



Task 13 Fiabilité et performance des systèmes photovoltaïques

S
P
V
P

FICHE D'INFORMATION

Systemes de suivi bifaciaux

JUILLET 2024

Auteurs: Stein, J., Maugeri, G.

Task 13 Managers:

Ulrike Jahn, Fraunhofer CSP, Germany

Laura Bruckamn, Case Western Reserve University, USA

Giosué Maugeri, RSE, Italy



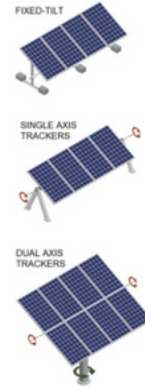
Systèmes de suivi bifaciaux

La production d'énergie des modules photovoltaïques (PV) peut être augmentée non seulement par des cellules solaires plus efficaces, mais aussi par des concepts de système innovants.

Modules PV bifaciaux :

De nouvelles conceptions de cellules permettent à la lumière d'atteindre la cellule par le côté arrière, offrant des efficacités de 60 % à plus de 90 % par rapport au côté avant.

Systèmes de suivi : Les systèmes de suivi à axe unique (1T) et à deux axes (2T) adaptent l'orientation des modules photovoltaïques pour suivre la position du soleil, minimisant l'incidence des angles de lumière sur les modules PV.



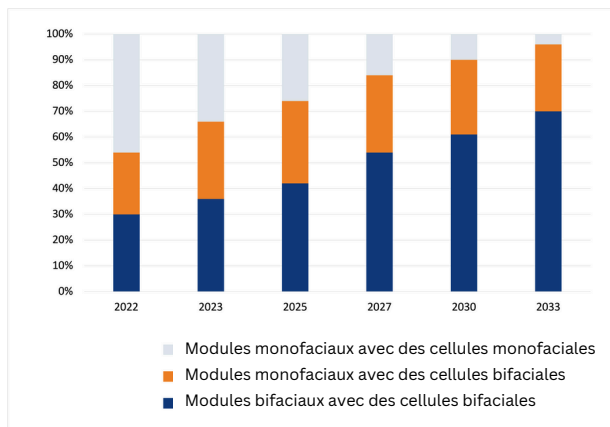
Une combinaison de **modules bifaciaux avec des systèmes à axe unique** produit l'électricité **la moins chère**, en augmentant significativement la production d'énergie (35% de plus que les systèmes conventionnels).

Les systèmes de suivi bifaciaux présentent le LCOE (Coût de l'Électricité Nivelé) le plus bas pour plus de 90 % des régions du monde, avec un LCOE inférieur de 16 % par rapport aux systèmes conventionnels.

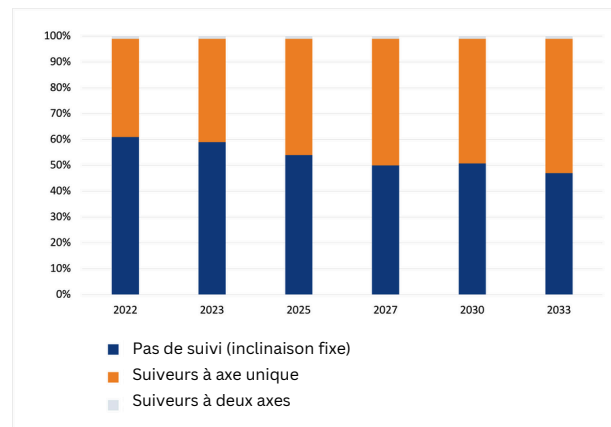
Développement du marché

Les cellules et modules photovoltaïques bifaciaux prennent rapidement une part croissante du marché par rapport aux technologies PV monofaciales. Les systèmes de suivi, notamment les suiveurs à axe unique, voient également leur part de marché augmenter avec le temps.

Parts de marché mondiale des modules monofaciaux et bifaciaux



Parts de marché mondial des systèmes de suivi pour les PV cristallins au silicium





Tendances du marché et facteurs moteurs

- **Les prix dépendent** des facteurs de conception, de la topologie du terrain et des prix de l'acier. Les systèmes SAT peuvent augmenter les rendements annuels d'environ 20 % par rapport aux systèmes à inclinaison fixe. Les développeurs accordent de la valeur à un calendrier de livraison fiable ainsi qu'à la disponibilité de l'équipement et sont prêts à payer plus pour cela.
- **Les problèmes de chaîne d'approvisionnement et les prix du marché** sont importants (par exemple, l'acier - l'utilisation de fournisseurs locaux peut compenser les coûts et les émissions de carbone).
- Les entreprises se concentrent sur **certains secteurs de marché** (par exemple, l'AgriPV à double usage, le déploiement sur des terres non agricoles ou utilisables, les terrains fortement pentus). **Les perspectives concernant l'utilisation des terres et leur valeur sont divergentes.**

Aperçu des systèmes de suivi

Méthodes de montage				
individuellement	double	incliné	à deux axes	à deux axes dans le cadre

longueur des suiveurs

	< 80 m
	80 m ~ 120 m
	> 120 m

Options d'installation		
pieux battus	pieux en béton	autre : formé par glissement ou vissé

Certifications		
vent	grêle	fiabilité
		<ul style="list-style-type: none">• IEC 62817• UL 3703• UL 2703• ISO 9001, 45001, 14001

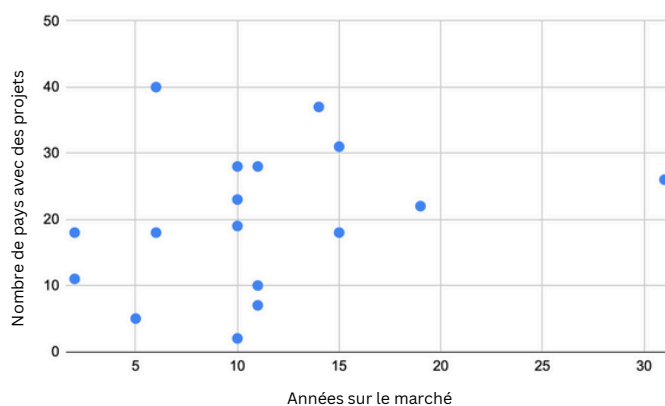
Moteurs de mouvement	
moteur central	architecture indépendante

algorithmes	Méthodes pour répondre aux conditions météorologiques extrêmes
Traçabilité Optimisation Conscience du terrain Nettoyage Sécurité	Le contrôleur du tracker réagit aux capteurs de vent, de grêle et de neige ou aux alertes, et ajuste l'angle d'inclinaison pour réduire le risque pour les modules.

IEA PVPS Task 13 a obtenu des données à partir d'entretiens avec 17 entreprises de suiveurs, représentant plus de 87 % de la part de marché mondiale de 2012 à 2021, ainsi que de l'analyse du rapport Global Solar PV Tracker 2022 de Wood Mackenzie.

Les entreprises de suiveurs sont actives à l'international :

- 70 % des entreprises sont dans le secteur depuis au moins 10 ans.
- Environ 50 % des entreprises vendent des trackers dans plus de 20 pays.
- Plus de 80 % des entreprises vendent dans plus de 10 pays.



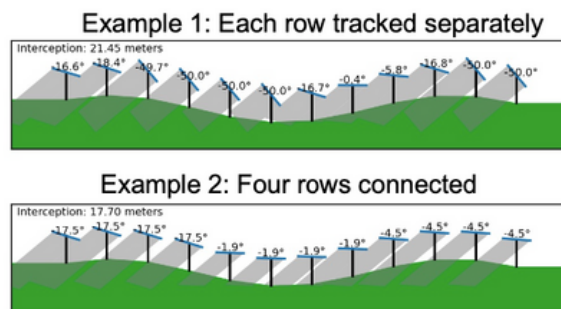


Conceptions de systèmes pour des rendements et une valeur optimaux

Stratégie de recul : Lorsque des ombrages commencent à se produire entre les panneaux, l'angle de suivi ne suit plus directement la trajectoire du soleil mais s'ajuste en reculant (diminuant) pour éviter les ombrages. Toutes les entreprises de suivi interrogées proposent cette stratégie de recul.

Le terrain complexe présente des défis pour certains designs de trackers.

- Les changements de pente dans la direction normale aux rangées nécessitent un ajustement de l'angle d'inclinaison de chaque rangée.
- Les changements de pente parallèles aux rangées nécessitent des accouplements flexibles sur les tubes de couple.



Présentation de Kevin Anderson, Sandia

Certaines **conditions météorologiques** nécessitent des ajustements rapides :

- Les contrôleurs de suivi solaire reçoivent des signaux des capteurs de vent (ou parfois de grêle) dispersés dans le champ.
- Ajustements d'inclinaison pour protéger les systèmes et les modules
 - Inclinaison maximale - par exemple, en cas de chutes de grêle ou de neige.
 - Position horizontale - en cas de rafales de vent pour réduire l'effet de voile.

Modélisation des performances et évaluation du rendement

Le groupe de travail IEA PVPS Task 13 (Activité 2.3) mène actuellement une étude sur les meilleures pratiques pour les systèmes de suivi photovoltaïques bifaciaux. Dans le cadre de cette activité, nous organisons une étude de modélisation en aveugle des performances des PV afin de comparer différents outils de modélisation et leurs prévisions de performance pour divers paramètres de conception des systèmes. Les participants ont été invités à simuler un ensemble de six systèmes PV fictifs pour lesquels les données de conception des systèmes et les données météorologiques ont été fournies.

Definition des scénarios pour la comparaison des modèles

Les scénarios sont hypothétiques et couvrent les variations suivantes :

- GCR (Ground Coverage Ratio) : Ratio de couverture au sol
- Albédo
- Hauteur du moyeu
- Configuration
- Type de surface au sol

Scénario	GCR	Albédo	Hauteur de moyeu	Configuration	Type de surface au sol
S1	0.4	0.2	1.5 m	1-Up portrait	Horizontal
S2	0.25	0.2	1.5 m	1-Up-portrait	Horizontal
S3	0.4	0.5	1.5 m	1-Up-portrait	Horizontal
S4	0.4	0.2	3.5 m	1-Up portrait	Horizontal
S5	0.4	0.2	1.5 m	1-Up portrait	Pente de 10% vers l'est
S6	0.4	0.2	1.5 m	1-Up portrait	Pente de 10% vers le sud-ouest



IEA PVPS Task 13 Activité 2.3 : Suivi bifacial

L'obiettivo della Task 13 è fornire una piattaforma comune per esaminare gli aspetti tecnici che influenzano la qualità, le prestazioni e l'affidabilità dei moduli e dei sistemi fotovoltaici in vari ambienti e applicazioni. A questo scopo, raccogliamo dati modellati e misurati da vari sistemi fotovoltaici in tutto il mondo, compresi riassunti delle pratiche diversificate di ogni paese e feedback sull'esperienza con una vasta gamma di tecnologie e progettazioni dei sistemi fotovoltaici. I risultati della Task 13 vengono diffusi attraverso rapporti, workshop, webinar e pubblicazioni online.



Sub Tasks:

1. Fiabilité des nouveaux matériaux, composants et modules PV
2. Performance et durabilité des applications PV
3. Indicateurs de performance technico-économique



Bibliographie

- C. D. Rodríguez-Gallegos, H. Liu, O. Gandhi, J. P. Singh, V. Krishnamurthy, A. Kumar, J. S. Stein, S. Wang, L. Li, T. Reindl, and I. M. Peters. 2020. "Global Techno-Economic Performance of Bifacial and Tracking Photovoltaic Systems." *Joule*, pp. 1514-1541.
- J. S. Stein, C. Reise, J. B. Castro, G. Friesen, G. Maugeri, and E. Urrejola. 2020. "Bifacial Photovoltaic Modules and Systems: Experience and Results from International Research and Pilot Applications." IEA PVPS Task 13 Report IEA-PVPS T13-14:2021.
- M. Fischer et al. 2022. "International Technology Roadmap for Photovoltaics: 2022 Results." VDMA.
- A. Barbón, V. Carreira-Fontao, L. Bayón, and C. A. Silva. 2023. "Optimal design and cost analysis of single-axis tracking photovoltaic power plants." *Renewable Energy* 211: 626–646.
- Y.-M. Saint-Drenan and T. Barbier. 2019. "Data-analysis and modelling of the effect of inter-row shading on the power production of photovoltaic plants." *Solar Energy* Volume 184: 127-147.
- N. AL-Rousan, N. A. Mat Isa, and M. K. Mat Desa. 2018. "Advances in solar photovoltaic tracking systems: A review." *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 82: 2548–2569.
- D. Fontani, D. Jafrancesco, P. Sansoni, A. Nicolini, A. D. Giuseppe, A. Pazzaglia, B. Castellani, F. Rossi, and L. Mercatelli. 2023. "Field optimization for bifacial modules." *Optical Materials*, Vol. 138.