuelle estimée pour le mois j, issue de PVWatts

Le taux de performance global de chaque site (PR) a été calculé à partir de la moyenne de tous les PR<sub>j</sub> de ce site.

$$PR = \sum PR_j / N$$

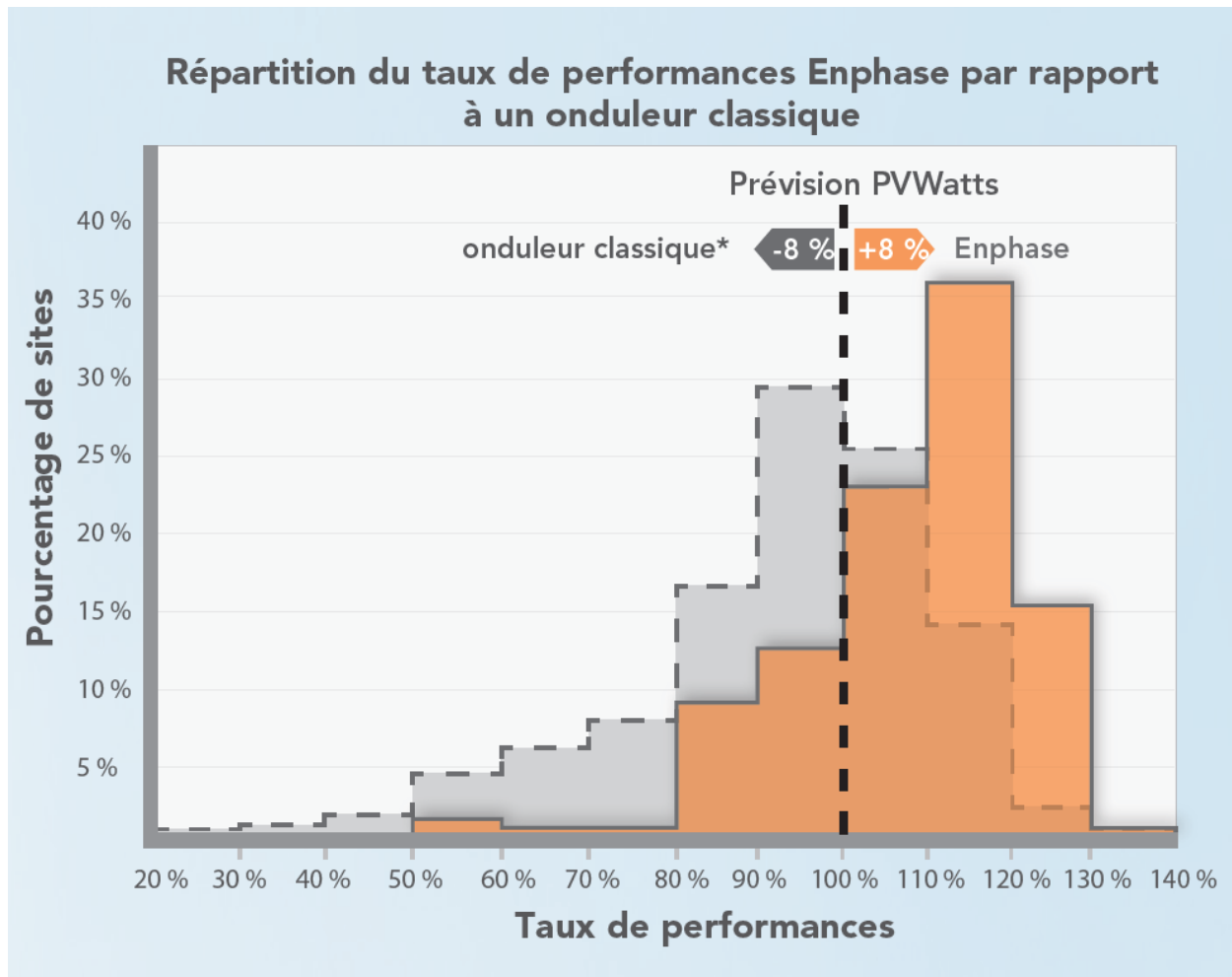
où j = 1 à N

N – Nombre de mois pendant lesquels des données sont disponibles

## RÉSULTATS

Sur les 143 sites analysés, le Taux de performances moyen était de 108 % et le Taux de performances médian était de 111 %. Plus des trois quarts des installations Enphase ont dépassé leurs estimations PVWatts, jusqu'à 134 % des résultats attendus. Sur environ un quart des sites dont les résultats étaient inférieurs aux estimations PVWatts, la plupart fonctionnait à au moins 90 % de ces estimations.

Récapitulatif des statistiques	Enphase	Gostein, et al
Taux de performances moyen	108 %	92 %
Pourcentage de sites supérieurs aux prévisions	76 %	36 %



**Figure 1.** Les répartitions de taux de performances des installations Enphase et Gostein, et al. sont indiquées en orange et en gris respectivement.

Ces résultats ont été observés malgré un niveau significatif d'ombrage (> 5 %) sur la moitié environ des 143 installations Enphase. Le taux de performances moyen pour les sites avec ombre  $\leq 5\%$  était de 115 %, avec plus de 95 % de ces sites qui dépassaient les estimations PVWatts. Une analyse des sites avec plus de 5 % d'ombre nécessiterait un ajustement du taux de déclassement DC-AC dans le système PVWatts, ce qui ne rentre pas dans le cadre de cette étude.

## CONCLUSION

Les performances moyennes des systèmes photovoltaïques qui utilisent des micro-onduleurs Enphase dépassent les estimations de performances PVWatts de manière significative. Cet avantage est même encore plus marqué lorsqu'il est comparé à des études plus anciennes, par exemple celle de Gostein,

et al., qui indiquent les désavantages de performances potentiels des onduleurs classiques. Il est probable que les facteurs tels que le MPPT au niveau du module, l'efficacité élevée dans les niveaux de lumière faible et la fiabilité élevée des systèmes augmentent les avantages de performances des installations Enphase.

Enphase Energy continue d'étendre le nombre de sites et de points de données mensuelles utilisés dans cette analyse, dans le cadre d'un effort de recherche continu. Des études supplémentaires seront rendues publiques à l'avenir afin de fournir plus de détails sur l'impact des différentes variables spécifiques liées à la géographie et au site.

## RÉFÉRENCES

1. Gostein, M., et al, « Performance Analysis of Photovoltaic Installations in a Solar America City », *IEEE*, 2009.
2. Pepper, J., « Comments of Clean Power Markets, Inc. on CPUC Energy Division Staff Draft Proposal Phase I for the California Solar Initiative Design and Administration 2007-2016, Filed under Rulemaking 06-03-004 », CPUC, May 16, 2006.
3. Dean, S.R., « Quantifying the variability of solar PV production forecasts », American Solar Energy Society, 2010.