

Performance des topologies PV sous conditions ombragées

“Le système de SolarEdge produit plus d’énergie que le système d’onduleur sur chaîne dans tous les tests. Sur une moyenne annuelle, le système SolarEdge récupère 24.8% d’énergie perdue pour cause d’ombrage alors que le système de micro-onduleur n’en récupère que 23.2%”

Déclaration de Matt Donovan, PV Evolution Labs.



Sommaire

Le système SolarEdge a surpassé les systèmes d'onduleur SMA et les micro-onduleurs Enphase dans le cadre d'une étude d'ombrage au Laboratoire National des Energies Renouvelables (NREL) conduite par PV Evolution Labs (PVEL). Cette étude a simulé des scénarios d'ombrage partiel de systèmes photovoltaïques typiquement résidentiels installés sur toit et a évalué l'impact des différentes topologies de conversion d'énergie sur les performances du système.

Le système SolarEdge a obtenu un gain d'énergie de 1.9%, 5.0% et 8.4% par rapport au système d'onduleur en chaîne SMA avec un ombrage faible, moyen et important respectivement. Le système SolarEdge a également produit plus d'énergie que le système de micro-onduleur Enphase.

Le test a aussi déterminé le facteur d'atténuation d'ombrage (SMF) qui représente la récupération d'énergie annuelle d'un optimiseur de puissance ou d'un système de micro-onduleur, comparée à un onduleur classique sur chaîne. L'étude a constaté que le système SolarEdge a récupéré 28.3%, 21.9% et 24.3% d'énergie perdue par le système sur chaîne classique avec un ombrage faible, moyen et important respectivement. Ces conclusions indiquent des résultats SMF supérieurs même par rapport à ceux des systèmes de micro-onduleur Enphase.

Impact de l'ombrage sur la production d'énergie

Dans les systèmes PV, il est pratiquement impossible d'éviter complètement l'ombrage qui peut être causé par les arbres, les cheminées, les antennes paraboliques etc. Dans ces systèmes, les pertes dues à l'ombrage partiel sont estimées à une perte d'énergie annuelle de 5% à 25%.

Impact de l'ombrage sur la topologie MPP au niveau de la chaîne

L'ombrage d'une partie quelconque d'un panneau PV réduit sa production. Manifestement, la production des cellules ou des modules ombragés diminuera en corrélation avec la réduction de la lumière incidente. Néanmoins dans les systèmes avec des onduleurs classiques sur chaîne, les cellules ou les modules non ombragés seront également affectés par l'ombre. Par exemple, si un seul module dans une chaîne en série est partiellement ombragé, sa production de courant sera réduite et cet élément déterminera le point de fonctionnement de tous les modules sur la chaîne. Sinon, le module ombragé doit être contourné, à savoir que ce module cesse totalement de produire de l'énergie (Fig.1). Si plusieurs modules sont ombragés, la tension de la chaîne diminuera à une valeur inférieure au point de fonctionnement minimum de l'onduleur causant ainsi l'arrêt de la production d'énergie sur toute la chaîne.

Impact de l'ombrage sur la topologie MPP au niveau du module

Les composants électroniques au niveau du module, tels que les convertisseurs CC-CC et les micro-onduleurs, atténuent les pertes d'ombrage en isolant l'impact de l'ombrage aux modules ombragés, permettant ainsi aux modules non ombragés de poursuivre pleinement leur production (Fig.2).

MPP au niveau de la chaîne

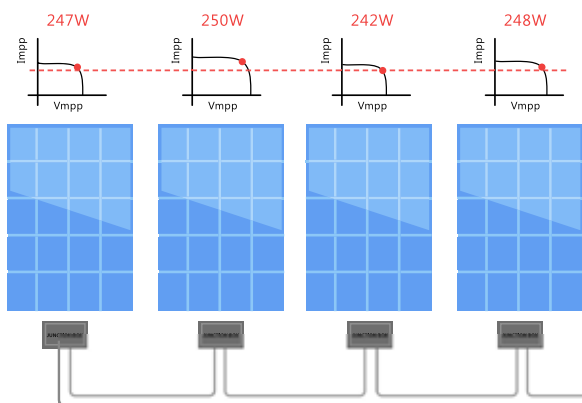


Figure 1 : Le module partiellement ombragé est contourné

MPP au niveau du module

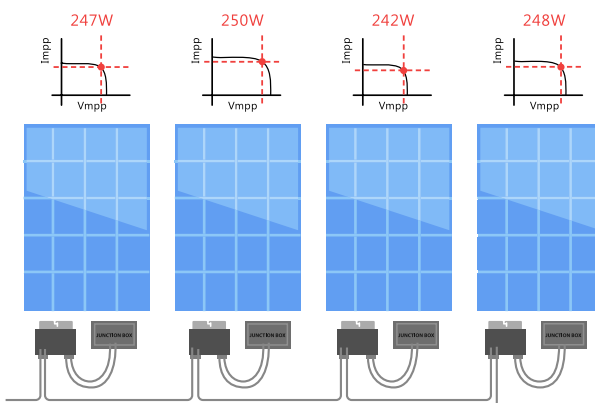


Figure 2 : Le module partiellement ombragé apporte son énergie

Pour convertir efficacement l'énergie d'un module partiellement ombragé, les capacités du suivi MPP à basse tension sont essentielles. Néanmoins, les micro-onduleurs ont besoin de tensions relativement élevées, environ 20V, afin de suivre le MPP du module. Cela signifie que si la tension du module descend en dessous de ce point, le micro-onduleur ne suivra pas son MPP, il maintiendra pourtant une tension suffisamment élevée pour continuer à fonctionner mais à un point non optimal. En revanche, les optimiseurs de puissance SolarEdge commencent à suivre le MPP à une tension aussi basse que 5V, ce qui signifie qu'ils suivent le MPP de module même dans des conditions d'ombrage sévères (Fig.3)

Courbe I-V du module partiellement ombragé

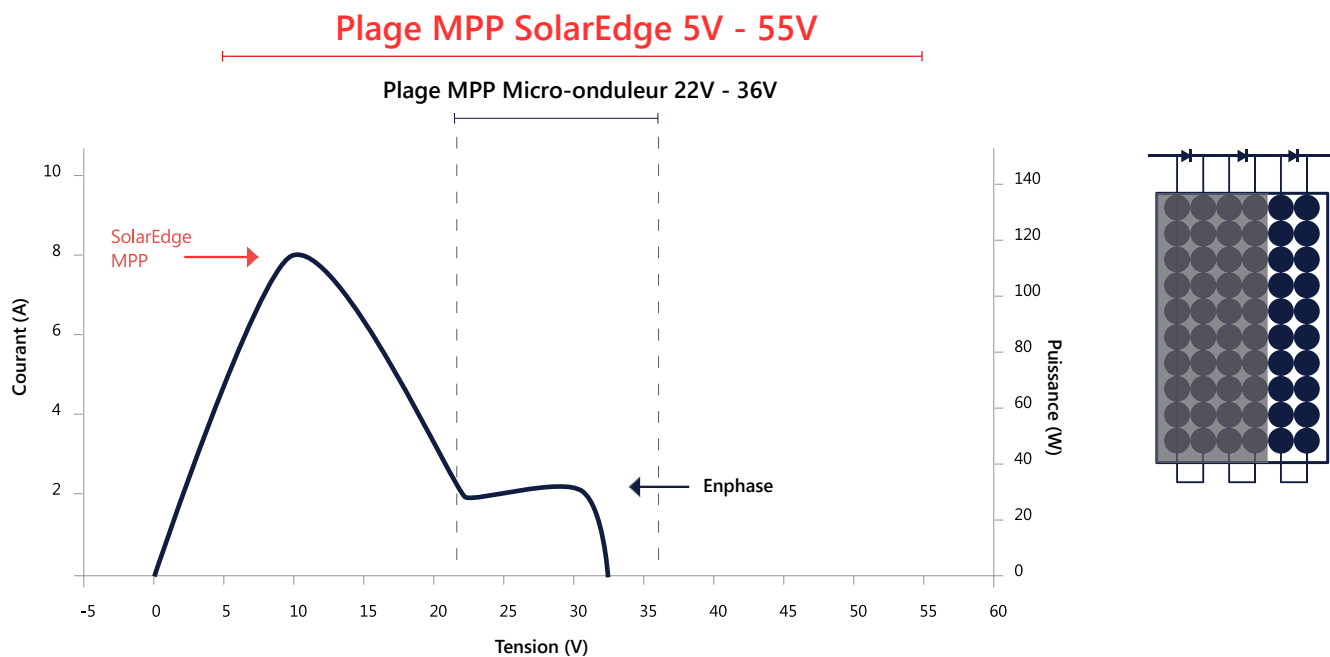


Figure 3 : La conversion d'énergie du module du micro-onduleur est limitée à un pic inférieur du fait de sa fenêtre MPPT étroite

Procédure et implémentation de l'étude d'ombrage pvel et nrel

La procédure de test PVEL et NREL a été développée de manière à retirer toute partialité lors de la comparaison entre les systèmes.

Les systèmes testés sont constitués de panneaux identiques, et les conditions d'ombrage ont été appliquées aux panneaux simultanément et non pas séquentiellement afin de minimiser certaines incertitudes associées à des changements de température et d'irradiance.

Les mesures ont été prises également sous conditions non ombragées et utilisées pour normaliser les mesures de chaque système.

Dans cette étude, chaque panneau comprenait deux chaînes de 13 modules chacun. Les modules étaient des modules de 240W à 60 cellules avec 3 diodes de contournement par module. L'ombrage direct a été appliqué en utilisant un filet semi transparent couvrant directement le module. Ce filet possède une transparence de 36% et une transmission spectrale uniforme suffisante. Le test a employé une variété de conditions d'ombrage allant de 1% pour chaque panneau à plus de 97%, pour un total de 22 configurations.

Pour chaque configuration, chaque panneau a eu exactement les mêmes conditions d'ombrages appliquées, un temps d'attente de cinq minutes a été donné afin de stabiliser les systèmes, puis les mesures de conversion d'énergie d'un côté à l'autre ont été effectuées approximativement toutes les dix minutes. Les mesures des performances ont été prises avec des compteurs de production.

Les résultats des performances ont été par la suite extrapolés et appliqués à des scénarios d'ombrage type, à savoir faible, moyen ou important sur la base de mesures SunEye sur des résidences réelles. Ces trois scénarios d'ombrage correspondent à des systèmes avec 7.6%, 19.0% et 25.5% d'ombrage, respectivement.

De plus, les résultats ont été annualisés en attribuant un coefficient à chaque mesure en fonction de sa fréquence d'apparition présumée durant l'année. Le résultat final est un facteur d'atténuation d'ombrage (SMF) indiquant la fraction de l'énergie perdue du fait de l'ombrage dans un système d'onduleur sur chaîne et qui est récupérable à l'aide d'un système SolarEdge (ou un système de micro-onduleur). Un SMF a été obtenu pour les trois scénarios d'ombrage.

Pour de plus amples détails sur la procédure, référez-vous à "Photovoltaic (PV) Shading Testbed for Module-level Power Electronics", C. Deline, J.

Meydbray, M. Donovan, J. Forrest, <http://www.nrel.gov/docs/fy12osti/54876.pdf>

Le document se réfère à un système à 3 chaînes ; cette étude a été adaptée à un système à 2 chaînes.



Resultats

Les mesures des performances indiquent que le système SolarEdge convertit 1.9%, 5.0% et 8.4% (Table 1) plus d'énergie que le système d'onduleur sur chaîne SMA avec un ombrage faible, moyen et important respectivement. Le système SolarEdge a également produit plus d'énergie que le système de micro-onduleur.

Lors de la détermination du SMF – la récupération d'énergie annuelle d'un optimiseur de puissance ou d'un système de micro-onduleur comparé à un onduleur classique sur chaîne – l'étude a montré que le système SolarEdge avait récupéré 28.3%, 21.9% et 24.3% d'énergie perdue par le système d'onduleur sur chaîne avec un ombrage faible, moyen et important respectivement (Fig.4). Ces résultats indiquent des résultats SMF plus élevés même que ceux du système de micro-onduleur Enphase.

Résultats SMF NREL/PVEL

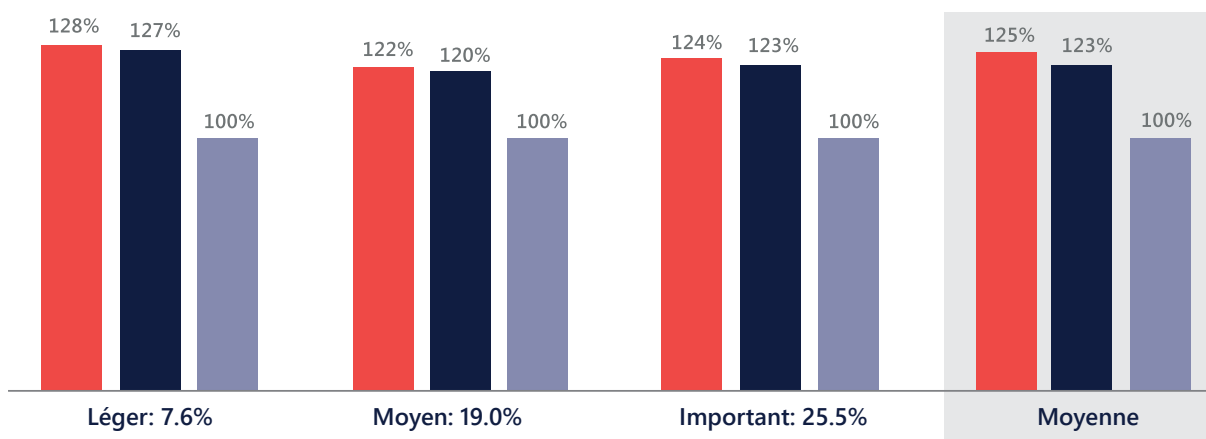


Figure 4:

■ SolarEdge ■ Enphase ■ SMA

Tableau 1:

	Léger	Moyen	Important
% du système ombragé	7.6%	19.0%	25.50%
Energie disponible [kWh/m ²]	1813	1893	1784
Energie SolarEdge [kWh/m ²]	1729	1616	1439
Energie d'onduleur sur chaîne SMA [kWh/m ²]	1697	1539	1328
Facteur d'atténuation d'ombrage (SMF)	28.30%	21.90%	24.20%
Energie supplémentaire	1.9%	5%	8.4%