

LE JOURNAL

PHOTOVOLTAÏQUE

RÉSEAU & AUTOCONSOMMATION

NUMÉRO SPÉCIAL - DÉCEMBRE 2024



Bilan

**Une année 2024
de tous les records**

Marchés

**Autoconsommation,
garder le pied
sur l'accélérateur ?**

Économie

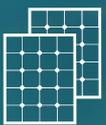
**Un PPA solaire
pour les entreprises
multisites**



voltalia
DISTRIBUTION

Voltalia Distribution France

Votre partenaire de confiance pour la
**fourniture de matériels
photovoltaïques durables et
adaptables à tous vos projets**



Modules



Onduleurs



Stockage



Systèmes
de montage



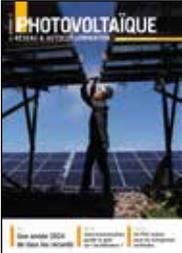
E-mobilité



Accessoires



Le Journal du Photovoltaïque pour vous servir !



Crédit : tolgart/istock
journal-photovoltaïque.org

**Abonnement de 1 an (5 n° dont un hors-série),
au Journal du Photovoltaïque (en € TTC) :**
France 89 €, Europe 99 €, Monde 109 €

Administration : Nathalie Bouhours
(tél. : 01 44 18 00 80)

Publicité : Yves Bitan (+ 33 1 43 57 93 89)

Directrice de la publication :
Diane Lescot

Rédacteur en chef :
Vincent Boulanger

Responsable des produits éditoriaux :
Romain David (tél. : 01 44 18 73 42)

Rédacteurs : Claire Baudiffier, Flavian Bonneau, Aude Fabre,
Anne-Claire Poirier, Carole Rap, Eero Vartiainen.

Secrétaires de rédaction : Rachel Laskar, Christel Matteï.

Maquette - réalisation : Guillaume Bonduelle

Ont participé au comité de rédaction : Romain David,
Gaëtan Fovez, Vincent Jacques le Seigneur, Diane Lescot,
Richard Loyer, Daniel Mugnier, Cédric Philibert,
Kathia Terzi, Frédéric Tuillé.

Périodicité : parution annuelle
Dépôt légal : 4^e trimestre 2024
ISSN : 2115-824X
Commission paritaire : 0425 G 93033

Éditeur : 
Observatoire des énergies renouvelables
(Association régie par la loi de 1901)
Président : Vincent Jacques le Seigneur
20 ter rue Massue - 94300 Vincennes
Tél. : + 33 (0)1 44 18 00 80
www.energies-renouvelables.org


IMPRIM'VERT®

Imprimerie de Champagne
ZI Les Franchises - 52200 Langres

Ce numéro est imprimé sur du papier
100 % PEFC (issu de forêts gérées
durablement et de sources contrôlées).

Ce magazine est expédié aux abonnés
sous film plastique 100 % recyclable.



Où mieux qu'à EnerGaïa se rendre compte de la place de premier plan acquise par la filière photovoltaïque ces dernières années ? Plus de 350 exposants de ce 18^e salon revendiquent une activité dans le secteur. En France, si 2023 constitue une année record de raccordements, avec plus de 3 GW connectés, 2024 est en voie de faire mieux. Un chiffre symbolique : le million d'installations en service a été franchi au deuxième trimestre de cette année ¹.



DR

Comme pour toute industrie, les défis sont à proportion du succès. La déferlante de projets peut susciter des réticences, voire des oppositions. Les sujets discutés en table ronde cette année visent à diffuser les bonnes pratiques (de l'agrivoltaïsme, de l'autoconsommation, de construction...) et à valoriser des modèles économiques variés et différents cas d'usage (PPA, autoconsommation, couplages avec la mobilité, la chaleur, etc.) pour que la croissance du secteur soit bénéfique au plus grand nombre.

Depuis 2009, *Le Journal du Photovoltaïque* accompagne les acteurs de la filière dans cette montée en puissance et les soutient dans le développement de leurs projets en leur apportant, dans chaque numéro, une analyse approfondie des tendances et débats animant le secteur, des interviews exclusives avec des experts, des retours d'entreprises pionnières, des enquêtes informées ainsi que des synthèses des chiffres de marché, des réglementations et des études. Nos magazines, et tout particulièrement nos hors-séries annuels, alimentent les porteurs de projet en arguments factuels, leur fournissent références et ressources chiffrées.

Ce numéro, spécialement conçu pour le salon, vous est offert grâce à nos nombreux annonceurs, que nous remercions. En plus d'une analyse exclusive du marché 2024 et de ce que l'on peut attendre pour 2025, nous vous partageons une sélection d'articles publiés au cours de l'année qui font écho aux thématiques abordées au sein d'EnerGaïa et vous donnent un bel aperçu des informations que nous publions.

En vous abonnant, profitez vous aussi des ressources que nous mettons à disposition de nos lecteurs. Vous vous ménagerez ainsi une prise de recul salutaire, tous les trimestres, pour faire le point sur l'activité de la filière et vous rejoindrez une communauté de professionnels passionnés et engagés. Nous serons heureux de vous rencontrer sur notre stand (hall B4, A17). Venez découvrir nos services et échanger avec nos experts.

Diane Lescot,
Directrice de la publication

1. 51^e édition de l'Observatoire de l'énergie solaire photovoltaïque en France, de France Territoire Solaire, novembre 2024.



windPRO

4.1



Utilisez le logiciel de référence de l'éolien pour l'étude de vos projets PV

PHOTOMONTAGES

Création de photomontages
Ajouts d'aménagements pour les vues rapprochées
Interfaçage avec SketchUp et aide à l'ajout des ombres

MIROITEMENT

Evaluation de l'intensité et de la durée des phénomènes de réverbération/miroitement sur les modules
Identification des modules à l'origine du miroitement

STOCKAGE

Dimensionnement en fonction des conditions de raccordement et d'injection/soutirage de la centrale sur le réseau public de distribution



PRODUCTIBLE

Calcul du productible de la centrale tenant compte des effets de masques (relief, éoliennes, autres modules PV)
Téléchargement de séries temporelles d'irradiance Heliosat (SARAH)

OPTIMISATION

Aide à l'ajustement des paramètres d'implantation des tables de modules pour optimiser le productible, le LCOE ou la VAN de la centrale

Contactez-nous pour obtenir une licence d'essai de windPRO 4.1 ainsi que les programmes et modalités d'inscription à nos formations



EMD France | s/c Eol-C | 16, rue des Colverts | 34000 Montpellier | France
tél: +33 (0)1 44 64 13 81 | email: france@emd.dk



BILAN

Une année 2024 de tous les records

p. 12

L'année n'est pas achevée qu'elle a déjà établi un record historique de capacité photovoltaïque installée en France. L'enjeu est à présent de maintenir le rythme, voire de l'accélérer encore.



MARCHÉS

Autoconsommation, comment garder le pied sur l'accélérateur

p. 56

Malgré les bons chiffres 2023 pour le secteur de l'autoconsommation en France, porté par les petites installations, la profession s'inquiète pour l'avenir et propose des solutions.



DOSSIER

Un PPA solaire pour les entreprises multisites

p. 68

Des sociétés disposant d'un parc bâti important réfléchissent à installer du photovoltaïque sur un site A dont l'électricité sera consommée en partie sur un site B, via un PPA multisite. La solution est pour le moment assez rare, mais pourrait se déployer dans les années à venir.

L'ESSENTIEL DE L'ACTU 4

BILAN

Une année 2024
de tous les records 12

EN DÉBAT

Le réseau électrique, goulet
d'étranglement en Europe ? 18

INNOVATION

Un bateau 100 % solaire 26

PROSPECTIVE

Stockages : quels
besoins pour demain ? 32

ENQUÊTE

Le décret sur l'agrivoltaïsme
enfin publié 42

Sinistres dus à la grêle :
entre résistance et assurance 48

MARCHÉS

Autoconsommation, comment
garder le pied sur l'accélérateur ? 56

BÂTIMENT

Photovoltaïque en copropriété :
des solutions émergentes 64

ÉCONOMIE

Un PPA solaire pour
les entreprises multisites 68

ÉTUDES

Le photovoltaïque à bas coût,
clé du futur système énergétique..... 76

Nota bene :

Ce numéro spécial diffusé gratuitement est composé d'une sélection d'articles extraits des numéros du Journal du Photovoltaïque parus en cette année 2024 et d'un article exclusif sur le marché 2024.



SEE YOU SUN

Ombrières solaires dans le Calvados

Le 9 octobre, le syndicat départemental d'énergies du Calvados (SDEC Énergie), See You Sun (concepteur d'ombrières solaires) et Énergie Partagée ont créé la société de projet SoliSDEC pour installer sept centrales photovoltaïques en ombrières de parking dans le Calvados. Cette initiative s'inscrit dans le cadre de la loi d'accélération des énergies renouvelables, qui oblige les propriétaires de parkings de plus de 1 500 m² à les équiper de panneaux solaires. Le SDEC Énergie a initié ces projets pour aider les collectivités à réduire leur facture énergétique. En partenariat avec See You Sun, la stratégie consiste à développer des « grappes » d'ombrières, permettant ainsi des économies

d'échelle et des facilités de financement. Les communes n'auront pas à financer ces ombrières, l'intégralité de l'investissement étant assuré par SoliSDEC. En outre, cette dernière mettra en place des opérations d'autoconsommation collective afin que les communes puissent bénéficier de l'électricité produite, leur garantissant un prix stable au long cours. Sept collectivités, dont Falaise et Vire-Normandie, ont donné leur accord pour mettre à disposition leurs parkings. D'ici avril 2025, 9 000 m² de panneaux solaires seront installés, pour une production annuelle de 2 200 MWh. Énergie Partagée, qui collecte des fonds citoyens, participe au capital de SoliSDEC à hauteur de 24 %. ■



EDF RENOUVELABLES

Une centrale solaire à Mulhouse

Fin septembre, EDF Renouvelables a mis en service la centrale photovoltaïque de Mulhouse-Habsheim dans le Haut-Rhin pour une capacité de 30 MW. Installée sur 23 hectares d'un terrain inutilisé de l'aérodrome de Mulhouse-Habsheim, cette centrale comprend environ 53 000 panneaux solaires. Elle produira l'équivalent de la consommation électrique de 15 000 personnes, soit trois fois la population de la commune de Habsheim. Le projet a débuté en 2018 après un appel d'offres et a obtenu son permis en 2020. La construction, commencée en 2022, s'est achevée en février 2024. En plus de la production d'énergie, la construction de cette centrale a permis la création d'une antenne de maintenance pour les centrales photovoltaïques d'Ottmarsheim, de l'aéroparc de Fontaine et de l'aérodrome de Mulhouse-Habsheim. ■

Photovoltaïque pour les professionnels

EDF ENR et le Crédit Agricole ont conclu fin octobre un partenariat stratégique pour financer massivement la solarisation des sites tertiaires et industriels en France. Ce partenariat s'inscrit dans leurs objectifs de décarbonation et de développement des énergies renouvelables. Ils créent une plateforme de financement destinée aux professionnels pour soutenir l'installation de centrales photovoltaïques sur des toitures, parkings et autres espaces. Le

premier projet comprend dix-huit centrales solaires, représentant une puissance de 31 MW, financé à hauteur de 25 millions d'euros par Crédit Agricole Transitions & Énergies. L'ambition est d'atteindre 200 millions d'euros de projets d'ici 2027. EDF ENR assure la réalisation, l'entretien et l'exploitation des installations, permettant aux entreprises de valoriser leurs actifs sans investissement initial, tout en bénéficiant d'un loyer. ■



EDF

Une gigafactory chinoise dans le Doubs

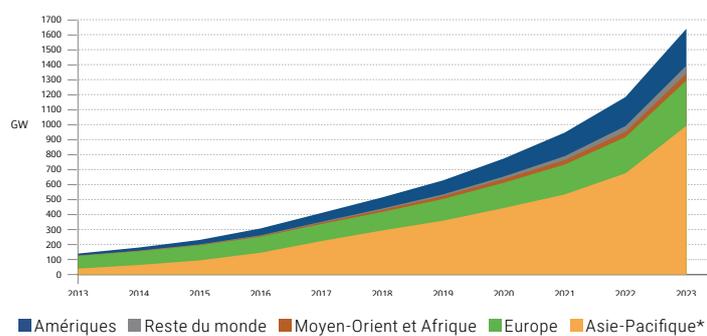
Le fabricant chinois de panneaux photovoltaïques Das Solar a signé l'achat de l'ancienne usine Faurecia de Mandeuve, dans le Doubs, auprès de Pays de Montbéliard Agglomération pour 1,2 million d'euros hors taxes. Cette friche industrielle de 100 000 m² doit accueillir dès juin prochain une giga-factory de panneaux solaires, ayant une capacité de production annuelle de 3 GW. Ce projet, le premier du groupe en dehors de la Chine, représente un investissement total de 109 millions d'euros. La nouvelle usine devrait créer 450 emplois d'ici 2025, avec une projection atteignant 600 postes à terme. Les recrutements débuteront « dès le mois prochain », selon la direction. Trois autres sites pourraient accueillir des sous-traitants de Das Solar en France. Ce dernier envisage en effet le « développement d'une filière locale photovoltaïque complète », en s'appuyant sur des sous-traitants « chinois et locaux ». L'ensemble de ces activités pourrait générer entre 2 500 et 3 000 emplois, selon l'entreprise. Elle a choisi la France après avoir évalué des opportunités en Allemagne et en Espagne, séduite par « l'intérêt marqué » des collectivités locales et du gouvernement français. La future usine visera à approvisionner les marchés européen et africain. L'industriel compte 14 usines et 8 900 salariés en Chine. ■

500 GW photovoltaïques dans le monde en 2023

L'édition 2024 du rapport *Trends in PV Applications* publié par le programme Systèmes photovoltaïques de l'Agence internationale de l'énergie (IEA-PVPS) indique qu'un nombre record de 456 GW d'installations solaires ont été raccordés à l'échelle mondiale en 2023. Cette performance est largement due à la Chine, qui a vu ses capacités croître de 277 GW, contre 179 GW pour le reste du monde, mettant en évidence la concentration des développements photovoltaïques dans l'empire du Milieu. Au début de 2024, le parc mondial photovoltaïque représentait plus de 1,6 TW générant environ 2 136 TWh

d'électricité, soit 8,3 % de la demande mondiale. Cette production d'électricité renouvelable a ainsi permis de réduire les émissions de gaz à effet de serre d'environ 0,92 milliard de tonnes de CO₂. Malgré cette dynamique encourageante, l'industrie photovoltaïque connaît actuellement une surproduction provoquant un effondrement des prix des composants, notamment des modules. Cette tendance, qui se poursuit en 2024, met en péril la stabilité financière des fabricants, en Chine comme dans de nombreux pays, compromettant ainsi des projets destinés à créer des emplois locaux. ■

Évolution de la capacité PV mondiale cumulée, par région



SOURCE: IEA, PVPS & OTHERS

Adiwatt, d'une start-up innovante à un acteur industriel international



Paul Azibert,
directeur général



Stéphane Drivon,
président



Omar Gonzalez,
directeur Adiwatt Spain

Adiwatt conçoit, fabrique et installe des systèmes d'intégration et structures pour des centrales photovoltaïques en France et à l'international. Rencontre avec Paul Azibert, directeur général et Stéphane Drivon, président.

Pouvez-vous me présenter Adiwatt ?

Stéphane Drivon : Créée en 2009 dans le Loir-et-Cher, Adiwatt est spécialisée dans la conception et fabrication de systèmes d'intégration et structures pour des centrales photovoltaïques (toiture, ombrière, sol). La société prend un nouveau virage en 2021 par le rachat par le groupe Caillau, un leader de la fixation métallique dans l'automobile et l'aéronautique qui a construit son succès sur l'innovation.

En 2023, Adiwatt c'est 150 collaborateurs, 53 millions de chiffre d'affaires et plus de 3 GwC réalisés.

Paul Azibert : Nous concevons et produisons principalement en France et collaborons avec des EPC, des installateurs ou des développeurs, qu'il s'agisse de PME que nous accompagnons dans leur croissance, ou de multinationale que nous suivons à l'export. Nous intervenons sur la partie structure de la conception à l'installation.

Quelles sont les enjeux et vos ambitions ?

Stéphane Drivon : Avec le rachat par le groupe Caillau, l'idée était de passer de la start-up à l'entreprise industrielle en maintenant une forte croissance tout en structurant et rendant les opérations plus robustes. Il s'agissait aussi d'appliquer le savoir-faire de l'industrie automobile au secteur photovoltaïque.

Paul Azibert : Une de nos ambitions est d'accélérer notre développement à l'international.

“Nous couvrons toutes typologies de projet (ombrières, sol et toitures) avec des produits innovants répondant aux besoins de nos clients.”

Historiquement présents en France, en Afrique, au Moyen-Orient, en Espagne, au Portugal, en Suisse, nous avons renforcé cette année notre présence en Italie, puis Allemagne, premier marché européen, et en Pologne, avec le rachat cette année de B & K Solar avec qui nous mettons en place de nombreuses synergies, notamment côté produit, Adiwatt complétant son offre toiture, et B & K proposant des solutions sol et ombrière.

Comment faites-vous la différence ?

Paul Azibert : nous couvrons toutes typologies de projet (ombrières, sol et toitures) avec des produits innovants répondant aux besoins de nos clients, tel que le X-Ground qui permet l'implantation de tables au sol sans impacter le couvert végétal et donc, facilite l'obtention des autorisations d'urbanisme. Nos systèmes d'intégration sont entièrement en acier, gage d'une plus grande durabilité.

Stéphane Drivon : précurseurs dans l'utilisation de ce métal, aujourd'hui, nos concurrents qui utilisaient de l'aluminium viennent progressivement aussi à l'acier. Autre point fort : nous sommes tournés vers la satisfaction client. Il est au centre de la société et de nos décisions. Nous avons une volonté claire de construire une relation sur le long terme du petit projet le plus complexe au plus grand. C'est notre marque de fabrique chez Caillau puisque nos clients sont fidèles depuis parfois plus de 100 ans. Enfin, nous avons créé une équipe dédiée aux grands projets car cela demande des compétences et une organisation particulière. Le fait d'être solide financièrement était également un prérequis : le rattachement à Caillau l'a apporté.

Vous participez au Forum EnerGaïa ?

Paul Azibert : Bien sûr ! C'est pour nous un événement incontournable qui rassemble tous les acteurs du solaire. C'est l'occasion de rencontrer nos clients, nos fournisseurs, des prospects et de présenter nos nouveautés mais aussi de réunir la famille Adiwatt, avec nos collègues d'Adiwatt Spain qui rencontre un franc succès dans les grandes centrales au sol.

Contact :

www.adiwatt.com

ADIWATT
Le photovoltaïque, une histoire d'experts

FABRIQUÉ
EN FRANCE



ADIWATT

Le photovoltaïque, une histoire d'experts.

Concepteur
et fabricant
de systèmes
d'intégration
photovoltaïques

Depuis
2009

3,1 GWc
déployés

> 11000
centrales PV

> de 150
collaborateurs

Toiture



OPTIMA, PRIMA ou ADVANTAGE,
des solutions pour toutes toitures



OPTIMA : étanchéité préservée,
aucun effort appliqué à la toiture

Ombrière



Des ombrières dimensionnées
selon les exigences des sites



PROFIL ÉVOLUTION : rail drainant,
fixation modules par le dessous

Sol



Pieux battus, micropieux ou
longrines : une offre adaptée



X-GROUND : rapidité
d'installation, préservation du sol

+33 2 54 23 39

contact@adiwatt.com

La Jubarderie
41270 FONTAINE RAOUL

www.adiwatt.com



Espagne : construction de centrale automatisée

L'énergéticien EDP lance un projet pilote de construction automatisée de parc solaire, baptisé AutoPV, avec une technologie développée par l'Italien Comau, spécialisé dans la robotique. Testée à Peñaflor, près de Valladolid en Espagne, cette solution robotisée vise à assembler une partie de la structure des panneaux solaires dans un parc de 122 MW. Le projet consiste à construire une partie

du parc solaire à l'aide d'une usine mobile, appelée Hyperflex, qui comprend une station d'assemblage automatique permettant de préassembler la structure photovoltaïque, et un rover qui transporte cette structure à son emplacement final et la positionne au sol. L'ensemble du système est transporté par camion jusqu'au parc solaire, où il est construit et assemblé sur place. Il permet aux robots de gérer les tâches physiques lourdes, laissant aux collaborateurs des rôles techniques plus qualifiés. En plus de l'efficacité accrue, l'automatisation renforce la sécurité en chantier en minimisant les risques pour les employés. EDP dit espérer réduire ainsi jusqu'à 50 % le temps d'assemblage de la structure des panneaux solaires. ■



EDP - DANIEL MORA

Ombrières solaires pour autoconso collective

Le producteur indépendant d'énergie renouvelable Dev'Enr a inauguré mi-novembre les ombrières photovoltaïques installées sur le parking du stade de Lignan-sur-Orb, dans l'Hérault. Cumulant une puissance de 499 kW, elles distribuent l'électricité produite en autoconsommation collective, en plus de protéger du soleil les véhicules se garants au stade. Grâce à elles la mairie, le groupe scolaire Jean Moulin, l'espace Paul Mas et la médiathèque Albertine Sarrazin profite d'une électricité verte et locale. Depuis leur mise en service en décembre 2023, ces ombrières ont couvert 65,8 % de la consommation de ces sites. Une bonne solution pour réduire la facture électrique des collectivités. ■

Un système plug-in de 6 kW



INDIELUX

En Allemagne, les sociétés Indielux et EPP Solar ont présenté début novembre un système à brancher sur prise pouvant aller jusqu'à 6 kW, là où les systèmes similaires – installés sur balcon ou terrasse – sont limités à quelques centaines de watts. Indielux assure que ce système plug-in est compatible, via une prise de sécurité, avec les installations électriques domestiques et peut être mis en place sans recourir à un électricien. La commercialisation des kits doit commencer en Allemagne en

décembre, avec un prix de départ de 4 700 €, avant de s'étendre à l'Europe. Les kits comportent des modules bifaciaux d'une puissance de 3 à 6 kW, un onduleur et un boîtier de contrôle, ainsi qu'une batterie de capacité de 5,1 à 25,6 kWh. En Allemagne, le moniteur de puissance limite l'injection dans le réseau public à 800 watts, conformément à la norme en vigueur. De plus, le système offre une alimentation également conforme via une prise jusqu'à 2 000 watts pour l'autoconsommation. ■



DEV'ENR



reddot winner 2024
best of the best



Borne to be révolutionnaire.



La borne de recharge intelligente, le design en plus.

Il y a les bornes de recharge. Et il y a Smappee. La borne plus intelligente. Plus élégante. Plus efficace aussi. Avec Smappee, vous associez des solutions avec un design esthétique à une technologie intelligente pour optimiser votre efficacité énergétique. Si vous souhaitez recharger intelligemment, optez pour Smappee.

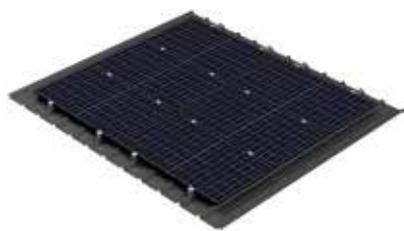
Certificat officiel | Support exceptionnel | Formation gratuite

Devenez un installateur certifié Smappee. Enregistrez-vous sur smappee.fr





Découvrez les solutions photovoltaïques du **Groupe Bacacier**



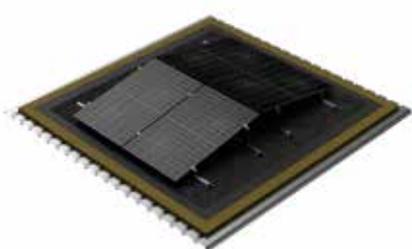
COUVERTURE SÈCHE

Le système de fixation photovoltaïque HELIOS B² de Dome Solar, compatible avec le profil de couverture traditionnel COVEO 3.45 de Bacacier By Kingspan, permet une pose de panneaux photovoltaïques sur couverture sèche. Il est visé par l'Avis Technique n° 21/15-53_V6.



PANNEAUX SANDWICH ISOLANTS

Le système de fixation photovoltaïque Kogysun I+ de Dome Solar, compatible avec les panneaux sandwich isolants QuadCore KS1000RW, COVISO® 4.40 et KS1000 RF de Bacacier By Kingspan, permet une pose de panneaux photovoltaïques sur panneaux sandwich isolants de couverture. Il est visé par l'Avis Technique n° 21/18-64_V4.



SUPPORTS D'ÉTANCHÉITÉ

Les systèmes de fixations photovoltaïques ROOF-SOLAR BITUME et ROOF-SOLAR PVC de Dome Solar, compatibles avec les tôles d'acier nervurées ROOFALTEO® Bitume et ROOFALTEO® PVC de Bacacier By Kingspan, permettent une pose de panneaux photovoltaïques sur toitures terrasses. Ils sont visés par les Avis Technique n° 21/20-72_V3 et n° 21/22-82_V2.

DOMÉ
SOLAR
SOLUTIONS DE FIXATIONS PHOTOVOLTAÏQUES

Concepteur et fabricant de systèmes de fixations pour panneaux photovoltaïques sur grandes toitures et ombrières.



En savoir plus

BACACIER[®]
By Kingspan

Fabricant de solutions de façade, de couverture et de systèmes constructifs.



En savoir plus

Un groupe résolument engagé en faveur de la transition énergétique



Cédric Bruge,
président du groupe Bacacier et
directeur Général de Kingspan
Panneaux France,



Jean-Philippe Leray,
président de Dome Solar

Cédric Bruge, Président du groupe Bacacier et Directeur Général de Kingspan Panneaux France, et Jean-Philippe Leray, Président de Dome Solar, nous présentent leurs entreprises et leur démarche visant à réduire leur empreinte carbone.

Dans le monde des énergies renouvelables, quel est votre positionnement ?

Cédric Bruge : En 2019, Kingspan, groupe irlandais présent dans 70 pays avec 200 usines et qui réalise un CA de 8 milliards, a racheté le groupe Bacacier, composé de Bacacier By Kingspan, de la Maison de l'Étancheur, une marque de distribution, et de Dome Solar. Historiquement, le groupe Bacacier est un transformateur d'acier qui fabrique des panneaux sandwich, de couverture, de bardage, des supports d'étanchéité... L'intégration de Dome Solar a permis de renforcer le positionnement de Bacacier dans un contexte où les contraintes environnementales imposent de pouvoir avoir du photovoltaïque en toiture.

Jean-Philippe Leray : Créée en 2008, Dome Solar emploie 90 personnes et réalise un C.A. de 50 millions d'euros. Elle développe et fabrique des systèmes de fixation pour panneaux photovoltaïques. Aujourd'hui, nous faisons le lien entre la couverture d'un bâtiment, la toiture et le panneau solaire et sommes leaders sur le marché de la fixation photovoltaïque pour toitures inclinées. Nous avons fabriqué et commercialisé près de 1.3 Giga Watt sur le territoire français en 2023. Dome

Solar propose ainsi, pour des toitures inclinées ou plates, les systèmes de fixation de panneaux photovoltaïques. Aussi, nous proposons grâce à nos synergies des ombrières de parking.

Vous êtes engagés dans une démarche de réduction de votre empreinte carbone. Pouvez-vous nous en dire plus ?

C.B : Kingspan a créé le programme Planet Passionate visant

à réduire son impact environnemental avec un focus sur 4 piliers : le carbone, l'énergie, la circularité et l'eau. Dans cette optique, nous cherchons à mettre en place une fabrication « net zero », avec comme premier jalon la diminution de 50 % de notre impact carbone d'ici 2030.

J-P.L : Dans cette démarche, nous travaillons avec nos

fournisseurs, dont ArcelorMittal sur l'acier, alors que le scope 3 de Dome Solar représente 80% de son impact carbone. Dès cette année, notre objectif est de produire 25 % de nos produits en acier bas carbone. Dans la même logique, nous sélectionnons des extrudeurs d'aluminium utilisant de l'aluminium recyclé et donc bas carbone, avec là aussi l'objectif d'utiliser 25 % de ce type de matériau dès 2024.

Aujourd'hui, comment vous projetez-vous sur le marché ?

C.B : Au-delà de l'acier et de l'aluminium bas carbone, le groupe Kingspan s'intéresse aussi aux isolants biosourcés avec de récentes acquisitions et joint-ventures. Avec Steico, qui développe par exemple des panneaux isolants en fibre de bois, nous nous positionnons sur les matériaux biosourcés. Nous explorons aussi de nouvelles pistes pour la membrane d'étanchéité en bitume, PVC et TPO ou encore sur l'amélioration de nos isolants polyuréthane etc... Notre force réside dans notre capacité à appréhender de manière globale l'enveloppe du bâtiment avec l'acier, l'aluminium, les isolants et les solutions pour le photovoltaïque... Au-delà, nous nous attachons à faire valider et déployer des avis techniques avec tous nos produits pour nous inscrire dans une logique d'optimisation continue.

“Notre force réside dans notre capacité à appréhender de manière globale l'enveloppe du bâtiment”

Contact :

Dome Solar
3 rue Marie Anderson
44400 Reze
02 40 67 92 92
info@dome-solar.com
www.dome-solar.com

Contact :

Bacacier By Kingspan
61 avenue du stade
63200 Riom
01 84 16 67 17
open@bacacier.com
www.bacacierbykingspan.com





VINCENT UETTILLER - STUDIOVU

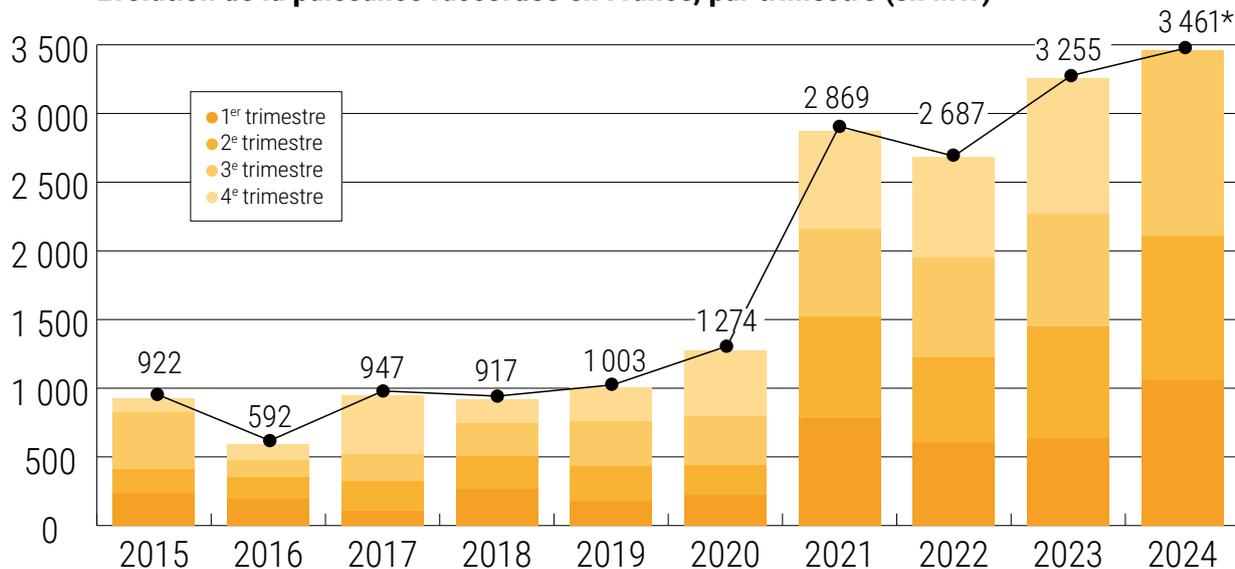
Une année 2024 de tous les records

L'année n'est pas achevée qu'elle a déjà établi un record historique de capacité photovoltaïque installée en France. L'enjeu est à présent de maintenir le rythme, voire de l'accélérer encore. PAR VINCENT BOULANGER

Jamaï auparavant la France n'avait vu autant de panneaux solaires raccordés au réseau sur une année. À la fin du troisième trimestre, Enedis enregistrait déjà 3,33 GW installés dans l'Hexagone pour 2024, soit plus que l'ensemble de l'année précédente et ce, sans compter les puissances raccordées aux réseaux des autres opérateurs nationaux : RTE, entreprises locales de distribution, EDF SEI pour les zones non interconnectées. Le pays est donc en bonne voie pour dépasser allègrement les 4 GW d'ici la fin de l'année. Pour donner une idée du changement d'époque, il a été mis en service entre juillet et septembre deux fois plus de puissance solaire (1 351 MW) que durant toute l'année 2010, qui vit surgir le funeste moratoire sur le photovoltaïque, marquant un quasi-arrêt de la filière. La capacité totale cumulée s'établissait fin juin à 22,2 GW, ce qui signifie que la filière solaire est enfin en phase avec les objectifs fixés par la programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE) en vigueur (20,1 GW fin 2023). La production photovoltaïque couvre en outre une part croissante de la consommation électrique française. En juin, elle était déjà de

5 % sur le premier semestre, d'après le service statistique du ministère de la Transition écologique. Mais elle a grimpé à un niveau record de 8,9 % cet été, un apport bienvenu quand les centrales nucléaires doivent modérer leur production à cause des vagues de chaleur estivales. Dernier chiffre symbolique, le cap du million d'installations solaires a été franchi, relève Antoine Huard, président du think tank France Territoire Solaire : « *Un million de producteurs en France, ce sont bien sûr des installations sur des bâtiments d'entreprises et quelques grands parcs solaires, mais ce sont surtout beaucoup de citoyens qui ont fait le choix de l'autoconsommation solaire. Cela offre à tous ces consommateurs une vraie résilience face aux variations du prix de l'électricité.* »

Évolution de la puissance raccordée en France, par trimestre (en MW)



* Estimation.

Source : SDES d'après Enedis, RTE, EDF-SEI et CRE.

SEGMENTS DE MARCHÉ

Les moteurs du marché photovoltaïque sont également plus divers que par le passé. Sur l'ensemble du parc en service, les grandes centrales au sol représentent la moitié de la puissance installée, les grandes et moyennes toitures environ 30 % et les systèmes de moins de 36 kW près de 20 %. Sur le marché de cette année en revanche, la répartition est tout autre. « Au troisième trimestre, les grandes centrales ne représentent que 36 %, le résidentiel et les systèmes en autoconsommation environ 22 %, mais les grandes toitures arrivent à 42 %, analyse Antoine Huard. On voit là clairement l'effet du tarif S21. » Ce tarif d'achat en guichet ouvert s'applique aux installations de moins de 500 kW, dispensées depuis son introduction en octobre 2021 de passer par le mécanisme d'appel d'offres de la Commission de régulation de l'énergie (CRE). Une vraie bouffée d'air pour la filière : « Nous avons toujours dit que le système d'appel d'offres n'était pas adapté aux projets de moins d'1 MW, poursuit Antoine Huard. Demander à un projet qui va générer 10 000 euros de chiffres d'affaires par an de concourir à un appel d'offres, qui est ouvert tous les six mois, ce n'est pas raisonnable. »

Pourtant, c'est justement ce tarif que l'ancien gouvernement prévoyait de remettre en cause, avant que la dissolution de l'Assemblée nationale ne mette fin à ces velléités. Cependant, le risque de sa suppression plane toujours, ce qui entraînerait une chute brutale du marché. Or, ce n'est pas le moment de ralentir l'essor du photovoltaïque, bien au contraire. « L'opinion

publique ne se rend pas compte de la quantité d'électricité dont vont avoir besoin les nouveaux projets industriels, estime Antoine Huard. Ils vont nécessiter beaucoup d'électricité à bas coût pour les gigafactories, les data centers, pour produire de l'hydrogène, des carburants de synthèse, etc. Si on veut attirer ces industriels qui vont créer de l'emploi, il faut rapidement davantage de renouvelables. Car les usines en projet, elles arrivent là, dans les cinq ans qui viennent. »

PERSPECTIVES POUR 2025

Le projet de nouvelle PPE pour la période 2025-2035 fixe ainsi un rythme de développement du photovoltaïque de 5,5 à 7 GW par an afin d'atteindre une capacité en service de 75 à 100 GW d'ici 2035, avec un point de passage entre 54 et 60 GW en 2030. Parviendra-t-on à ce premier jalon de 5,5 GW l'an prochain ? « Je ne peux pas me prononcer tout de suite, admet Antoine Huard. Cela dépend du maintien du tarif S21 et de l'arrivée d'un autre tarif d'achat dit S24 – annoncé, mais que l'on attend toujours – et qui porte sur les petites centrales au sol de moins de 1 MW. Il peut générer beaucoup de volume facilement et répond à une vraie demande, notamment des agriculteurs et des propriétaires de petites friches. Mais l'atteinte de ces objectifs est surtout conditionnée par notre capacité à résoudre le problème du raccordement, qui est devenu un véritable frein. On ne compte plus les projets ne pouvant voir le jour à cause d'un raccordement bloqué pour différentes raisons. » La capacité en attente de raccordement culminait en effet déjà fin juin à près de 31 GW contre 17 GW fin 2022. Elle a donc doublé en moins de deux ans. « Ce blocage risque d'impacter toute l'économie. Il faut donc que ça bouge, le raccordement des projets renouvelables doit devenir une grande cause nationale. »

Les futurs projets industriels vont avoir besoin de beaucoup d'électricité bon marché et renouvelable.

L'autre entrave au développement de la filière demeure les procédures administratives. Alors que la loi d'accélération des énergies renouvelables de mars 2023 ambitionnait de mettre le grand braquet, sur le terrain, elle ralentit les projets, selon Antoine Huard, lui-même



ISWT

développeur avec l'entreprise Verso Energy qu'il dirige. « *Énormément de projets sont bloqués parce qu'on leur dit qu'il faut attendre un document cadre ou encore qu'il faut organiser un comité de projet. Par conséquent, la loi d'accélération a ajouté un certain nombre d'étapes, qui font prendre entre six mois et un an de retard aux projets. Ce constat est unanime dans la filière. On empile les textes, alors qu'il faudrait hiérarchiser les priorités.* »

LUTTER CONTRE LA DÉSINFORMATION

La situation est la même pour les projets agrivoltaïques, qui disposent désormais d'un cadre légal (lire p. 42), mais malheureusement incomplet. « *Le décret paru en avril précise ce qu'est un projet agrivoltaïque, ce que nous avons le droit de faire et de ne pas faire, ce qui est très bien. Et puis, à l'échelon local, nous voyons apparaître des chartes qui disent tout et son contraire, allant parfois à l'encontre de la loi. Que doivent faire les développeurs, respecter les chartes ou la loi ? On ne sait pas. Il y a des incohérences entre les différentes strates administratives. Enfin, nous avons un manque de visibilité pour l'avenir immédiat. Un seul exemple : les projets agrivoltaïques doivent respecter un certain nombre de choix technologiques,*

Envol de l'autoconsommation

France Territoire Solaire recense 617 874 installations en autoconsommation en France à la fin du troisième trimestre 2024. Pratiquement toutes concernent des systèmes de moins de 6 kW, ce qui indique qu'on les trouve dans le secteur résidentiel. Seules 33 338 installations affichent des puissances supérieures. En outre, la croissance de l'autoconsommation résidentielle ne faiblit pas, avec cette année plus de 60 000 nouveaux raccordements par trimestre. « *Cette dynamique est clairement liée à la prise de conscience de M. et Mme Tout-le-Monde, qui constatent la hausse des prix de l'électricité et perçoivent qu'ils vont pouvoir s'en prémunir en mettant des panneaux solaires sur leur toit. L'autoconsommation est vraiment en train de se démocratiser* », analyse Antoine Huard.

On recense plus de 600 000 installations en autoconsommation, presque toutes dans le résidentiel.

ce qu'on appelle les "technologies éprouvées". Or, nous attendons toujours l'arrêté définissant ces technologies éprouvées. Il a été reporté à on ne sait quand. Sans ce texte, les développeurs ne savent pas quel type de projet proposer et les services de l'État ne savent pas s'ils peuvent accorder le permis de construire. » Une affirmation que tempère France Agrivoltaïsme, assurant que tous les projets ne sont pas bloqués. « *En revanche, le guide méthodologique d'instruction des projets agrivoltaïques est très attendu, ajoute Maxime Cumunel, délégué général de l'association, car il devrait permettre un traitement plus rapide des dossiers mais, surtout, plus uniforme sur le territoire national.* »

Dernier point d'inquiétude, et non des moindres : la désinformation se propageant en France sur les énergies renouvelables. « *Je rencontre beaucoup d'élus qui ont envie de s'engager pour leur territoire mais qui lisent tous les jours des choses plus fausses les unes que les autres sur les renouvelables, y compris dans la presse locale, déplore Antoine Huard. Ils ont donc du mal à porter une parole forte en faveur d'un projet parce qu'ils manquent d'éléments factuels pour contrer ces discours de désinformation. Les sources fiables existent, mais elles sont insuffisamment accessibles aux élus. Le développement des énergies renouvelables et du solaire se joue pourtant aujourd'hui sur notre capacité à ne pas laisser prospérer des discours diffusant des fake news.* » ■

Bekaert : les longrines éco-responsables



Germain Auray,
Innovation Project Manager
chez Bekaert France

Leader mondial du marché et de la technologie dans le domaine de la science des matériaux, de la transformation des fils d'acier et des technologies de revêtement, Bekaert applique son expertise au-delà de l'acier avec des matériaux et des services innovants dans le domaine du photovoltaïque par la solution du béton fibré métallique Dramix®. Entretien avec Germain Auray, Innovation Project Manager chez Bekaert France.

Les fibres métalliques Dramix®

Aujourd'hui, Bekaert fournit des fils pour la fabrication de panneaux photovoltaïques et pour le transport de l'énergie électrique. L'entreprise est aussi le plus gros fournisseur de fibres métalliques dans le monde. Dans le domaine de la construction, le fournisseur a un produit phare : la fabrication de fibres métalliques pour le béton. « Nous faisons environ 200 000 tonnes de fibres métalliques pour le béton par an », détaille Germain Auray. Ces fibres possèdent les capacités d'améliorer les propriétés du béton. « Dans le domaine du photovoltaïque, il existe beaucoup de projets de centrales photovoltaïques réalisés avec des panneaux posés sur une structure métallique mais qui s'appuient en réalité sur des longrines en béton », ajoute l'Innovation Project Manager de Bekaert France.

Moins d'acier

Les longrines en béton renforcé par fibres métalliques représentent une alternative à la réalisation des longrines en béton renforcé par des armatures traditionnelles. Il s'agit d'une alternative bénéfique sur plusieurs aspects. En effet, il s'agit d'une solution qui est moins coûteuse et plus durable pour l'environnement. Utilisant 30 % d'acier en moins que le béton armé traditionnel tout en offrant le même niveau de performance et de qualité et durabilité, les fibres Dramix® sont plus écoresponsables, plus économiques et permettent de respecter chaque exigence technique rencontrée sur un chantier. « Nous faisons aussi gagner en temps de réalisation. Avec le béton fibré, il n'est pas nécessaire d'installer les aciers en avance. Il s'agit d'un processus très simple de mise en œuvre. Nous allons calculer le dosage nécessaire pour le béton, généralement entre 20 et 40 kilos par mètre cube, puis nous mélangeons directement ces fibres métalliques au béton avant de le couler », détaille Germain Auray. Avec les fibres métalliques de Bekaert, aucune préparation complexe n'est à prévoir sur le chantier.

Une solution plus durable

Bekaert affiche sa volonté de s'engager dans un avenir plus durable et éco-responsable à travers ses technologies et solutions innovantes. « Au sein de notre groupe, notre engagement est très fort pour réduire notre impact environnemental. Dans ce sens, nous avons beaucoup travaillé auprès de nos usines. Nous avons d'ailleurs installé des panneaux solaires sur notre usine principale de production de fibres métalliques en République Tchèque » : indique Stéphane Charignon, commercial BPE, Europe. Bekaert France fait également partie de la fondation Solar Impulse en étant engagé en tant que grande entreprise à réduire ses émissions d'énergie fossile. C'est pour cela que le groupe a opéré une transformation industrielle en utilisant de moins en moins l'électricité fossile au profit de l'électricité décarbonée. S'impliquer aussi dans les phases de construction d'ouvrages pour les productions d'énergie verte avec les fibres métallique Dramix® pour le béton était donc une évidence !

Contact :

3, boulevard de Belfort
59000 LILLE - France
stephane.charignon@bekaert.com
Tel portable : 06.08.67.60.68

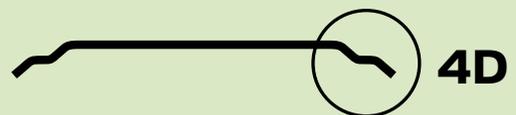




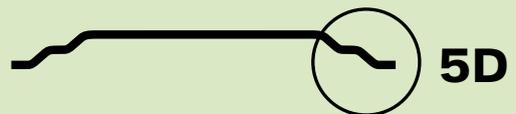
Dramix®

Des longrines éco-responsables. Une garantie haute couture.

Les fibres d'acier Dramix® 4D et 5D permettent de réduire considérablement **l'empreinte carbone** de chaque chantier de renforcement de vos longrines. La mise en œuvre est accélérée et optimisée par une note de dimensionnement optimisant les volumes de béton en respectant toutes les normes en cours. Nos réalisations ont permis jusqu'à **60% d'économie de CO₂** en supprimant les aciers traditionnels.



4D



5D



Le réseau électrique, goulet d'étranglement en Europe ?

Pilier indispensable de la transition énergétique, le système électrique doit supporter à la fois le déploiement effréné des énergies renouvelables et l'électrification des usages. Alors que la révolution commence tout juste, il peine parfois à tenir le rythme.

PAR ANNE-CLAIRE POIRIER



APERNET-RTÉ

Durablement boostées par les nouvelles ambitions européennes, les énergies renouvelables ont connu une année faste en 2023. Le secteur du photovoltaïque, qui a représenté les trois quarts de cette croissance, a ainsi battu un nouveau record avec 56 GW installés en 12 mois, 40 % de plus qu'en 2022. Outre les résultats mirobolants de l'Allemagne (14,1 GW) et de l'Espagne (8,2 GW), Solar Power Europe souligne que vingt pays européens ont battu leur propre record d'installation photovoltaïque en 2023. Autre symbole fort, pas moins de six pays de l'UE (Autriche, Suède, Danemark, Portugal, Allemagne, Espagne) ont désormais franchi le cap symbolique des 50 % d'énergies renouvelables dans leur consommation électrique.

Et le rythme doit encore s'accélérer pour tenir les engagements européens et atteindre au moins 1 000 GW de solaire et d'éolien dès 2030, contre 400 GW en 2022 (dont 207 GW de solaire), rappelle la Commission européenne. Dans le même temps, l'électrification des usages (véhicules électriques, pompes à chaleur, hydrogène vert, etc.) devrait sensiblement accroître la consommation d'électricité – d'environ 60 %. Pour le secteur électrique, « *le défi est dantesque* », analyse Rodolphe de Beaufort, délégué général

adjoint du Gimelec, le groupement des entreprises de la filière : « si on prend le réseau actuel comme base 100, il y a environ 50 à moderniser et 50 à construire en plus », résume-t-il. Plus concrètement, l'industrie estime qu'il lui faudra investir pas moins de 584 milliards d'euros dans le renforcement et la modernisation du système européen d'ici la fin de la décennie (dont 65 à 75 % pour les réseaux de distribution). Les connexions transfrontalières (93 GW en 2022) devront doubler et il faudra aussi raccorder les 111 GW d'éolien en mer prévus d'ici à 2030.

PANORAMA INQUIÉTANT

Mais « alors qu'on n'est qu'au début de l'histoire, le réseau s'engorge dans plusieurs pays d'Europe », note Rodolphe de Beaufort. Dans son rapport annuel *EU Market Outlook*, Solar Power Europe dresse en effet un panorama inquiet de la situation : « Les Pays-Bas sont le pays le plus congestionné d'Europe et la capacité du réseau est le principal obstacle au développement du solaire de grande taille », souligne l'association. Le pays est tout de même parvenu à connecter 4,1 GW de solaire en 2023, mais « la congestion retarde de nombreux projets », juge le rapport. En Italie, « les gestionnaires de réseau ont émis plus de 7 000 refus de raccordement portant sur 51 GW d'énergies renouvelables » et « la plupart des demandes de connexion sont rejetées » en République tchèque. À rebours des préconisations, « les nouveaux investissements dans le réseau sont en pause depuis presque deux ans » en Croatie.

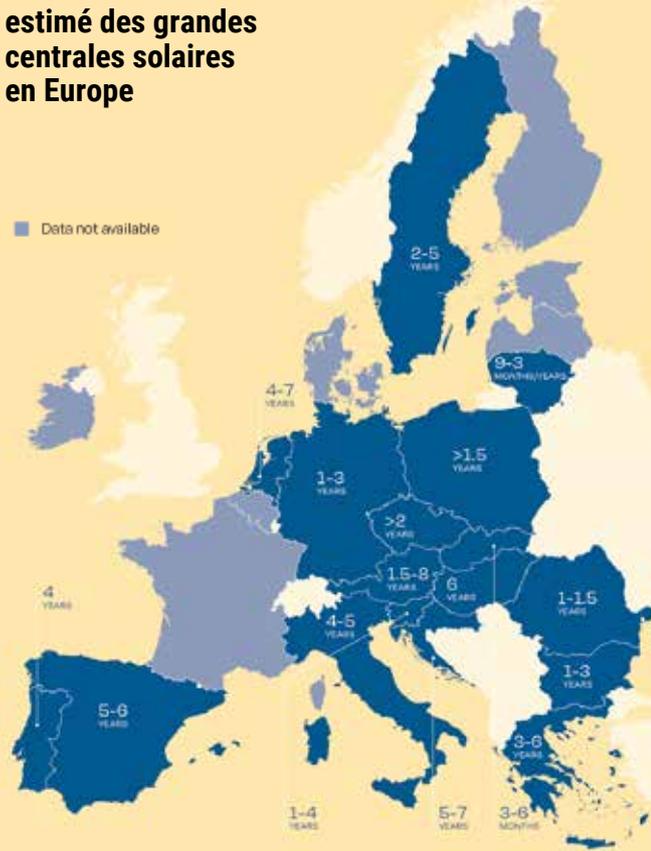
En France, la situation paraît moins tendue : « seuls quelques dizaines de postes sources sont saturés, sur 2 300 », assure Cédric Boissier, directeur du projet Accélération des énergies renouvelables d'Enedis. Les professionnels des énergies renouvelables s'inquiètent tout de même de l'allongement de la file d'attente pour le raccordement au réseau de distribution, qui atteignait 18 GW pour les renouvelables électriques fin mars 2023. « L'engorgement s'est accru de 30 % en un an, avec des délais qui atteignent parfois sept à huit ans », rapporte Michaël Monnier, président du pôle réseaux électriques au Syndicat des énergies renouvelables (SER).

LENTEURS PROCÉDURALES

Des lenteurs administratives et/ou procédurales sont souvent à l'origine de ces engorgements. Solar Power Europe pointe par exemple « les procédures de connexion au réseau inefficaces et non digitalisées » chez les 890 gestionnaires de réseau de distribution allemands. Contrairement à la France, aux Pays-Bas ou à la

Délai de raccordement estimé des grandes centrales solaires en Europe

■ Data not available



Délai de raccordement estimé des petites installations solaires en Europe

■ Data not available



SOLARPOWEREUROPE

CARBON

LE PHOTOVOLTAÏQUE FABRIQUÉ EN FRANCE



Pour répondre aux enjeux de la décarbonation, de la souveraineté et de la réindustrialisation, **CARBON bâtit le leader européen de l'industrie photovoltaïque** à travers ses 3 briques stratégiques : CARBON GFI, CARBON PWT et CARBON Lab.

Dès fin 2025, **CARBON produira en France des panneaux solaires performants, fiables et très bas carbone** grâce à un projet industriel souverain, durable et compétitif.

CARBON Lab

Centre d'excellence et d'innovation



R&D

CARBON PWT

Accélérateur industriel et commercial



500 MWc*

CARBON GFI

Giga-usine intégrée



5 GWc*

* Capacité de production annuelle

REJOIGNEZ-NOUS



CARBON franchit de nouveaux caps et poursuit son développement



Pierre-Emmanuel Martin,
fondateur et président
de CARBON

Sur un marché du solaire en pleine effervescence, le projet CARBON, porté notamment par son président et fondateur, Pierre-Emmanuel Martin, poursuit son développement et son accélération. Il nous en dit plus dans cet entretien.

Comment se porte le marché du solaire actuellement ?

À l'échelle européenne et française, le marché est très dynamique. On note des progrès significatifs avec près de 60 gigawatts installés en 2023. D'ailleurs, à horizon 2030, on estime que le rythme de déploiement en Europe avoisinera les 100 gigawatts par an.

Sur les 2 dernières années, les prix des modules ont presque été divisés par 3. Néanmoins, ces prix ne sont pas représentatifs, car ils renvoient au prix des panneaux importés d'Asie, et notamment de la Chine. Il s'agit donc en grande partie de prix « distordus » dans le cadre de conditions de marché inéquitables.

Sur ce marché, comment se positionne CARBON aujourd'hui ?

CARBON est un projet industriel de grande envergure qui a été reconnu projet d'intérêt national majeur (PINM) en juin 2024. Il doit permettre à la France et à l'Europe de

“CARBON a été reconnu projet d'intérêt national majeur (PINM) en juin 2024.”

prendre en main leur destin énergétique et industriel dans le solaire et, in fine, de se libérer de l'ultra-dépendance aux importations extra-européennes dans ce domaine.

Le projet CARBON s'appuie ainsi sur plusieurs briques industrielles, dont notre gigafactory de 5 GWc de capacité, intégrée verticalement, à Fos-sur-Mer, notre centre d'innovation et d'excellence, Carbon Lab, pour lequel un terrain de 14 hectares a été sécurisé à Istres, ainsi que le site de Photowatt dont nous souhaitons faire notre accélérateur industriel et commercial.

Au-delà, la stratégie de CARBON s'articule autour de 5 piliers complémentaires : la massification de la production, la verticalisation du process, ce qui implique une maîtrise

de toutes les étapes stratégiques de la chaîne de valeur, l'innovation, l'optimisation industrielle avec tous les sujets qui tournent autour de la digitalisation, l'automatisation, la robotisation et l'usine 5.0, l'optimisation de l'empreinte environnementale et sociale. Le projet doit venir renforcer notre souveraineté et notre compétitivité alors que la course à la neutralité carbone s'accélère.

Votre actualité est aussi marquée par l'intégration de Photowatt. Pouvez-vous nous en dire plus ?

Nous avons, en effet, annoncé notre projet d'accord avec EDF Renewables portant sur le transfert à CARBON de Photowatt. Il s'agit d'une entreprise pionnière dans l'industrie photovoltaïque qui s'appuie sur plus de 45 ans d'histoire, ainsi que sur des compétences et des savoir-faire uniques en Europe. En capitalisant sur cet existant, il s'agit pour CARBON de transformer l'outil industriel de Photowatt pour développer une unité de production capable d'assurer l'assemblage de 500 mégawatts de modules, soit un million de panneaux par an.

L'enjeu est donc de mettre en place de nouvelles lignes de production dernier cri pour fabriquer des produits performants et durables répondant aux demandes du marché, tout en maintenant et développant l'emploi local. Dès fin 2025, avec cette fabrication française, nous visons en priorité les segments du résidentiel et du commercial & industriel, qui sont en pleine croissance.

Contact :

www.carbon-solar.com



L'industrie des équipements nécessaires à la construction des réseaux se trouve en sous-capacité de production.

Slovaquie qui monitorent avec précision l'état de saturation du réseau, « *il n'y a pas de transparence* » en Allemagne et les développeurs ne savent pas où ni quel projet il est préférable de développer. En France, les développeurs de projets s'agacent toutefois des retards pris dans le processus de planification du renforcement du réseau. Dans son schéma décennal de développement du réseau (SDDR), RTE prend en compte les besoins identifiés dans les schémas régionaux de raccordement au réseau des énergies renouvelables (S3REnR), qu'il pilote avec l'aide des producteurs d'énergies renouvelables et des collectivités. Mais « *les révisions de ces S3REnR, qui devaient prendre deux ans, durent en moyenne quatre ans* », déplore Michaël Monnier. Résultat, le SDDR est mis à jour trop tard, quand de nombreux projets sont déjà en attente de raccordement. Dans les Hauts-de-France, par exemple, une seconde révision du S3REnR est toujours en cours, alors que les ouvrages structurants actés lors de la première révision, en 2019, ne seront livrés qu'entre 2024 et 2026.

PRISE DE CONSCIENCE

Une source d'engorgement tient également à la difficulté du tissu industriel à absorber la forte hausse des commandes. C'est le cas notamment en France : « *on a un énorme enjeu de passage à l'échelle du côté des entreprises qui fournissent les éléments de réseaux (câbles, transformateurs, etc.)*, relate Joël Vormus du Gimelec. *C'est un secteur où la désindustrialisation a été prononcée. Aujourd'hui, la filière n'est pas très en forme, alors qu'il y a un besoin massif de réinvestissement dans l'appareil productif.* » Sans compter que la filière connaît encore des tensions importantes sur ses approvisionnements en métaux et matériaux. Cette crise, qui a touché de nombreux secteurs à la reprise post-Covid, est particulièrement sévère dans la filière électrique car « *les besoins en électrification concernent tous les pays* », rappelle Joël Vormus. Bilan, des délais de livraison allongés de 50 à 100 % et des clients qui se retrouvent en concurrence, un peu comme l'étaient les États avec les masques au plus fort de la pandémie.

Face à l'inquiétude grandissante de certains acteurs des énergies renouvelables, les gestionnaires de réseau tiennent malgré tout à rappeler les bonnes performances du système actuel. « *Les moments où les énergies renouvelables sont réellement bridées sont très faibles* », assure Olivier Arrivé, président du comité opération du système au sein d'Entso-e, le

Aux Pays-Bas, où le photovoltaïque explose depuis plusieurs années, le réseau est le principal obstacle à l'émergence de grandes centrales solaires.

réseau européen des gestionnaires de réseau de transport. « *En France, moins de 0,3 % de la production d'électricité renouvelable est limitée chaque année* », illustre-t-il. En Allemagne, où le phénomène est beaucoup plus fréquent, cela a tout de même représenté 8 TWh en 2022, soit la production annuelle d'un réacteur nucléaire et 3,3 % de la production d'électricité renouvelable.

« *L'enjeu est pris à bras-le-corps par tous les gestionnaires de réseau européens* », assure Olivier Arrivé. En témoigne la publication, en novembre dernier, d'un plan d'action « EU Grid Action Plan » par la Commission européenne, qui liste 14 actions prioritaires à déployer dans les 18 mois.

Parmi elles figure « *l'implémentation rapide des 85 projets de réseaux classés "projet important d'intérêt européen commun" (PIIEC)* ». Ce label autorise les États membres à subventionner les projets au-delà des limites habituellement fixées par la réglementation européenne. Les gestionnaires de réseau de transport sont invités à planifier les besoins en infrastructures à 2030, 2040 et 2050 et le réseau Entso-e devra mettre à jour son plan décennal de développement du réseau européen (TYNDP) afin d'intégrer les besoins en infrastructures liés à l'électrification des usages, en particulier la production d'hydrogène. Rodolphe de Beaufort le rappelle, « *on ira à la vitesse du maillon le plus faible* ». ■



RTE_USINECONVERSIONFRANCI@THURIA



BAYWA R.E.

The SMA logo consists of the letters 'SMA' in white, sans-serif font, positioned above a stylized red and white wave graphic. The background of the entire advertisement is a photograph of a woman in a dark jacket kneeling in a field of solar panels, holding a white SMA Sunny Tripower 125 inverter. A white SMA Data Manager M is also visible in the background, mounted on a panel. The sky is blue with some clouds, and mountains are visible in the distance. The overall scene is bright and clear, suggesting a sunny day.

SMA

FULL OF ENERGY

SMA Commercial Solar Solution

Sunny Tripower 125
SMA Data Manager M

Générez plus de possibilités avec notre solution modulaire.

DÉCOUVRIR LA SOLUTION



SMA-France.com



CAMPUS ENR

L'organisme de formation des
professionnels de la transition énergétique

SERVICES

Formations inter-entreprises

Formations sur-mesure

Politique de formation

DOMAINES D'EXPERTISE

- Développement
- Financement
- Juridique
- Technique
- Modélisation financière
- Asset management
- Marché de l'électricité
- Assurance

SECTEURS



Photovoltaïque



Éolien



Stockage



Hydrogène



Agrivoltaïsme



Biogaz



CAMPUS ENR

Formations finançables par les OPCO
www.campusenr.com



Focus sur Campus ENR, l'école des énergies renouvelables



Maxime Hannedouche,
président de Campus ENR

Comment évoluer aussi rapidement que le marché des énergies renouvelables ? Comment former les professionnels à sa complexification croissante ? Campus ENR répond à ces problématiques par un écosystème dédié à la formation dans ce secteur. Entretien avec son président, Maxime Hannedouche.

Campus ENR est l'école dédiée aux énergies renouvelables. Qu'est-ce que ce positionnement implique ?

Nous sommes un organisme de formation à destination des professionnels et des entreprises de la transition énergétique. Notre offre s'articule autour de quatre services : 1/ un catalogue de formations inter-entreprises dispensées par des experts du secteur, en présentiel ou en visioconférence ; 2/ des formations sur mesure développées à la demande des entreprises ; 3/ un service d'accompagnement des entreprises dans la définition de leur politique de formation interne et la création des parcours de formation adaptés aux profils et besoins de leurs collaborateurs ; 4/ des masterclass mensuelles gratuites sous forme de webinaires.

A partir de 2025, nous lançons une plateforme de e-learning pour compléter notre offre, et nous mettons en place une offre dédiée aux étudiants qui souhaitent s'orienter vers le marché des énergies renouvelables, de manière complémentaire à leur formation initiale.

Comment s'articule votre offre de formation ? À qui s'adresse-t-elle ?

Le marché de la transition énergétique évolue rapidement, se complexifie, et les entreprises ont besoin de former régulièrement leurs collaborateurs sur des compétences multi-expertises (technique, juridique, développement, financier...). C'est la raison pour laquelle il nous a paru pertinent de proposer une offre de formations exhaustive et diversifiée sur l'ensemble du spectre de la transition énergétique. Nous veillons à proposer des formations très professionnalisantes avec des formats pensés pour s'intégrer dans le quotidien des collaborateurs.

Nous nous adressons aux professionnels de la transition énergétique travaillant sur l'ensemble de la chaîne de valeur d'un projet : le développement, le financement, la technique, l'asset management, la modélisation financière et le juridique. Nos formations s'adressent ainsi à l'ensemble de l'écosystème : les développeurs d'énergie

renouvelables, les banques et fonds d'investissement ainsi qu'aux différents conseils (juridique, technique, financier, assurance, marché).

En quoi votre approche est-elle pertinente ?

Absolument. Ils allient théorie et pratique, et grâce au partage d'expériences de nos experts ils sont directement applicables en entreprise. Chez nous, ce sont des professionnels qui forment les professionnels. C'est ce qui est apprécié dans nos formations et ce qui explique la confiance que nous accordent de nombreuses entreprises.

Quel est votre agenda à venir ?

En plus de la plateforme d'e-learning et de l'offre en direction des étudiants dont le premier événement aura lieu en février, nous étoffons régulièrement notre offre. D'ici juin, nous aurons doublé notre offre de formations, l'objectif étant de s'ouvrir sur d'autres pans de la transition énergétique comme le stockage de l'énergie ou l'hydrogène, et plus globalement sur les futurs sujets d'actualité.

Contact :

06.16.75.86.98

contact@campusenr.com

www.campusenr.com



Un bateau 100 % solaire

L'entreprise française Millikan Boats a présenté cet été son bateau électrique fonctionnant à 100 % à l'énergie solaire. Équipé d'un toit photovoltaïque et de deux panneaux bi-faces déployables sur les côtés, le M9 promet une navigation illimitée grâce au combo faible vitesse et batteries. PAR FLAVIAN BONNEAU





MILLIKAN BOATS

Une voile de kitesurf peut être déployée pour aider la propulsion grâce aux vents marins.

En juin dernier, seulement deux ans après sa création, l'entreprise normande Millikan Boats a présenté aux clients son bateau électro-solaire, nommé M9. Philippe Raynaud, entrepreneur passionné par le nautisme et fondateur de la société, a eu l'idée du M9 en voyant un prototype démonstrateur d'un catamaran électro-solaire. « *J'ai eu une révélation ! Je me suis dit, mais oui c'est ça qu'il faut faire*, raconte-t-il. *J'ai alors travaillé six mois avec le créateur de ce catamaran pour acquérir de l'expérience.* » Il engage ensuite une levée de fonds et crée l'entreprise Millikan Boats en juin 2022. Il commence à travailler au développement du bateau afin de le présenter le plus rapidement possible. « *J'ai voulu qu'on aille vite car le marché est en pleine évolution et en pleine ébullition* », rapporte-t-il. Le M9 est équipé de 5,6 kW de panneaux photovoltaïques qui ont produit au mois de juillet, 33 kWh d'énergie par jour. Des batteries cumulant 32 kWh de capacité, rechargées par les panneaux solaires en continu, à l'arrêt ou durant la navigation, propulsent deux moteurs de 15 kW chacun. « *L'idée de départ est de produire le plus possible. Mais, à la différence des autres bateaux électro-solaires qui sont couverts de panneaux photovoltaïques sans aucune zone où profiter du soleil, nous avons fait le choix de ne pas mettre de panneaux à l'avant afin d'avoir un espace ensoleillé* », expose Philippe Raynaud. La majorité de la production se fait sur le toit du bateau grâce aux dix panneaux photovoltaïques de 430 W l'unité. « *Mais, sans panneaux à l'avant, nous n'avions pas assez de production donc nous avons opté pour une solution mobile que sont les ailes solaires* », poursuit-il. Sur ces dernières sont installés deux panneaux bi-faces de 650 W chacun. Les ailes se déploient sur les côtés du bateau ce qui permet aux modules bi-face de prendre la réverbération du soleil sur la mer.

AUTONOMIE ILLIMITÉE

L'autonomie du bateau dépend de la vitesse à laquelle il vogue, mais Millikan Boats fait la promesse d'une navigation illimitée. En effet, à cinq nœuds et demi soit environ 10 km/h, le bateau bénéficie d'une

MILLIKAN BOATS

C2AI, une expertise incontournable en mesure et instrumentation au service du photovoltaïque



Gilles MARCHAND,
Président de C2AI



Alessandro CAMPANELLA,
Responsable de la Gamme
Instrumentation.

Acteur historique et innovant dans le domaine de la mesure et de l'instrumentation, C2AI propose une large gamme de solutions fiables et robustes au secteur de l'énergie et notamment au segment du photovoltaïque. Le point avec Gilles MARCHAND, Président de C2AI, et Alessandro CAMPANELLA, Responsable de la Gamme Instrumentation.

Au cœur de vos expertises, on retrouve la mesure et l'instrumentation. Dites-nous en plus.

Chez C2AI, la mesure et l'instrumentation ne sont pas seulement des métiers, mais les fondements de notre expertise. Nous avons une vaste expérience dans ces domaines, notamment en conditionnement d'air, chaîne du froid, et laboratoires pharmaceutiques. Plus récemment, nous avons élargi nos compétences au secteur de l'énergie, en particulier la production électrique photovoltaïque. Nous fournissons des instruments de mesure précis et fiables, conçus pour fonctionner dans des environnements difficiles et respecter des exigences réglementaires strictes. Nos solutions permettent aux professionnels de l'industrie d'optimiser leurs processus et de garantir la conformité de leurs installations.

“C2AI reste à l'avant-garde de l'innovation dans la mesure et l'instrumentation.”

Comment mettez-vous vos expertises et vos solutions au service du monde du photovoltaïque ?

Le photovoltaïque est un secteur en forte croissance où nos solutions jouent un rôle clé pour garantir la performance et la durabilité des installations. Nous offrons une gamme complète de capteurs et d'instruments de mesure adaptés aux besoins spécifiques du secteur. Par exemple, nous fournissons des pyranomètres pour mesurer le rayonnement solaire, des sondes de température pour surveiller le rendement des panneaux solaires, ainsi que des solutions de surveillance météorologique (vitesse et direction du vent, température et humidité ambiantes, pression atmosphérique, pluie).

Nos pyranomètres PYRASense, disponibles en trois classes de précision (A, B, C), sont équipés de l'unité de ventilation et de chauffage VUP12, qui maintient la précision des mesures en empêchant la formation de rosée ou de givre. Ce dispositif est essentiel pour les exploitants de centrales photovoltaïques, car il garantit des mesures fiables même dans des conditions météorologiques extrêmes. La VUP12, conforme aux normes

internationales comme l'IEC 61724-1, est très prisée par nos clients pour sa robustesse et son efficacité énergétique.

Quelles sont vos solutions les plus plébiscitées par vos clients ?

Nos clients apprécient particulièrement notre capacité à offrir des solutions complètes et intégrées pour le secteur photovoltaïque.

Imaginez une société capable de vous offrir une station météo compacte et robuste avec des mesures de haute précision, des sondes de température de surface pour panneaux fabrication française, des pyranomètres de classe A avec l'information précis de l'inclinaison disponible via modbus RTU, des systèmes d'acquisition radio, WIFI ou 4G, pour vos stations solaires, une large gamme de systèmes de fixation des instruments, le tout préconfiguré, livré avec certificat d'étalonnage et prêt à l'emploi. C'est exactement ce que propose C2AI.

De plus, nous possédons une gamme complète d'instruments pour les mesures d'isolation électriques, y compris la mesure et les courbes de rendement I-V comme nôtre PV-ISOTEST et IW600, utilisables sur des installations allant jusqu'à 1500V et 40A.

En somme, C2AI reste à l'avant-garde de l'innovation dans la mesure et l'instrumentation, avec des solutions qui répondent non seulement aux besoins actuels du marché, mais anticipent également ses évolutions futures.

Contact :

Adresse : 9 Rue de catalogne – 69150 DECINES

Téléphone : 04 72 15 88 70

Mail : contact@c2ai.com

Url site web : c2ai.com





MILLIKAN BOATS

la journée que ce soit pour manger ou se baigner. Et quand on jette l'ancre, le bateau se recharge automatiquement à raison de 12 % par heure, explique Philippe Raynaud. L'objectif était de ne surtout pas devoir rentrer au port pour recharger les batteries. »

TRANSPORT DE PASSAGERS

Millikan Boats propose deux catégories de bateau. Le M9, destiné aux particuliers, peut accueillir huit personnes. Il a pour cible les personnes intéressées par une alternative écologique à la navigation et ceux qui « souhaitent éviter les dépenses de carburants qui sont énormes », souligne Philippe Raynaud. « Il vise également les retraités de la voile qui souhaitent continuer la navigation écolo et sans bruit. »

Le second bateau, le M9 Pro, est dédié au transport de passagers. Il peut accueillir 12 personnes plus un skipper. « Il permet une alternative aux moteurs thermiques qui font face à des réglementations de navigation notamment dans les criques ou les calanques. » Le M9 coûte 250 000 euros toutes taxes comprises. « Le prix est similaire à celui d'un voilier de 30 pieds ou un bateau à moteur de cette taille, indique l'entrepreneur. La seule chose, c'est qu'il faut accepter d'aller moins vite qu'un bateau à moteur traditionnel. » En plus de proposer une alternative écologique à la navigation de plaisance, le M9 via un onduleur peut alimenter le port en électricité lorsqu'il est à quai. « En installant un compteur de passage, le port peut racheter l'électricité et c'est très intéressant pour son image », avance Philippe Raynaud. Malgré quelques détails à perfectionner notamment l'étanchéité des panneaux, essentielle au bon fonctionnement du M9, la production en série du bateau commencera à la fin du premier trimestre 2025. ■

autonomie illimitée car la recharge des batteries se fait plus rapidement que la consommation du bateau. À cette vitesse et sans soleil, les batteries ont une autonomie de 8 heures. Une voile de kitesurf peut aussi être déployée pour bénéficier des vents marins. L'allure de croisière conseillée se situe entre 6 et 6,5 nœuds. « Avec le M9, on ne recherche pas la vitesse. On se compare à des trawlers, c'est-à-dire des bateaux à vitesse raisonnable », explique Philippe Raynaud. À 6,5 nœuds, les batteries se déchargent lentement. L'énergie quasi illimitée promise par le M9 dépend aussi de l'utilisation qu'en font les plaisanciers. « Généralement, ils s'arrêtent plusieurs fois dans

SOLUTIONS MÉTÉOROLOGIQUES POUR LE MONITORING DES PERFORMANCES DES SYSTÈMES PHOTOVOLTAÏQUES

CONNECTIVITÉ



Capteurs, stations météo et data logger
 Mesure du rayonnement solaire
 Mesure de vitesse, direction du vent, température et humidité.
 Mesure de précipitations : pluie, grêle et neige
 Acquisition de données sans fils et autonome



Jusqu'à
1500 VDC / 40A

Contrôles de **sécurité électrique**
 Caractéristiques I-v des modules et strings
 Analyse de **qualité du réseau**
 Caméras thermiques
 Inspection et vérifications des **performances des systèmes PV** (modules et onduleurs)



contact@c2ai.com - 04 72 15 88 70
 www.c2ai.com

Corsica Sole : réinventer l'énergie



Thomas Muller,
Directeur du développement
chez Corsica Sole

Fondée en 2009, Corsica Sole s'est imposée comme un leader du solaire et un spécialiste du stockage d'énergie. Depuis plus de 15 ans, l'entreprise porte la conviction que l'innovation technologique et les énergies renouvelables sont les clés de la transition énergétique et de la lutte contre le changement climatique. Avec une équipe de 150 collaborateurs répartis en Corse, en France métropolitaine, dans les départements d'Outre-mer, Corsica Sole poursuit son expansion en Europe pour atteindre une capacité installée de 3 GW d'ici 2030. Entretien avec Thomas Muller, Directeur du développement chez Corsica Sole.

La centrale solaire de Campet-et-Lamolère

À l'automne 2024, Corsica Sole a inauguré la centrale photovoltaïque de Campet-et-Lamolère, située dans les Landes. La centrale produit 19 GWh d'électricité par an, ce qui correspond aux besoins d'environ 5 000 foyers. Ce projet est né d'une collaboration étroite entre Corsica Sole, la commune et la famille propriétaire du Château de Campet, classé monument historique. Après la tempête Klaus qui avait dévasté le terrain en 2009, la famille a choisi de revaloriser ce site grâce à l'énergie solaire. En plus de son impact énergétique, ce projet génère des revenus fonciers permettant de contribuer à l'entretien et à la préservation du patrimoine historique. Corsica Sole a engagé ce partenariat dès 2018, à une époque où un précédent projet avait échoué face aux obstacles rencontrés. « Pour nous, l'abandon n'était pas une option, car nous croyions fermement en la viabilité de cette initiative, tout comme la mairie, qui a soutenu très activement ce développement. » nous précise Thomas Muller.

L'adaptabilité pour ADN

Le savoir-faire de Corsica Sole réside principalement dans sa capacité d'adaptation et de flexibilité. « Certaines entreprises du secteur jettent l'éponge là où nous avons la capacité de reprendre les projets. Cela fait partie de notre ADN, cette capacité à mener à bien des opérations auxquelles nous croyions » souligne Thomas Muller. Ce projet a rencontré des difficultés liées aux crises successives, notamment la pandémie de Covid-19 et la guerre en Ukraine, qui ont nécessité une refonte de son modèle économique via un contrat d'achat d'électricité (PPA) signé avec un leader de la sidérurgie. Ce partenariat sur 20 ans garantit un

approvisionnement en électricité renouvelable à coût fixe tout en réduisant l'empreinte carbone de l'industriel, renforçant l'engagement de Corsica Sole pour une transition énergétique concrète.

Vers un agrivoltaïsme d'élevage

Historiquement, Corsica Sole a été précurseur en agrivoltaïsme avant même que le terme ne soit reconnu. « En Corse, nous avons construit dès notre origine des bâtiments pour répondre aux besoins agricoles et à La Réunion, nous avons installé des serres photovoltaïques pour la culture de la vanille co-conçues avec une coopérative agricole », précise M. Muller. Désormais, l'entreprise se concentre sur le développement de projets en lien avec l'élevage. « La moitié de la viande de mouton consommée en France est importée. Nous pensons que l'agrivoltaïsme peut renforcer cette filière tout en améliorant le bien-être animal. » L'approche consiste à s'adapter aux besoins des éleveurs, de leurs équipements et de leur bétail, en modulant la hauteur et la largeur des structures pour répondre aux spécificités de leurs modes d'exploitations. Corsica Sole peut également aider de jeunes agriculteurs à fonder leur exploitation, en leur apportant une aide pour accéder à des terres agricoles.

Expertise en gestion de stockage

Initialement spécialisée dans l'énergie solaire, Corsica Sole a rapidement compris la nécessité d'intégrer le stockage pour stabiliser les réseaux électriques, notamment les réseaux insulaires. Dès 2015, l'entreprise a développé des centrales solaires couplées à des unités de stockage, optimisées grâce à un logiciel interne. « Aujourd'hui, nous proposons de grandes



capacités de stockage, indépendantes des énergies renouvelables, pour stabiliser les réseaux sans recours à des centrales thermiques », ajoute M. Muller. En Belgique, Corsica Sole gère un projet de stockage de 100 MWh, l'équivalent de 200 000 batteries de vélos électriques.

L'avenir : l'énergie renouvelable

« L'avenir en termes de durabilité c'est l'énergie renouvelable, car elle utilise une ressource inépuisable, en l'occurrence le soleil pour l'énergie solaire ». Le déploiement du stockage permet également d'augmenter la pénétration d'énergie renouvelable dans le réseau. S'inscrire dans cette démarche c'est rendre possible un avenir plus durable.

Corsica Sole a toujours été tourné vers l'innovation, notamment en s'intéressant à l'hydrogène. « Pour produire de l'hydrogène à partir du photovoltaïque il faut environ 50 fois moins de surface agricole par rapport aux agro-carburants ». Seule ombre au tableau : les politiques énergétiques menées en France qui semblent freiner le solaire. « En France, l'industrie nucléaire prend une place omnipotente. Il faut des volontés politiques plus nettes et ne pas trop opposer nucléaire et renouvelable. Il y a de la place pour les deux ».

A l'horizon 2030, Corsica Sole ambitionne d'avoir en production environ 1,5 GW de projets solaire et 1,5 GW de projets de stockage en Europe et également de développer son activité sur l'hydrogène. En interne, l'objectif de Corsica Sole est de compter environ 300 salariés. « Le nombre de recrutements ne cesse de croître au sein de notre entreprise. C'est un sujet majeur : les énergies renouvelables sont créatrices d'emploi ».

Contact :

communication@corsicasole.com

 **CORSICA SOLE**
PRODUIRE, STOCKER, REINVENTER L'ÉNERGIE

Stockages : quels besoins pour demain ?

L'indispensable décarbonation de notre économie met le système électrique à rude épreuve. L'électrification des usages fait exploser la demande tandis que la production est de plus en plus renouvelable et variable. Heureusement, les leviers d'adaptation sont nombreux et puissants pour continuer d'assurer l'équation offre-demande.

PAR ANNE-CLAIRE POIRIER

Pour se sevrer des énergies fossiles, qui représentent encore près de 60 % de notre consommation d'énergie finale, la France doit actionner simultanément deux leviers prioritaires. Premièrement, l'électrification des usages, qui permet de passer rapidement des combustibles fossiles aux électrons décarbonés : ainsi, alors que l'électricité répond aujourd'hui à un quart de nos besoins énergétiques, cette part grimpera à 55 % d'ici 2050, selon le gestionnaire de réseaux RTE. Dès 2030, le déploiement des véhicules électriques, le remplacement des chaudières à gaz et au fioul par des pompes à chaleur ou encore la transition des fours à gaz aux fours électriques dans l'industrie devrait ainsi porter la

consommation d'électricité du pays de 445 (en 2023) à 560 TWh, prévoit la Direction générale de l'énergie et du climat.

Pour faire face à cette forte hausse (+ 25 % en sept ans !), la production d'électricité décarbonée doit drastiquement augmenter : c'est le deuxième levier. Sur ce sujet, le gouvernement vante plus volontiers la « relance » du nucléaire – comprenant la prolongation d'un maximum de réacteurs existants et la construction de six à quatorze autres – mais ce sont bien les énergies renouvelables qui assureront la montée en puissance de la production à court terme. La stratégie française énergie-climat en cours d'élaboration, prévoit ainsi de doubler la capacité éolienne terrestre (pour atteindre 45 GW maximum) et de multiplier la capacité photovoltaïque par six (pour atteindre 100 GW maximum) d'ici 2035, sans oublier l'installation de 18 GW d'éolien en mer.

FLEXIBILISER LA DEMANDE

De cette configuration nouvelle découle un nouveau défi : continuer à maintenir l'équilibre offre-demande alors que l'électrification des usages va accentuer les pointes de consommation (notamment hivernales) et que la production sera de plus en plus versatile avec des pics de production photovoltaïque (notamment estivaux). En effet, si les énergies renouvelables variables représentent à peine 15 % de la production électrique en 2023, cette part pourrait dépasser les 40 % dès 2035. Dans un avis d'expert récemment publié¹, l'Ademe tient toutefois à être rassurante : « *Malgré le caractère variable des installations éoliennes et photovoltaïques, leur développement important dans le mix en métropole est loin de nécessiter l'installation d'une puissance de stockage équivalente.* » Selon ses modélisations à 2050, au minimum 76 % du solaire et 86 % de l'éolien installés seront consommés directement au



Conteneurs de batteries de l'expérimentation Ringo, menée par RTE, pour stocker l'excès d'énergie renouvelable.



PASCAL VOLPEZ - RTE

FHE, un univers énergétique global et intelligent



Jonathan Iacono,
directeur technique
du groupe FHE

Jonathan Iacono, directeur technique du groupe FHE, nous présente l'offre globale du groupe qui répond aux demandes croissantes en matière de production, de gestion intelligente et de stockage d'énergie.

Acteur de l'intelligence énergétique, quel est votre positionnement ?

FHE est un acteur global de l'énergie qui offre à ses clients un écosystème complet, incluant la production d'énergie via les panneaux solaires, les pompes à chaleur, mais aussi la gestion intelligente de l'énergie. Nous donnons la possibilité à nos clients de produire une énergie propre, mais aussi de l'utiliser et de la stocker de manière optimale. Cette notion d'intelligence énergétique renvoie justement à cette volonté d'offrir à chacun la possibilité d'avoir une maison autonome et connectée qui va être en mesure de gérer de manière intelligente son énergie dans une logique de réduction de la consommation énergétique et de l'empreinte carbone. FHE emploie une quarantaine de personnes en France et une quarantaine de salariés au Maroc où se trouve notre usine.

Comment s'articule votre offre et en quoi est-elle différenciante ?

Notre offre globale couvre donc plusieurs maillons : Des systèmes de production d'énergie renouvelable, des panneaux photovoltaïques et des solutions thermiques, aussi appelés des systèmes solaires combinés, pour répondre aux besoins en chauffage et en eau chaude sanitaire ;

- Des solutions de gestion d'énergie qui sont couplées aux systèmes de production afin de permettre aux clients de piloter sur une seule et même application la production et la domotique de leur foyer ;
- Une solution de stockage d'énergie pour optimiser la consommation énergétique en fonction des besoins.

“FHE est un acteur global de l'énergie qui offre à ses clients un écosystème complet”

Quels sont vos principaux vecteurs de différenciation ?

Aujourd'hui, sur le marché, FHE est le seul acteur capable d'offrir à ses clients un univers aussi complet, accessible et pilotable depuis la même interface. Grâce à l'intelligence

énergétique qui est notre principal levier de différenciation, nos systèmes vont se caler sur le fonctionnement et les besoins du foyer pour apporter la meilleure réponse énergétique possible et réduire leur facture énergétique. Au-delà, toutes les composantes de cet univers FHE, des panneaux photovoltaïques aux pompes à chaleur en passant par les systèmes intelligents, sont conçus et développés par l'entreprise.

Aujourd'hui, comment vous projetez-vous sur le marché ?

Malgré la situation économique complexe, il y a une réelle volonté d'accélérer la transition énergétique du pays. Il y a un besoin marqué pour des solutions autonomes et intelligentes, comme celles que nous proposons, pour optimiser et mieux maîtriser les consommations énergétiques. Dans ce cadre, FHE renforce son positionnement, étoffe son offre et complète son catalogue avec de nouveaux produits, comme les ballons thermodynamiques...

En parallèle, nous poursuivons notre développement sur le marché du stockage avec notre usine au Maroc qui répond à une demande internationale croissante, notamment de la part de l'Afrique et du Moyen-Orient. Nous avons aussi des demandes de pays de l'Europe de l'Est pour des solutions de chauffage autonomes en prévision de la période hivernale.

Contact :

266 rue Gaïa - Tecnosud 2 - Perpignan 66100

+33 7 87 90 67 53

philippe.raimbault@fhegroupe.com

<https://fhe-france.com>







Les véhicules électriques représentent un potentiel de stockage bien supérieur aux batteries stationnaires.

moment où ils ont été produits. Une part qui pourrait même grimper, à condition d'accroître la flexibilité de la demande.

« *La flexibilité de la demande est le premier moyen d'assurer l'équilibre aux horizons 2030 et 2050* », confirme un porte-parole de RTE. « *C'est un moyen efficace et peu onéreux puisqu'il ne nécessite pas, dans de nombreux cas, d'investissements importants* », précise-t-il. En outre, « *la France peut déjà s'appuyer sur des précédents réussis* » :

depuis les années 1980, le développement d'offres tarifaires spécifiques (EJP, Tempo...) ou encore l'asservissement des ballons d'eau chaude au signal « heures creuses » permet de déplacer une consommation significative en dehors des pics. Pendant les tensions de l'hiver 2022, Enedis a ainsi libéré 2 GW de puissance en coupant les ballons d'eau chaude sanitaire lors de la pause méridienne. De même, l'effacement de consommations industrielles – rémunéré via des mécanismes tels que le marché de capacité ou les appels d'offres de RTE – permet de libérer ponctuellement jusqu'à 4 GW de puissance.

UN INDISPENSABLE « PLAN DE FLEXIBILITÉ »

Surtout, le potentiel à exploiter est encore vaste. Selon l'Ademe², le gisement technique d'effacement de l'industrie et du tertiaire est compris entre 6,5 et 9,5 GW, bien supérieur à ce qui est exploité actuellement. À l'avenir, l'électrification des usages dans l'industrie va même encore accroître ce potentiel d'effacement. Côté résidentiel, le pilotage du chauffage électrique qui représente 40 % de la puissance de pointe (environ 35 GW) représente un levier énorme. Dans son bilan prévisionnel 2023-2035, RTE prévoit d'autre part que 18 millions de véhicules électriques seront mis en circulation mais que 70 à 80 % des recharges pourront être réalisées en temps « non



contraint », ce qui laisse l'opportunité de les faire correspondre aux pics de production, notamment photovoltaïque.

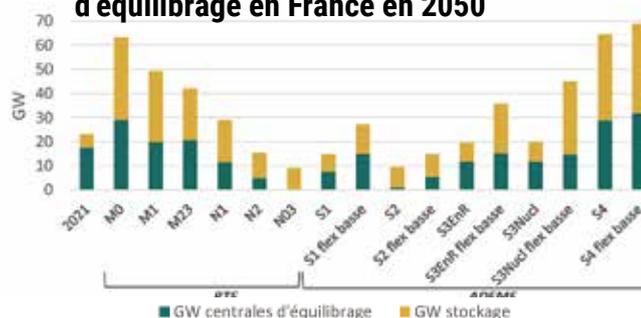
Bien que la faisabilité technique semble largement acquise, le déploiement des flexibilités reste encore trop timide en France. « *On n'est pas très en avance* », confirme Étienne Latimier, ingénieur électricité renouvelable et réseaux à l'Ademe. « *Il y a maintenant un million de véhicules électriques en circulation et on n'a toujours pas obligé l'asservissement des bornes de recharge pour permettre leur pilotage* », illustre-t-il. Le manque d'incitations financières est également en cause : « *Le développement d'offres de fourniture avec des tarifs plus dynamiques reste encore très limité alors qu'elles sont nécessaires pour orienter les comportements* », estime-t-il. Surtout, le niveau de développement des flexibilités reste intimement lié à l'acceptabilité des consommateurs, et donc au récit de société qui leur sera

associé, prévient l'Ademe. Or, pour l'instant, force est de constater que le sujet reste largement impensé par les pouvoirs publics. Pour toutes ces raisons, l'Ademe et RTE réclament tous deux le lancement rapide d'un « *plan de passage à l'échelle* » des flexibilités pour développer des marges dès la décennie actuelle.

BATTERIES : BESOIN LIMITÉ

Le déploiement d'un tel plan est d'autant plus important qu'il tracerait également la voie au stockage par batteries. En effet, « *batteries et flexibilités apportent le même type de service au réseau, à savoir une modulation à l'échelle journalière* », explique le porte-parole de RTE. Une faible flexibilité de la demande fera significativement augmenter le besoin en batteries et vice-versa. À noter que le déploiement de batteries stationnaires représente un coût économique et environnemental supérieur pour la collectivité. Un enjeu « matière » se pose également alors que les ressources en lithium et cobalt sont limitées, même si les batteries stationnaires représentent à peine 1 % des volumes de batteries embarquées dans le secteur de la mobilité.

Puissance de stockage et des centrales d'équilibrage en France en 2050



Comparatif des capacités nécessaires de stockage et centrales d'équilibrage entre les scénarios prospectifs de RTE et de l'Ademe, et la situation actuelle. Les scénarios Ademe supposent une flexibilité de la demande élevée dans les scénarios S1, S2 et S3. Le scénario N03 de RTE est celui comportant 50 % de nucléaire en 2050. Dans les autres, l'atome ne pèse que de 0 % (M0) à 36 % (N2) dans le mix électrique français à cet horizon. SOURCE : ADEME 2024

Fin 2023, quelque 807 MW de batteries stationnaires étaient raccordés au réseau (lire p. 34), essentiellement dans le but de participer au réglage de la fréquence (réserve primaire). Pour la suite, « *la nécessité d'un déploiement d'importantes capacités de batteries stationnaires est incertaine* », souligne l'Ademe. Selon RTE, « *la place des batteries dans le mix électrique n'est pas garantie* ». En effet, le gestionnaire de réseau estime qu'un fort



ZÉRO TROUS ZÉRO MÉTAL ZÉRO ASSEMBLAGE

POUR VOTRE PANNEAUX SUR TOITS PLATS,
CHOISISSEZ LA SIMPLICITÉ.

Les systèmes de montage Sun Ballast ne nécessitent pas de trous dans le toit et consistent en un seul élément en béton pré-assemblé qui peut être utilisé avec n'importe quel panneau.

L'installation est donc beaucoup plus simple et plus rapide, et le système PV est plus solide, plus sûr et plus durable.

DÉCOUVREZ LE SYSTÈME LE MIEUX ADAPTÉ

développement du photovoltaïque pourrait augmenter leur nécessité mais que le maintien d'un socle de capacité nucléaire « de l'ordre de 40 à 50 GW » permettrait tout simplement de s'en passer.

JOURS SANS VENT NI SOLEIL

« Si le développement de la flexibilité de la demande et/ou des batteries contribuera largement à la couverture des besoins ponctuels à la pointe, cela ne suffira pas, dans certaines configurations, à gérer des épisodes de faible production s'étalant sur des périodes longues », prévient en revanche le porte-parole de RTE. Pour gérer ces modulations de quelques jours ou quelques semaines, RTE insiste tout d'abord sur la nécessité de développer des interconnexions avec les pays voisins : « une option prioritaire pour atteindre la neutralité carbone au moindre coût », écrit-il dans son rapport de prospective *Futurs énergétiques 2050*. Celles-ci permettent en effet de « tirer le meilleur parti du foisonnement de la consommation et de la production renouvelable à l'échelle européenne », permettant *in fine* de réduire les capacités de production et/ou de flexibilité à déployer dans chaque pays. Selon RTE, les interconnexions existantes permettent déjà de réduire de 70 GW les capacités (de production/flexibilité) nécessaires en Europe, par rapport à une situation théorique où aucun échange n'existerait. À l'heure actuelle, la France bénéficie de 12 GW d'interconnexion avec ses voisins, qui devraient passer à 22 GW en 2030. Pour RTE, pousser le développement à 45 GW d'ici à 2050 « trouve une justification économique dans tous les scénarios étudiés ».

Les solutions de stockage à long terme resteront néanmoins indispensables. La France dispose déjà de capacités conséquentes grâce à ses six Step (stations de transfert d'énergie par pompage)

De 2 à 3,3 GW de stations de pompage-turbinage hydraulique pourraient encore être développés en France.

représentant un total de 5,2 GW en turbinage (4,2 GW en pompage). RTE et l'Ademe prévoient de nouveaux développements d'ici 2050 même si les contraintes topographiques, sociales et environnementales forcent la prudence. L'Ademe prévoit ainsi le développement de 2 GW supplémentaires et RTE, 3,3 GW. Des projets sont en train de (re)naître comme la reconstruction de la Step des lacs Blanc et Noir en Alsace (55 MW), abandonnée par EDF en 2002 après une inondation destructrice. Des mini-Step de quelques kW à plusieurs MW essaient également sur le territoire. À plus long terme, faire transiter l'électricité sous forme de gaz (production d'e-methane ou d'hydrogène à partir d'électricité) pourra également permettre d'écouler les excédents renouvelables ou de permettre du stockage longue durée (power-to-gas-to-power). L'Ademe souligne que quasiment tous les scénarios prospectifs y ont recours pour du stockage long terme. Toutefois, la compétitivité économique de ce système étant plus faible que celle des Step ou des batteries en raison de son mauvais rendement (25-35 %), son déploiement devrait être limité. ■

1. Ademe, « Le stockage dans la transition énergétique », mars 2024.

2. Ademe, « Flexibilité du système électrique », mars 2024.



CHRISTOPHE HURET - EDF



VIS ET SYSTÈME DE FIXATION PANNEAU PHOTOVOLTAÏQUE

Fixation :

- du support bac acier ou panneaux nervurés
- de la structure porteuse pour concept intégré ou semi intégré
- du panneau photovoltaïque

LE FIL CONDUCTEUR POUR SUBLIMER VOS RÉALISATIONS

Recherche – développement – fabrication

www.laurent-fixation.com

info@laurent-fixation.com - 03 24 32 32 32

VOUS AVEZ DES CENTRALES PHOTOVOLTAÏQUES ?



Améliorez la performances de vos centrales en les suivant avec Épices !



ACQUISITION DES DONNÉES DES SITES

- ✓ Connexion à tous types d'onduleurs
- ✓ Intégration des données des compteurs



DÉTECTION DES ANOMALIES

- ✓ Alarmes automatiques
- ✓ Calcul des pertes de production et financières



VISUALISATION DES DONNÉES

- ✓ Vue sur la production de vos centrales
- ✓ Suivi de l'autoconsommation



CALCUL DES INDICATEURS

- ✓ Comparaison production réelle vs production prévisionnelle
- ✓ Table des arrêts

Épices, l'outil de référence pour la supervision de l'exploitation des centrales photovoltaïques



Guillaume Eyrolet

chargé d'affaires

Épices Énergie

Guillaume Eyrolet, chargé d'affaires au sein d'Épices Énergie, nous présente l'outil Épices : une plateforme web qui permet d'assurer une fine supervision de l'exploitation des centrales de production d'énergies renouvelables.

Qu'est-ce que l'outil Épices ?

Épices est un outil web lancé en 2010 qui permet de réaliser la supervision et la gestion d'installations EnR : centrales photovoltaïques, hydroélectriques et parc éoliens. La plateforme s'articule autour de 4 grandes fonctions complémentaires et à forte valeur ajoutée :

- l'acquisition de toutes les données des centrales quel que soit le matériel installé (onduleur, datalogger, SCADA) et sans avoir à déployer de nouveaux matériels
- l'analyse automatique de la performance des centrales afin de donner des alertes en cas de dysfonctionnements
- la gestion et l'optimisation des opérations de maintenance
- l'exploitation des centrales avec le calcul automatisé des indicateurs, la génération automatique de rapports, la facturation...

Comment Épices permet-il aux utilisateurs de gagner du temps et de la fiabilité ?

Les utilisateurs centralisent toutes les données de leurs centrales sur un seul et même portail. Grâce à l'automatisation de l'analyse de performance et à l'envoi d'alertes, ils peuvent suivre en temps réel l'état global de leurs centrales et identifier très rapidement un dysfonctionnement afin d'intervenir avec une grande réactivité. Cela permet d'optimiser les déplacements en mandatant des équipes sur les sites sur lesquels une intervention est nécessaire. Dans la même logique, la fonctionnalité dédiée à la gestion de la maintenance permet un meilleur suivi des interventions et un gain de temps sur ces opérations.

Au-delà, Épices automatise l'ensemble des tâches redondantes et chronophages liées à l'exploitation des centrales : calcul d'indicateurs, édition des rapports, communication...

“Épices est utilisé par plus de 5 000 utilisateurs de structures privées et publiques.”

Concrètement, à qui s'adresse votre outil ?

Aujourd'hui, Épices est utilisé par plus de 5 000 utilisateurs de structures privées et publiques qui supervisent l'exploitation



© SIPPEREC - Ville de Livry-Gargan

de centrales et de parcs renouvelables. Épices est notamment utilisé par des producteurs d'énergies renouvelables qui suivent et supervisent en interne l'exploitation de leurs actifs.

Des installateurs photovoltaïques utilisent également la plateforme pour réaliser la supervision et la gestion de leur maintenance pour le compte de leurs clients.

À cela s'ajoutent des acteurs publics, notamment des municipalités de toutes tailles, des régions, des syndicats d'énergie... qui ont fait le choix d'internaliser la gestion et le suivi à distance de leurs installations PV.

Enfin, de par son histoire et son actionnaire fondateur, l'association Hespul, Épices est également utilisé, via Énergie Partagée, par des structures citoyennes afin de faciliter la supervision sur leurs sites.

Contact :

14 place Jules Ferry

69006 Lyon

Téléphone : 04 82 53 07 55 - 07 61 78 52 31

Mail : contact@epices-energie.fr



Le décret sur l'agrivoltaïsme enfin publié

Très attendu, le décret encadrant l'agrivoltaïsme est paru début avril. Il a suscité de nombreuses réactions de la part de la filière énergie et de la profession agricole. Pour beaucoup, le développement des projets devrait s'accélérer. Néanmoins, des zones d'ombre demeurent. Inventaire des commentaires. PAR AUDE FABRE



Le décret publié le 9 avril 2024 au Journal officiel¹ en application de la loi d'accélération de la production d'énergies renouvelables de mars 2023 s'attache à développer l'agrivoltaïsme et précise les conditions d'implantation des installations photovoltaïques au sol sur des zones agricoles, naturelles ou forestières jugées, par les chambres d'agriculture, incultes ou non cultivées depuis au moins dix ans (lire aussi p. 48). L'ADN du décret est d'empêcher la concurrence entre production d'énergie et

production agricole. « *L'agrivoltaïsme avait besoin d'un cadre pour se développer dans le respect des pratiques agricoles : c'est l'objet de ce décret qui fixe des principes clairs et protège davantage les espaces agricoles tout en ouvrant des opportunités pour la production d'énergie* », a précisé Marc Fesneau, ministre de l'Agriculture.

PRIORITÉ À LA PRODUCTION AGRICOLE

Concrètement, la priorité est donnée à la production agricole. Pour ce faire, le projet agrivoltaïque doit apporter directement à la parcelle au moins un service à l'agriculture : amélioration du potentiel et de l'impact agronomiques, adaptation au changement climatique, protection contre les aléas ou amélioration du bien-être animal. Le décret doit également

garantir un revenu durable pour l'agriculteur. La Commission départementale de préservation des espaces naturels et forestiers (CDPENAF) devra analyser et valider les projets conformes au décret. Ce dernier impose également un taux de couverture des panneaux solaires de 40 % maximum, et un rendement agricole supérieur à 90 % par rapport à une parcelle témoin (voir tableau p. 46). Ces seuils seront contrôlés par les Directions départementales des territoires (DDT).

La publication d'un arrêté ministériel précisant les modalités de contrôle et de sanction est attendue dans les prochaines semaines. Selon le projet de texte, les installations à la technologie « non-éprouvée » seront soumises à un contrôle de suivi tous les trois ans. Ce sera cinq ans pour celles « éprouvées », figurant dans la liste d'un autre futur arrêté sur les différentes technologies (sur proposition de l'Ademe). Ce contrôle, sur la base des rendements et des revenus agricoles, confirmera ou non le caractère agrivoltaïque de l'installation. Si une mise en conformité s'avère nécessaire, l'exploitant aura six mois pour la réaliser, au risque de devoir démanteler l'installation. Un premier bilan de l'application sur le terrain de ce décret est attendu au printemps prochain.

REPRISE DES INSTRUCTIONS

La Fédération française des producteurs agrivoltaïques (FFPA) « *accueille avec satisfaction* » ce décret. « *Les projets vont reprendre leur instruction, en pause pour certains depuis bientôt deux ans, et les agriculteurs vont pouvoir bénéficier de cet outil de diversification de production et de revenus* », se réjouit Audrey Juillac, présidente de la FFPA. Elle précise tout de même que « *la publication de ce décret n'est*



qu'une étape » et que « beaucoup de travail reste à mener pour compléter le cadre juridique de l'agrivoltaïsme ». France Agrivoltaïsme salue également la parution du texte, même si « la question du rendement pour l'élevage semble constituer une grande faiblesse du décret ».

Pour le Syndicat des énergies renouvelables (SER), ce texte « donne un cap et un cadre clair grâce à la forte mobilisation commune des filières renouvelables et agricoles ». David Portales, président de Green Lighthouse Développement (GLHD), estime que ce décret « rend possible la dynamique de l'agrivoltaïsme », même s'il attend encore certaines précisions, notamment sur les technologies éprouvées. Pour Daniel Bour, président d'Énerplan, « même s'il reste plusieurs points à préciser, notamment la définition des technologies éprouvées par l'Ademe, le décret va dans le bon sens pour permettre de déployer une énergie solaire compétitive et aider des filières agricoles qui sont en difficulté. » Chambres d'agriculture France pour sa part « se félicite que le décret consacre le maintien d'un minimum de 90 % du rendement des cultures sous installations agrivoltaïques » mais déplore « l'absence d'indicateurs quantitatifs à même d'encadrer les projets agrivoltaïques en élevage. Quant aux conditions d'implantation des installations photovoltaïques au sol sur des terrains agricoles, naturels ou forestiers, Chambres d'agriculture France prend acte de la responsabilité qui lui est confiée de proposer dans chaque département un document-cadre dans un délai de neuf mois. »

PARTAGE DE LA VALEUR

La Fédération nationale des syndicats d'exploitants agricoles (FNSEA) salue « un décret qui préserve la souveraineté alimentaire » et « poursuit son travail sur la mise en place d'un bail rural adapté aux nouveaux enjeux et sur le partage de la valeur afin que la contribution des agriculteurs à la transition énergétique soit pleinement valorisée ». Les Jeunes agriculteurs (JA) restent mobilisés et demandent « à ce que l'arrêté sur le contrôle et les sanctions des installations agrivoltaïques et photovoltaïques soit publié rapidement et soit suffisamment dissuasif pour sanctionner les projets alibis ». L'organisation estime qu'en « l'état actuel des technologies agrivoltaïques, les projets au-delà d'un taux de couverture de 25 % ne semblent pas devoir recueillir un avis favorable en CDPENAF, puisqu'ils engendrent des pertes de rendement nettement supérieures à 10 % ». Enfin, JA s'inscrit déjà dans le travail de la future proposition de loi transpartisane sur le partage de la valeur de la production d'énergie verte dans les territoires, qui sera porté cet été par le député Pascal Lecamp. » La Coordination rurale se réjouit de cette publication même si « de nombreux sujets fondamentaux restent en suspens », tels que le partage de la valeur ou la contractualisation.

En revanche, opposée à



CNR

l'agrivoltaïsme, la Confédération paysanne « déposera un recours contre le décret » et dénonce notamment que la « baisse de production puisse atteindre 10 % sous les panneaux ». Par ailleurs, le syndicat souligne que « le décret considère qu'un revenu est durable s'il n'est pas inférieur au revenu moyen des années précédentes. Or, on est loin de pouvoir affirmer que le revenu agricole actuel est durable ! » Même son de cloche du côté du Mouvement de défense des exploitants familiaux (Modéf) qui ne souhaite pas « que les agriculteurs deviennent des agro-énergéticiens au détriment de leur mission de production ». Le décret ouvre le bal, mais les réjouissances commencent. ■

1. <https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORF-TEXT000049386027>

40 % de taux de couverture maximum

	Technologie	Taille des projets	Taux de couverture	Zone témoin	Perte de rendement agricole autorisée
Culture	Éprouvée	Pas de limite	Fixé par un futur arrêté	Pas d'obligation	-10 %
	Non-éprouvée	< 10 MW	Pas de limite	Obligatoire (sauf si taux de couverture < 40 % et incapacité technique)	
		> 10 MW	< 40 %	Obligatoire (sauf si incapacité technique)	
Élevage et serre	Éprouvée	Pas de limite	Fixé par un futur arrêté	Pas d'obligation	Pas de limite
	Non-éprouvée	< 10 MW	Pas de limite		
		> 10 MW	< 40 %		

Note : même quand le taux de couverture est dit « sans limite », pour les projets de moins de 10 MW avec des technologies « non-éprouvées » par exemple, le fait qu'il ne faille pas dépasser 10 % de perte de rendement agricole contraint à limiter le taux de couverture.

SOURCE : DÉCRET N° 2024-318 DU 8 AVRIL 2024 RELATIF AU DÉVELOPPEMENT DE L'AGRIVOLTAÏSME.



REGAIN

PERFORM

LA MAILLE, NOTRE MÉTIER

Fabricant depuis 1973



La protection
de vos salariés



REGAIN
PERFORM

Le Causse-Espace d'entreprises
1 rue Pierre Gilles de Gennes - 81290 LABRUGUIÈRE



05 63 59 17 26



contact@regain-perform.com



www.regain-pro.fr

Voltalia, un acteur pionnier de l'agrivoltaïsme en France



Claire du Colombier,
Directrice Développement France



Cyril Mignot,
Coordinateur National Agrivoltaïsme

L'agrivoltaïsme permet une coactivité entre la production agricole et énergétique tout en contribuant à la lutte contre le changement climatique. Depuis plus de six ans, Voltalia s'investit dans le développement de projets agrivoltaïques, prenant en compte les besoins spécifiques des exploitations agricoles. Claire du Colombier, Directrice Développement France, et Cyril Mignot, Coordinateur National Agrivoltaïsme, nous en disent plus sur la vision de l'agrivoltaïsme de Voltalia.

Comment Voltalia concilie production agricole et production énergétique ?

Avec son approche systémique de l'agrivoltaïsme, Voltalia construit des synergies vertueuses entre les productions agricole et photovoltaïque.

Le projet agricole est au cœur du développement des projets agrivoltaïques. L'intégration de l'installation solaire dans une exploitation doit s'adapter à l'activité agricole et apporter des bénéfices : amélioration du potentiel et de l'impact agronomiques des terres, adaptation au changement climatique, protection contre les aléas, amélioration du bien-être animal...

Nous concevons ces projets en prenant en compte tous les aspects de la parcelle, l'orientation technico-économique de l'exploitation et les pratiques de l'exploitant, grâce à une équipe d'experts agronomes.

Aujourd'hui, Voltalia dispose d'un portefeuille de projets agrivoltaïques en développement en France, de plus de 1 GW.

Quelques mots sur votre offre 1,2,3 Soleil et sa valeur ajoutée pour le monde agricole.

Avec notre foncière agricole, Terravene, et notre filiale experte du solaire en toiture, Helexia, nous proposons cette offre solaire commune et unique dédiée au monde agricole qui s'appuie sur le développement d'un portefeuille d'outils qui apporte des solutions concrètes aux enjeux des exploitations. Avec Terravene, nous proposons des solutions de portage foncier financées par l'accueil d'un parc agrivoltaïque sur une partie des terres, développé par Voltalia, tout en permettant aux exploitants de générer des revenus complémentaires. Avec Helexia Agri, nous donnons la possibilité de bénéficier d'un hangar agricole photovoltaïque, neuf ou rénové. L'offre 1,2,3 Soleil répond aux enjeux de pérennisation, de développement des exploitations et aux défis du renouvellement des générations, tout en permettant la production d'une électricité renouvelable.

Vous avez mis en exploitation en 2024 un démonstrateur agrivoltaïque bovin à Poisy (AURA). Dites-nous en plus.

Ce démonstrateur d'une capacité de 250 KW s'étend sur une superficie de 7 820 m², dont 1 152 m² couverts par des panneaux solaires. Ce dispositif unique en France a été conçu pour analyser et comprendre l'impact des installations photovoltaïques sur l'élevage bovin, notamment en termes de bien-être animal, de comportement, et de quantité et qualité des productions fourragères.

Composé de 6 rangées de panneaux solaires disposées à différentes hauteurs pour comparer les effets sur le comportement des animaux, il dispose d'une zone témoin non équipée de panneaux solaires, servant de référence pour les études comparatives. Son développement a été mené en collaboration avec l'Institut de l'Élevage (IDELE), qui apportera son expertise agronomique et éthologique dans le protocole de suivi, ainsi qu'avec le Centre d'Élevage Lucien Biset de Poisy, reconnu pour son engagement dans la formation et la recherche en élevage laitier.

Contact :

Voltalia
Adresse 84 Bd Sébastopol, 75003 Paris
Téléphone +33 1 81 70 37 00
Mail accueil.paris@voltalia.com
Site web www.voltalia.com



Producteur d'énergie et fournisseur de services en renouvelable depuis 2005

Parc solaire de Montclar, Alpes de Haute-Provence

NOTRE MISSION

Améliorer l'environnement mondial,
favoriser le développement local

Parc éolien de Sud Vannier, Haute-Marne

17,2 GW

portefeuille de projets
en développement

3,1 GW

en exploitation et
en construction

2000

collaborateurs

+20

pays sur
3 continents

Démonstrateur agrivoltaïque bovin de Poisy, Haute-Savoie

www.voltalia.com [in](#) [f](#) [@](#) [X](#) [▶](#)

Voltalia France

84 bd. de Sébastopol, 75003 Paris
+33 1 81 70 37 00 . accueil.paris@voltalia.com

voltalia

SOLAIRE • EOLIEN • HYDRO • BIOMASSE • STOCKAGE

Sinistres dus à la grêle : entre résistance et assurance

Avec le réchauffement climatique, les épisodes de « grosse grêle » vont augmenter dans les prochaines décennies, exposant les installations photovoltaïques à des risques de dégâts plus importants. Des panneaux résistants existent, mais sont plus lourds et parfois moins efficaces. Les fabricants tentent de trouver le juste équilibre entre production et résistance.

PAR FLAVIAN BONNEAU



VASIL DIMITROV / ISTOCK

En juin 2022, un orage de grêle s'est abattu sur Bellerive-sur-Allier dans l'agglomération de Vichy. Des grêlons allant jusqu'à 8 centimètres de diamètre ont affecté toute la ville, dont l'installation photovoltaïque du centre nautique. Construite en 2019, « la centrale a été entièrement endommagée et tous les panneaux ont dû être remplacés », partage Maxime Adam, chargé Maîtrise de l'énergie à la Ville de Vichy et Vichy communauté. Coût des dégâts, environ 200 000 euros. Avec l'accroissement de ce type d'événements, la grêle devient un sujet sérieux pour tous les acteurs du photovoltaïque en France et à l'étranger. « C'est le seul aléa climatique extérieur qui met en danger la pérennité d'une installation photovoltaïque », formule Daniel Mugnier, directeur délégué du bureau d'études Planair, président du programme photovoltaïque de l'Agence internationale de l'énergie et administrateur d'Observ'ER. Toute la filière photovoltaïque craint l'augmentation de la fré-

quence des épisodes de « grosse grêle » qu'entraînerait le réchauffement climatique. Cela signifierait des orages très forts avec des grêlons de plus grosse taille représentant un risque important de dégâts pour les centrales. « Même si la grêle ne casse pas les verres des panneaux, elle peut provoquer des dommages et altérer sa production », explique Daniel Mugnier.

GRÊLE IMPRÉVISIBLE

Peu de chiffres concrets viennent étayer ces inquiétudes car faire des prévisions sur les épisodes de grêle est très compliqué. Malgré



OCEANPROD/ADOBE STOCK

leur rareté, « des augmentations d'épisodes de grosses et très grosses grêles¹ ont déjà été observées au cours de ces dernières décennies essentiellement au sud de l'Europe incluant la moitié sud de la France, explique Philippe Drobinski, directeur de recherche au CNRS et directeur du Laboratoire de Météorologie Dynamique et du centre interdisciplinaire Energy4Climate. Il y a de grandes incertitudes sur les trente prochaines années mais si l'on se projette sur la fin du siècle, des études montrent que la fréquence des grosses grêles sera beaucoup plus élevée dans le centre nord de l'Europe. »

Les actuaires des compagnies d'assurance sont eux aussi très attentifs aux probabilités d'occurrence des sinistres météorologiques futurs. « On identifie la grêle comme un des sujets majeurs de ces cinq prochaines années », confie Gautier Claudinon, directeur général adjoint chez Alexis

Les dommages dus à la grêle obligent à changer les modules, ce qui implique quelques difficultés techniques.

Assurance, courtier en assurance pour les énergies renouvelables. Et pour cause, la remise en route des centrales prend énormément de temps. « Les sinistres sont très compliqués à gérer », souligne Gautier Claudinon. En atteste la centrale de Bellerive-sur-Allier qui n'est toujours pas remise en route deux ans après et qui devrait l'être seulement d'ici la fin de l'année. Un an et demi de procédures du côté de l'assurance a été nécessaire. « On a dû changer les panneaux car ceux installés initialement ne se faisaient plus », explique Maxime Adam. En effet, le changement d'une installation demande énormément de modifications techniques. La puissance des panneaux augmente. « Comment fait-on quand les panneaux actuels font 450 Wc et que ceux impactés par la grêle en font 220 ? On en met un sur deux ? », questionne Gautier Claudinon. Les dimensions des panneaux ont également changé. Pourtant, il faut respecter le cahier des charges signé il y a plusieurs années lors de l'appel d'offres de la Commission de régulation de l'énergie et injecter la



EXCEL[®]SOLAR

LA PERFORMANCE AU PLUS HAUT NIVEAU



Conception - Réalisation : map-advertising.com map.

Découvrez notre nouveau produit sur le salon

11-12
2024

enerGaia
Forum des énergies renouvelables
Renewable energy Forum

IKO : une expertise reconnue au service du photovoltaïque



Rolland Colin,
responsable Produit photovoltaïque
chez IKO

Acteur emblématique de la fabrication de matériaux pour les toitures, IKO accompagne aujourd'hui le déploiement du photovoltaïque en toiture avec des offres innovantes, différenciantes et à forte valeur ajoutée. Rolland Colin, Responsable Produit photovoltaïque chez IKO, nous en dit plus.

Quels sont les principaux métiers d'IKO ?

IKO est un groupe canadien spécialisé dans la fabrication de matériaux pour les toitures terrasses et les toitures en pente avec un très fort positionnement sur le marché nord-américain. Le groupe s'est peu à peu développé en Europe grâce à des opérations de croissance externe. Son développement en France a débuté en 1992 avec l'intégration de MEPLÉ, puis, en 2023, avec le rachat d'Axter. Aujourd'hui, IKO se développe sur le marché des membranes d'étanchéité bitume et PVC, mais aussi sur celui des produits d'isolation polyuréthane.

IKO France s'appuie sur 7 filiales internationales et 2 usines de fabrication comprenant 4 lignes de production de membranes bitumineuses pour toitures terrasses et 1 ligne pour le génie civil. Chaque année, IKO produit plus de 26 millions de m².

Quelle est votre offre dans le domaine du photovoltaïque ?

IKO propose des membranes d'étanchéité capables de recevoir tous types de panneaux photovoltaïques qu'ils soient cadrés ou légers. Nous avons deux offres : une destinée aux bâtiments neufs et une pensée pour des bâtiments existants ou pour répondre aux besoins en matière de rénovation énergétique.

"IKO est reconnu pour le côté innovant de ses systèmes."

En parallèle, nous avons noué un partenariat avec Dome Solar, acteur majeur du photovoltaïque en France et spécialisé dans la fixation de panneaux photovoltaïques. Ensemble, nous avons développé des systèmes communs et avons des avis techniques et des certifications sur lesquels nous nous appuyons dans le cadre de la commercialisation de nos membranes d'étanchéité et nos systèmes. Aujourd'hui, en France, nous avons un positionnement de challenger qui propose des solutions différenciantes.

Sur ce segment de marché, quels sont vos enjeux et vos perspectives de développement ?

Sous l'impulsion de la législation, dont la loi Énergie-Climat, le marché du photovoltaïque, et par extension le marché de la toiture terrasse, connaissent un très fort développement. Notre ambition est d'accompagner cette évolution réglementaire qui offre à IKO de belles opportunités de diversification, notamment la vente de fixations, de modules photovoltaïques...

Justement, sur ce segment, quelles sont vos forces et votre valeur ajoutée ?

IKO est reconnu pour le côté innovant de ses systèmes. On peut notamment parler de notre système Excel Solar pour lequel nous avons récemment obtenu des avis techniques. IKO est d'ailleurs, le seul acteur sur le marché à avoir obtenu des avis techniques pour des panneaux intégrés dans l'étanchéité et à destination de bâtiments existants. Alors que la transition énergétique s'accélère, IKO propose ainsi une solution légère et facile à mettre en place, particulièrement intéressante pour les maîtres d'œuvre et les propriétaires de bâtiments.

Contact :

Adresse du siège : 6 rue Laferrière - 75009 PARIS // Usines :
rue Joseph Coste - 59552 Couchelettes & ZI DU MOULIN -
Chemin départemental 7- 76410 Tourville-la-Rivière
Téléphone (standard) : 02 35 81 82 82
Mail : contact.france@iko.com
Site web : www.iko.fr





JRP STUDIO / ADOBE STOCK

puissance convenue. Sans compter les délais de changement des panneaux. « C'est une vraie galère car pendant ce temps, la centrale ne produit pas et ça coûte cher aux assureurs », ajoute-t-il.

MODULES RÉSISTANTS

À l'heure actuelle, les assureurs n'imposent pas un type de modèle de panneau résistant à la grêle. « Mais les principaux assureurs français majorent les primes d'assurance de 2 ou 3 % chaque année pour éviter de le faire en une seule fois », admet Gautier Claudinon. Les contrats d'assurance signés il y a plusieurs années lors de l'installation de grosses centrales sont aujourd'hui inadaptés aux prévisions des risques que font les actuaires. Pour cause, l'augmentation de la prise en compte du changement climatique et de ses conséquences. Aussi, « il y aura une majoration des franchises pour les développeurs situés dans des zones géographiques plus à risque », ajoute-t-il. Afin d'éviter les problèmes, les assureurs conseillent aux développeurs de constituer une petite réserve de modules, en cas de nécessité de remplacement.

Malgré les fortes inquiétudes de la filière, « il n'y a aucun repowering effectué pour renforcer les centrales existantes qui soit lié à la crainte de la grêle », constate Gautier Claudinon. Pour les projets en cours, les exploitants peuvent s'équiper de panneaux certifiés résistants à la grêle. La norme la plus répandue est la norme internationale appelée IEC 61215 (Commission électrotechnique internationale). Les panneaux sont soumis à différents



Les modules certifiés RG3 résistent à des grêlons de 30 mm de diamètre, ceux RG4 à des grêles de 40 mm et ne subissent aucun dommage.

tests « et la clause MQT17 de cette norme assure de la résistance à la grêle », explique Adrien Pellarin, responsable de la gamme Flash chez DualSun, fournisseur de panneaux photovoltaïques. Un certificat est délivré pour des grêlons de 25 millimètres de diamètre tombant à une vitesse 23 mètres par seconde. En complément, cette norme implique des tests à des tailles de grêlons supérieures, mais beaucoup de fabricants de panneaux se satisfont de 25 mm, le minimum exigé pour certifier un panneau.

CONJUGUER LES ENJEUX

Une autre norme dite Répertoire Grêle (RG), plus spécifique et très répandue en Europe, atteste aussi de la résistance à la grêle. Cinq laboratoires indépendants peuvent délivrer des certificats selon cette norme. Suivant la grosseur du grêlon auquel un module peut résister, la nomenclature « RG » sera suivie d'un chiffre². Un module certifié RG3 signifie par exemple qu'il résiste à des grêlons de 30 millimètres de diamètre tombant à 23,9 mètres par seconde. « Ce qui va jouer dans la résistance à la grêle, ça va être principalement l'épaisseur du verre en face

avant », explique Adrien Pellarin. Cependant, celui-ci doit être en adéquation avec le reste des composants du panneau. Il faut trouver le juste équilibre entre le poids, la résistance à l'humidité, la productivité et le coût.

La technologie des cellules TOPCon, privilégiée par DualSun et qui, selon le rapport 2024 de l'International Technology Roadmap for Photovoltaic (ITRPV), devrait représenter environ 50 % de part de marché cette année, est soumise à des risques de dégradation à l'humidité, selon les dires d'Adrien Pellarin. Pour éviter l'infiltration d'eau, certains fournisseurs optent pour des panneaux bi-verres, semi-trempés, constitués d'une surface de verre de deux millimètres d'épaisseur en face avant et en face arrière. « C'est le meilleur moyen de protéger nos cellules contre la corrosion liée à l'humidité », explique Adrien Pellarin. Cependant, la résistance à la grêle est limitée (RG3). Certains panneaux plus épais, de 3,2 mm par exemple et faits totalement en verre trempé, résistent mieux aux grosses grêles. Mais les modules sont plus lourds, car « les verres représentent environ les deux tiers du poids du panneau », ajoute-t-il. Ils sont plus compliqués à installer et cela peut poser des problèmes de sécurité de la main-d'œuvre. Une des solutions est d'opter pour un film polymère à l'arrière qui permettrait d'avoir

Augmenter la résistance à la grêle alourdit les modules, ce qui présente quelques inconvénients.

un verre de 3,2 millimètres à l'avant. Mais l'étanchéité du panneau est moindre. « Pour les cellules de technologie TOPCon, nous avons fait le choix pour 2024 de garder une structure bi-verre, qui a l'avantage de bien protéger les cellules contre l'humidité. Cependant, nous sommes conscients que la résistance à la grêle est moins bonne, admet Adrien Pellarin. Nous

faisons actuellement des tests pour passer la norme RG4 mais il faut plus d'épaisseur en face avant. » En termes de coûts, il n'y a pas de différence significative lors de la confection d'un panneau visant la norme RG3 ou RG4. À l'achat, le prix est quasiment identique également. « C'est surtout lorsqu'on passe à des panneaux RG5 qu'il augmente drastiquement, expose Maxime Adam. C'est comme si la base des panneaux devenait RG4. » Cette faible différence de prix a permis à l'agglomération de Vichy de remplacer les anciens panneaux non certifiés RG par des nouveaux certifiés RG4. Actuellement, « une partie de l'opinion pense qu'il vaut mieux ne rien faire et changer les panneaux photovoltaïques après les épisodes de grêle. Surtout qu'aujourd'hui un panneau solaire ce n'est pas cher, ça vaut 50 €, et c'est recyclable à 95 % », explique Daniel Mugnier. Mais cela pose tout de même des questions en termes de sobriété d'utilisation des ressources, un des piliers de la lutte contre le réchauffement climatique. ■

1. « Grosse » se réfère à des grêlons de plus de 2 centimètres de diamètre et « très grosse » pour des grêlons de plus de 5 centimètres de diamètre.
2. Le Répertoire de la protection contre la grêle distingue cinq classes de résistance à la grêle (RG). Les RG 1 à 5 se rapportent à des grêlons de diamètre 10 à 50 mm. La classification se réfère à l'absence de dommage.

res

LEADER INDÉPENDANT GLOBAL SERVICES ENR
Maintenance & Exploitation

EN FRANCE

1,4GW D'ACTIFS SOLAIRE ET STOCKAGE EN MAINTENANCE & EXPLOITATION
MAINTENANCE MULTI-MARQUES
FORT MAILLAGE TERRITORIAL
TOUS TYPES DE TECHNOLOGIES

Sol
Toiture
Ombrière
Agri-PV

PLUS DE 40 GW D'ACTIFS ENR EN EXPLOITATION OU MAINTENANCE DANS 24 PAYS

www.res-group.com/fr

Eolien Solaire Stockage Hydrogène vert Hydraulique



AU 30 JUIN 2024, SOUTENIR LES CLIENTS À TRAVERS LE MONDE

Expéditions
100 GW+

Énergie Générée
166,6 Milliards kWh

Réduction de Carbone
150 Millions de Tonnes

≈ Arbres Plantés
187,5 Millions



150kW C&I GRID-TIED PV INVERTER

S6-GC3P(125-200)K-ND

Retrouvez-nous à Energaia - Montpellier Stand N° B3 - B41 11-12 décembre 2024

Solis : les onduleurs solaires de demain



Laurent Marcilly,
directeur Technique des ventes
chez Solis

Fondée en 2005, la société Ginlong Technologies Co., Ltd., avec sa marque commerciale Solis, est le troisième fabricant mondial d'onduleurs photovoltaïques. En associant une chaîne d'approvisionnement mondiale à des capacités de R&D et de fabrication de niveau international, Ginlong adapte les onduleurs Solis à chaque marché régional. La gamme d'onduleurs solaires Solis utilise une technologie de chaîne innovante, garantissant une fiabilité de premier ordre validée par des certifications internationales. Entretien avec Laurent Marcilly, Directeur Technique des ventes chez Solis.

Un leader mondial sur le marché français
En tant que fournisseur mondial de solutions solaires et de stockage d'énergie, Solis apporte son expertise tout au long de la chaîne d'approvisionnement solaire. Pourtant, la marque est encore un outsider sur le marché français. « C'est le développement du photovoltaïque en France qui a fait que nous nous y sommes intéressés ».

En France, moins de 5 % des habitations sont équipées de panneaux solaires, contrairement à nos voisins européens. Solis entend s'imposer sur le marché français du photovoltaïque grâce à son savoir-faire unique et ses onduleurs solaires de qualité. « L'objectif de la France à l'horizon 2030 est d'arriver à 50GWde PV, aujourd'hui nous en sommes à une vingtaine ».

Une technologie de pointe

Pour réussir son pari, Solis lance une nouvelle gamme d'onduleurs hybrides, des onduleurs de stockage. « Nous arrivons avec des produits techniquement supérieurs et économiquement intéressants ». Solis est une entreprise solide capable d'investir et d'innover sans cesse en fabriquant des nouveaux produits régulièrement. « Tous nos onduleurs intègrent la détection d'arc, la gamme des hybrides est programmable en fonction de la tarification dynamique de l'énergie, permet de raccorder un groupe électrogène, une pompe à chaleur, de gérer un transfert de source automatique ou bien de prendre en compte une installation PV existante ». Puissants, innovants et techniques, les onduleurs solaires de Solis devraient rapidement s'imposer comme des produits incontournables.

La fiabilité : « le nerf de la guerre »

En s'appuyant sur sa renommée mondiale, Solis fabrique des produits de grande fiabilité. L'entreprise connaît ses forces, notamment grâce à l'efficacité de son service

après-vente. « Nous sommes réactifs », assure Laurent Marcilly. Dans un domaine de plus en plus concurrentiel, Solis sait tirer son épingle du jeu.

« Par rapport à la concurrence, le derating en température et en tension DC de nos onduleurs sont bien meilleurs. Plus il fait chaud, moins l'onduleur produit, certains commencent à déclasser à partir de 35 degrés. Or, cette température est facilement atteinte en période estivale, pour nos onduleurs le déclassement débute à partir de 45 degrés ».

L'entreprise sait s'entourer des meilleurs concepteurs pour ses produits. Elle fait le choix de n'utiliser que des composants électroniques de première qualité comme les transistors de puissance qui sont de marque allemande. « Nous avons également un positionnement unique sur la batterie. Nous avons décidé de ne pas proposer de batterie. Nos onduleurs sont compatibles avec plus d'une trentaine de marques permettant ainsi au client de choisir sa batterie en fonction de ses propres critères ».

Contact :

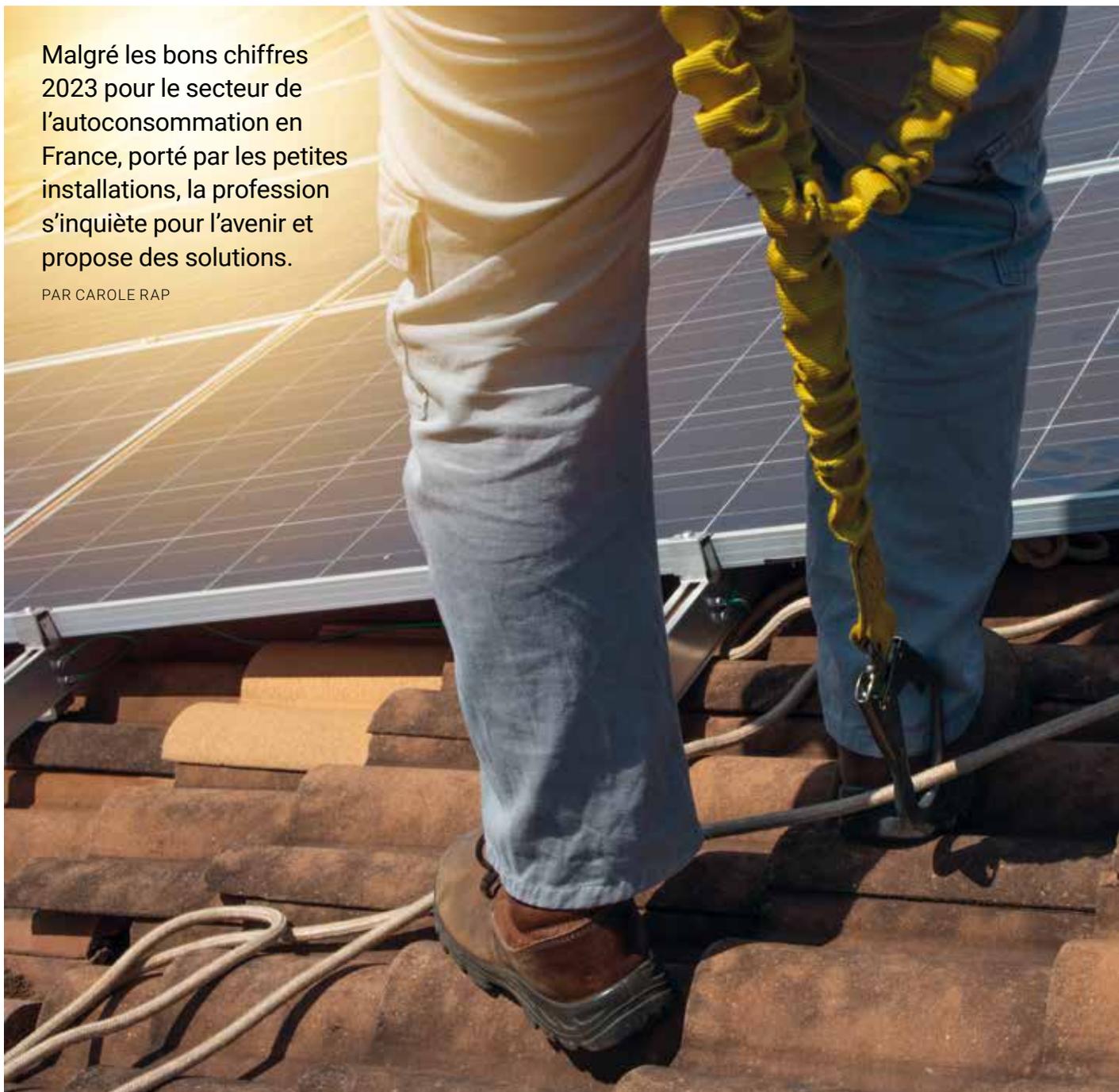
+33 971078736
FRservice@solisinverters.com
<https://www.solisinverters.com/fr>



Autoconsommation, comment garder le pied sur l'accélérateur ?

Malgré les bons chiffres 2023 pour le secteur de l'autoconsommation en France, porté par les petites installations, la profession s'inquiète pour l'avenir et propose des solutions.

PAR CAROLE RAP



« L'année 2023 est un excellent cru », se réjouit Richard Loyer, délégué général du syndicat d'énergie solaire Enerplan. Les chiffres, rendus accessibles en *open data* par le gestionnaire de réseau Enedis, illustrent la courbe exponentielle de l'autoconsommation dans l'Hexagone. Sur les 3 135 MW de panneaux photovoltaïques raccordés au réseau de distribution au cours de l'année 2023, plus du tiers est le fait de l'auto-



FREPIK

consommation, soit 1 122 MW. Cette accélération de l'autoconsommation est portée par les petits producteurs. Trois quarts des nouvelles installations (812 MW) font moins de 36 kW. À noter que les segments au-delà de 36 kW connaissent aussi de belles envolées, même si leur part relative totale reste faible (lire encadré).

Rapportées à la puissance totale installée en dix ans, ce sont surtout les centrales de très petite puissance, donc a priori sur les toitures résidentielles, qui tiennent le haut du pavé. Ainsi, celles de moins de 6 kW constituent 94 % du nombre des centrales en autoconsommation et 64 % de leur puissance totale. « La PPE avait fixé un objectif de 200 000 sites photovoltaïques en autoconsommation en 2023. Il a été largement dépassé puisque nous avons atteint près de 440 000 clients. De plus, 2023 a été une année historique, avec 200 000 installations raccordées en autoconsommation individuelle l'an dernier », souligne Hervé Lextraît, directeur du pôle transition énergétique d'Enedis. Pour les petites installations, l'injection totale a disparu des radars. Moins d'une centaine de centrales inférieures à 36 kW ont été raccordées sur ce mode en 2023.

RENTABILITÉ PLUS RAPIDE

Les raisons d'un tel engouement pour l'autoconsommation sont connues. Crise du marché de l'énergie, maturité de la filière photovoltaïque, contribution à la transition énergétique... mais aussi rentabilité à moyen terme pour les autoconsommateurs. « La rentabilité peut s'obtenir au bout de 10 à 15 ans, une durée qui dépend entre autres de la puissance et de la localisation géographique de l'installation et du taux d'autoconsommation. L'installation a un contrat d'achat des surplus par EDF Obligation d'achat (EDF OA) pendant 20 ans. Les modules ont une garantie de performance entre 25 et 30 ans. Il y a juste l'onduleur à remplacer au bout de 10 à 15 ans », rappelle Émilien Lassara, chargé de projets photovoltaïques chez Hespul. D'après Hervé Lextraît, Enedis a aussi contribué à ce succès. « Dès 2016 nous avons commencé à simplifier le raccordement en autoconsommation, notamment avec le compteur Linky qui permet que tout se fasse à distance, sans intervention technique. Avec l'aide de la CRE, nous avons également supprimé depuis 2018 les coûts de raccordement pour les installations en autoconsommation qui ne nécessitent pas d'augmentation de puissance en triphasé », rappelle le cadre d'Enedis. Une étude du cabinet Roland Berger publiée en décembre 2023 se montre également enthousiaste. Selon ses auteurs, le segment de l'autoconsommation

Croissance exponentielle hors secteur résidentiel

L'autoconsommation séduit de plus en plus les professionnels et les collectivités. Fin 2023, les installations de puissance supérieure à 36 kW totalisent 524 MW, soit près du quart des 2 256 MW d'autoconsommation raccordés en France. Ces 524 MW se répartissent entre 357 MW sur le réseau basse tension entre 36 et 250 kW, et 167 MW sur le réseau HTA (moyenne tension). Surtout, ils affichent une progression exponentielle. Ainsi la puissance raccordée en HTA a été multipliée par 2,5 l'an dernier. Celle du segment basse tension, allant de 100 à 250 kW, a tout simplement triplé, passant de 68 à 220 MW. Les centrales de plus de 36 kW seront-elles les moteurs de l'autoconsommation des prochaines années ?

CONCEPTEUR
FABRICANT
& CONSTRUCTEUR
DE SOLUTIONS
PHOTOVOLTAÏQUES



Des projets clé en main

- Présence multi-marchés
- Fabrication Française
- 15 ans d'expérience
- 35 000 m² d'ateliers

Retrouvez-nous au salon
EnerGaïa Hall B2 - Stand C18



GROUPE
LE TRIANGLE

www.le-triangle.fr

Le Groupe Le Triangle poursuit son ascension



Ludivine Courtot,
responsable communication
et marketing du groupe Le Triangle

Le groupe Le Triangle est une entreprise française qui conçoit, fabrique et construit des solutions photovoltaïques pour les agriculteurs, les industriels, les développeurs de projets solaires et le résidentiel. Le point avec Ludivine Courtot, responsable communication et marketing du groupe Le Triangle.

Quelles solutions proposez-vous concrètement ? Pouvez-vous me présenter le groupe ?

Gilles Deshayes, ancien exploitant agricole fait partie de ses hommes que rien n'arrête. Il fonde le Groupe Le Triangle en 1990 sur la base d'une innovation industrielle en charpente métallique. En 2009, il installe une centrale photovoltaïque de 750 kWc sur ses ateliers de production. L'initiative est un succès total et suscite une forte demande locale pour la conception de bâtiments agricoles couplés d'une solution photovoltaïque. Aujourd'hui, le groupe représente 15% du solaire en France sur ces marchés. Porté par la croissance significative du photovoltaïque, Le Triangle se fixe pour objectif ambitieux d'atteindre 1 milliard de chiffres d'affaires d'ici à 2030. Avec ses filiales, le groupe se positionne

sur différents marchés et différents produits : l'agriculture avec les bâtiments agricoles solaires (1500 par an), la rénovation de toiture et l'agrivoltaïsme, les GMS et industriels avec les ombrières de parking solaires et les développeurs de projets photovoltaïques avec des solutions plurielles.

“Porté par la croissance significative du marché, Le Triangle se fixe pour objectif ambitieux d'atteindre 1 milliard de chiffres d'affaires d'ici à 2030.”

Justement qu'est-ce que vous proposez aux développeurs de projets photovoltaïques ?

Grâce à notre filiale Triangle Horizon, nous sommes en mesure de proposer des solutions d'ombrières, de bâtiments et de champs solaires. Nos singularités reposent sur notre force industrielle avec des capacités

de volumes significatives et notre maîtrise de la phase construction. Nos délais sont optimisés puisque tout est internalisé. Notre positionnement premium assure un nombre d'interlocuteurs limité tout au long du projet. Nous favorisons des partenariats sur le long terme.

Vous participez au forum EnerGaïa les 11 et 12 décembre prochains ?

En effet, il s'agit pour le groupe d'une présence historique au premier salon à destination du photovoltaïque. Cette année nous organisons une conférence, suivie d'un cocktail, pour valoriser nos solutions à destination des développeurs de projet solaires.

Le Triangle en chiffres, cela donne quoi ?

350 millions de chiffres d'affaires avec une croissance ambitieuse de l'ordre du milliard d'ici à 2030, 850 collaborateurs, 200 embauches par an, 200 megawatts de solutions photovoltaïques montées par an et 1 GW de puissance cumulée. Ces chiffres sont significatifs et témoignent d'une belle réussite industrielle française et d'une contribution active au développement du photovoltaïque.

Contact :

+33 (0)2 54 23 39 95

www.le-triangle.fr Retrouvez-nous sur notre stand Energaïa : Hall B1 Stand A32





La prime à l'investissement a été fortement réduite au cours des douze derniers mois, limitant la rentabilité de l'autoconsommation.

individuelle en France devrait progresser de « 36 % par an pour atteindre 10,4 GW en 2028, porté par l'augmentation des tarifs de détail de l'électricité, une régulation favorable et la demande des consommateurs pour une énergie locale et verte ».

CHUTE DES PRIMES

Les professionnels du solaire sont moins optimistes. « Je suis inquiet pour le cru 2024, confie Richard Loyer. Le nouvel arrêté tarifaire est construit avec une dégressivité de la prime à l'investissement et du tarif d'achat du surplus ». La prime à l'investissement, aide substantielle pour les petits producteurs en autoconsommation, augmentait régulièrement depuis octobre 2021. L'arrêté du 22 décembre 2023, qui vient modifier l'arrêté tarifaire S21 du 6 octobre 2021, la réduit de manière rétroactive. Calculée selon la date de la demande complète de raccordement, elle a perdu plus d'un quart de sa valeur entre mai 2023 et janvier 2024. Pour les installations de moins de 3 kW, elle est ainsi passée de 510 € le kW entre mai et juillet 2023 à 370 € depuis le 1^{er} novembre 2023 jusqu'à fin janvier 2024. Chute aussi de la prime pour les installations d'une puissance entre 3 et 9 kW, de 380 € le kW en juillet 2023 à 280 € en janvier 2024. « La prime baissera encore probablement à partir du 1^{er} février. On réduit ainsi le pourcentage de Français qui vont pouvoir se payer du photovoltaïque », alerte le délégué général d'Enerplan. Exemple pour une installation de 3 kW : cela représente un manque à gagner de 420 € entre une demande de raccordement effectuée en juillet 2023 et l'autre en janvier 2024.

Pour le tarif de vente du surplus à EDF OA, la dégressivité est plus légère. Au 1^{er} novembre 2023, le tarif de rachat de l'électricité non consommée est ainsi passé de 13,39 € le kWh à 13 €/kWh pour toutes les installations inférieures ou égales à 9 kW. Soit moins d'une cinquantaine d'euros de manque à gagner sur l'année pour une toiture de 9 kW. Mais jusqu'où cette baisse va-t-elle se poursuivre ?

LIBÉRER L'AUTOCONSOMMATION

Pour tirer le marché vers le haut, la profession a des idées. En premier lieu, jouer sur la TVA. « Le segment résidentiel de moins de 3 kW se voit appliquer une TVA à 10 % pour la fourniture et la main-d'œuvre, alors

Les règles de la TVA sur l'autoconsommation constituent un frein pour la transition énergétique.

qu'elle est de 20 % pour les installations de plus de 3 kW. Cette règle pénalise les particuliers. Il faudrait une TVA à taux réduit jusqu'à 9 kW, voire 36 kW », demande Richard Loyer. « Ce seuil incite les gens à faire construire des installations ne dépassant pas 3 kW, alors qu'il faudrait davantage d'installations plus puissantes pour développer la transition énergétique », confirme Émilien Lassara de Hespul.

Deuxième proposition pour accélérer le marché : la simplification des démarches administratives. « La majorité des démarches concernent des projets simples sur toiture de

Bouchons chez EDF OA

La forte croissance du nombre de dossiers en autoconsommation a rallongé le temps d'instruction chez EDF OA, qui gère les demandes de contrat de vente du surplus et de versement de la prime à l'investissement. Des clients attendent entre 6 et 9 mois, voire plus, pour obtenir leur contrat et les aides qui sont liées. « C'est une calamité ! Ils ne sont pas assez nombreux, chez EDF OA, pour gérer cet afflux de dossiers. Il faut mettre fin au monopole d'EDF OA pour fluidifier le processus contractuel », relève Richard Loyer. Au sein de la filière, beaucoup verraient d'un bon œil que d'autres fournisseurs d'électricité puissent eux aussi être agréés pour gérer l'obligation d'achat des excédents.

Tarif vente du surplus (moins de 100 kW)

Tarif en c€/kWh, hors TVA	Puissance totale	du 01/11/2022 au 31/01/2023	du 01/02/2023 au 30/04/2023	du 01/05/2023 au 31/07/2023	du 01/08/2023 au 31/10/2023	du 01/11/2023 au 31/01/2024
	≤ 3 kW	12,53	13,13	13,39	13,39	13,00
≤ 9 kW	12,53	13,13	13,39	13,39	13,00	
≤ 36 kW	7,52	7,88	8,03	8,03	7,80	
≤ 100 kW	7,52	7,88	8,03	8,03	7,80	

Source : Photovoltaïque.info <https://vu.fr/Uxxau>

Prime d'investissement pour l'autoconsommation (moins de 100 kW)

Prime en €/Wc	Puissance totale	du 01/11/2022 au 31/01/2023	du 01/02/2023 au 30/04/2023	du 01/05/2023 au 31/07/2023	du 01/08/2023 au 31/10/2023	du 01/11/2023 au 31/01/2024
	≤ 3 kW	0,48	0,50	0,51	0,44	0,37
≤ 9 kW	0,36	0,37	0,38	0,33	0,28	
≤ 36 kW	0,20	0,21	0,21	0,21	0,20	
≤ 100 kW	0,10	0,11	0,11	0,11	0,10	

Source : Photovoltaïque.info <https://vu.fr/aoCKR>

maison. Une validation rapide pourrait suffire », assure Émilien Lassara, qui appelle à un guichet unique numérisé pour centraliser les demandes. Par exemple, « l'autorisation d'urbanisme hors zone de patrimoine protégé mériterait d'être simplifiée¹. En général, les dossiers sont montés par les installateurs, cela leur prend du temps, qu'ils facturent en retour à leurs clients », explique le chargé de projets de Hespul.

Autre risque de ralentissement du marché : voir l'image du secteur ternie par les agissements d'opérateurs peu scrupuleux, qui gonflent les prix ou n'honorent pas les demandes de service après vente. Pour cela, deux conseils. Un, avoir une notion des prix justes. Selon Enerplan, il faut compter de 2 000 € à 3 000 € maximum le kW installé, pose comprise. Hespul donne les mêmes ordres de grandeur : de 7 500 à 9 000 € TTC pour une installation de 3 kW et de 18 000 à 20 000 € TTC pour du 9 kW. Le taux d'autoconsommation est variable, de 20 à 40 % des besoins selon la taille de l'installation (lire p. 26), celle du bâtiment, le type de chauffage (électrique ou non), la présence d'un climatiseur, etc. Deuxième conseil, faire réaliser plusieurs devis, en n'hésitant pas à contacter des artisans locaux labellisés RGE (reconnu garant de l'environnement), qui peuvent se révéler plus concurrentiels que les offres clés en main des grands énergéticiens. À ces conditions, l'autoconsommation en France pourrait représenter un marché de plusieurs GW par an. ■

1. Autorisation d'urbanisme à déposer en mairie : déclaration préalable de travaux pour la pose de panneaux solaires d'une puissance inférieure à 3 kW et d'une hauteur au-dessus du sol dépassant 1,80 m, ainsi que pour toute installation photovoltaïque de 3 kW à 1 000 kW.



Connecting Strength

K2 Carport - grande flexibilité pour un minimum d'efforts

- Le système avec colonnes centrales facilite le stationnement
- Installations avec ou sans couverture en tôle trapézoïdale
- Disposition modulaire : orientation simple ou double possibles en 3 lignes portrait



k2-systems.com

Mersen, la réponse aux nouveaux défis technologiques



© Mersen
Corentin Lavenas,
chef de produit fusibles
et appareillages DIN

Présent dans 33 pays avec plus de 50 sites industriels et 18 centres de R&D, Mersen développe des solutions sur mesure et fournit des produits clés à ses clients pour répondre aux nouveaux défis technologiques qui façonneront le monde de demain. Rencontre avec Corentin Lavenas, chef de produit fusibles et appareillages DIN.

Pouvez-vous me présenter Mersen ?

Avec plus de 135 ans d'expérience, Mersen est un expert mondial de l'énergie électrique et des matériaux avancés pour les industries de haute technologie.

Aujourd'hui, cette société cotée en bourse a réalisé en 2023 un chiffre d'affaires d'1,2 milliard d'euros, dont 56 % proviennent de l'orientation stratégique vers les marchés du développement durable. Présent en Amérique, Europe et Asie avec 7350 salariés, le groupe propose une large gamme de solutions dans le domaine des matériaux composites à base de carbone, de la protection et du contrôle électriques, ainsi que pour les applications de gestion de l'énergie.

Cela comprend la protection contre les surtensions, les courts-circuits et les surcharges qui peuvent endommager les équipements et impacter la sécurité des personnes, ainsi que les solutions pour l'accompagnement des semi-conducteurs d'électronique de puissance (refroidissement, bus bars, condensateurs de puissance, fusibles ultra-rapides).

Quel est votre cœur de métier ?

Parmi les métiers historiques chez nous, il y a les fusibles et l'appareillage fusible. Ces technologies touchent à la protection contre les surcharges et les courts circuits dans les réseaux électriques, pour tous types d'applications.

Nos fusibles ont pour ambition de répondre aux nouvelles normes et applications, nécessitant, entre autres, une performance augmentée, une technologie en courant continu (DC) plutôt qu'en courant alternatif (AC), avec des solutions fusibles plus fiables pour permettre d'interrompre des courants de surcharge.

S'agissant de l'appareillage fusible, nos développements s'orientent également vers la surveillance et la gestion de l'énergie dans les réseaux. L'objectif ? Être informé de l'état du système électrique afin d'anticiper les besoins de maintenance et prévenir les dysfonctionnements.

Quelles sont vos dernières avancées ?

Notre offre 800 volts AC que nous présenterons au forum EnerGaïa (11-12 décembre à Montpellier, stand B4-B45). Cette solution complète (fusibles, interrupteurs-sectionneurs, parafoudres) a été spécialement conçue et développée pour les applications solaires photovoltaïques.

Elle fournit un système complet de protection par fusibles pour les boîtes de jonction du côté AC des nouveaux onduleurs onduleurs de branche avec une tension de fonctionnement de 800VAC.

Elle a été développée pour protéger sur l'ensemble du spectre de tension, pour interrompre les surcharges et les défauts de court-circuit jusqu'à leur pouvoir de coupure. Cette solution intéresse particulièrement les installateurs de systèmes photovoltaïques et les tableaux qui travaillent pour des projets de grande ampleur (fermes solaires), lesquels utilisent des string inverter : lorsque l'on augmente la tension (traditionnellement 690VAC à 800VAC), à puissance équivalente, nous réduisons le courant donc les sections de câble nécessaires et par là même les coûts d'installation.

Comment répondez-vous à l'évolution des besoins en matière de protection électrique ?

Pour répondre à l'évolution des besoins en matière de protection électrique, notre stratégie de développement repose sur trois axes : des systèmes avec des niveaux de tension augmentés, des solutions pour mesurer et anticiper l'énergie qui transite à travers nos produits, et des technologies de protection pour accompagner la transition du courant alternatif au courant continu dans les prochaines années.

Contact Presse :

Amel Karim
Attachée de presse
Infocom Industrie
Tel.: +33 (0)4 72 33 65 98
Email: amel.karim@infocom-industrie.fr



Interrupteur-sectionneur à fusible NH Mersen ProGrid.

MERSEN

**SOLUTION
COMPLÈTE
POUR ONDULEURS
1500V DC / 800V AC**



Fusibles NH 800V AC
jusqu'à 400A
Fusible NH type gR et gS



ProGrid 800V AC
Interrupteur-sectionneurs
fusibles NH



Multibloc® 800V AC
Interrupteur-sectionneurs
fusibles NH

Conception spécifique pour répondre aux exigences de protection et de distribution des réseaux électriques du côté AC des nouveaux onduleurs de branche. Mersen fournit des fusibles acceptés dans le monde entier, quelle que soit la zone d'installation.

PROTECTION
RENFORCÉE POUR
LES SYSTÈMES
PHOTOVOLTAÏQUES

RETROUVEZ-NOUS
LORS DU SALON
ENERGAIA

MONTPELLIER
11-12 DÉCEMBRE
HALL B4, STAND B45

Photovoltaïque en copropriété :



Une copropriété de Montpellier a été pionnière en installant dès 2010 une centrale solaire de 12,6 kW sur son toit.

des solutions émergent



ALECMONTELLIER

Les copropriétés dotées de centrales photovoltaïques sont encore rares, mais peut-être plus pour longtemps. Différents acteurs s'efforcent de lever les contraintes administratives, financières et techniques pesant sur ce secteur. PAR CAROLE RAP

Des copropriétés équipées d'installations photovoltaïques, il en existe, mais il faut bien les chercher. À Montpellier, une résidence des années 1950 composée de seize logements fait figure de précurseur. Depuis 2010, une centrale solaire de 12,6 kW en toiture produit des électrons injectés sur le réseau dans le cadre d'un contrat de revente totale auprès d'EDF OA. À l'époque, le tarif d'achat était de 60 cts le kWh, générant des revenus estimés à 9 900 € par an pour un investissement total de 78 000 €. De plus, le projet avait bénéficié d'aides globales et d'un crédit d'impôt par logement, ce qui l'avait rendu particulièrement rentable. Les copropriétaires n'avaient déboursé que 2 200 € par lot. Pas étonnant que les travaux aient été votés à l'unanimité ! Au moins ont-ils eu le mérite de défricher le terrain.

TIERS INVESTISSEMENT

Depuis, le tarif d'achat a chuté, entre 12 et 14 cts le kWh actuellement selon la puissance. Les aides pour ce type de projet se sont tariées. Et même si les coûts d'installation ont baissé, le temps de retour sur investissement pour une centrale en vente totale est devenu moins séduisant. Il faut compter entre dix et vingt ans en fonction de la capacité installée, un peu long pour motiver des copropriétaires à se lancer dans des démarches souvent fastidieuses. « *La solution la plus facile est de louer le toit à un opérateur qui prend tout en charge (études, installation, entretien) et verse à la copropriété un petit loyer d'environ 5 % des revenus de la production* », indique Christophe Levrel, expert pour Arc Services, l'association des responsables de copropriétés, qui finalise un guide sur le photovoltaïque en copropriété. L'Agglomération du Grand Anancy a choisi d'accompagner ce type de solution, le tiers investissement, en finançant une part des études et des travaux préalables (lire encadré p. 36).

Un second modèle économique attire de plus en plus les copropriétés existantes : l'autoconsommation individuelle pour les parties communes. « *C'est intéressant pour des copropriétés qui ont des consommations électriques permanentes, comme des VMC et une boucle de maintien en température de l'eau chaude sanitaire, produite par d'autres sources d'énergie* », explique Christophe Levrel. « *Il s'agit de petites installations, avec des gains générés faibles, mais un temps de retour sur investissement de moins de dix ans. Et plus le prix de l'électricité augmente, plus elles se rentabilisent rapidement* », précise un chargé de mission de l'équipe copropriétés de l'Agence locale de l'énergie et du climat (Alec) de Montpellier. Attention cependant à ne pas surdimensionner la centrale par une surévaluation

Entre taxes et complexité de gestion, l'autoconsommation collective est peu attrayante en copropriété.



des besoins. Du photovoltaïque pour alimenter l'éclairage, actionné le plus souvent quand il n'y a pas de soleil, et l'ascenseur, utilisé surtout le matin et le soir, n'a pas d'intérêt. Quant à ajouter des batteries, « ce n'est pas une bonne idée pour une copropriété, car même si les prix baissent, cela rajoute un investissement supplémentaire, pour une rentabilisation longue », estime Daniel Mugnier du bureau d'études Planair, spécialisé en énergie photovoltaïque et administrateur d'Observ'ER.

PARTIES COMMUNES

À Meylan dans l'Isère, une copropriété de soixante logements étudie depuis 2022 une solution en autoconsommation individuelle. Elle a pour atout d'être une résidence aisée et occupée essentiellement par les propriétaires eux-mêmes, « globalement favorables au projet, avec des réactions allant de l'enthousiasme à la neutralité et sans réelle opposition », décrit James Crowley, membre du conseil syndical et moteur du projet. Elle pourrait accueillir des panneaux sur les toits plats des trois immeubles dont elle est composée. La partie commune de chaque bâtiment consomme environ 22 MWh d'électricité par an pour l'éclairage, la VMC, l'ascenseur, la circulation d'eau pour le chauffage collectif (au gaz) et autres usages. Le conseil syndical, aidé par le syndic Citya, a convaincu les résidents de faire réaliser une analyse par un cabinet d'expertise. Effectuée en 2023, l'étude « prévoyait l'installation sur chaque bâtiment de 36 panneaux délivrant 14,9 kW, pour un coût d'environ 30 000 €, un taux d'autoconsommation de 74 % et

La résidence Alcyone de La Rochelle, du promoteur Eden Promotion, est équipée d'une installation en autoconsommation individuelle.

un temps de retour actualisé d'environ douze ans », explique James Crowley. Mais vu le coût, il préfère temporiser, en attendant que celui-ci baisse « grâce à la réduction du prix des panneaux et des infrastructures associées ».

Troisième modèle économique, l'autoconsommation collective. Rares sont les « copro » qui se sont lancées. Les contraintes administratives sont plus lourdes : création d'une personne morale organisatrice (PMO), définition de clés de répartition pour savoir quelle part d'électricité solaire est vendue à qui. De plus, à la différence de l'autoconsommation individuelle, l'autoconsommation collective est considérée comme une vente d'énergie. Elle est ainsi soumise à plusieurs taxes, TVA, droit d'accise sur l'électricité et taxe d'utilisation du réseau (Turpe), qui augmentent le temps de retour sur

Le Grand Ancey aide la solarisation des copropriétés

Depuis 2023, l'agglomération du Grand Ancey a mis en place un dispositif unique en France pour les copropriétés. En échange de la mise à disposition des toitures auprès d'un tiers investisseur, la collectivité subventionne plusieurs actions, qui sans cela seraient autant de freins à la solarisation. « Le Grand Ancey prend en charge les études d'opportunité, de

structure et de raccordement, ainsi que tous les travaux induits par la pose de panneaux photovoltaïques : réfection de l'étanchéité, renforcement de la structure, sécurisation de la toiture, isolation, dans une limite de 50 000 € calculée à hauteur de 300 € par kWc et par bâtiment. Elle verse aussi une prime de 400 € par logement pour financer un projet

pour la copropriété en faveur de la transition écologique », explique Julie Theillay, chargée de mission énergie au sein du Grand Ancey. Le tiers investisseur sélectionné pour installer et exploiter pendant vingt ans la centrale en revente totale est une coopérative citoyenne locale, La Solaire du Lac. Quatre copropriétés ont déjà lancé une étude d'opportunité.

investissement. En général, les copropriétés ne bénéficient pas d'aides spécifiques mais simplement du cadre national : une prime à l'investissement ainsi que l'obligation d'achat, en fonction de la puissance et selon des tarifs qui évoluent chaque trimestre, pour toute opération d'autoconsommation avec vente du surplus. Et une TVA de 10 % au lieu de 20 % pour les installations de moins de 3 kW par logement.

PROMOTEUR DE SOLAIRE

Dans le neuf, cela semble plus simple. Le promoteur Eden Promotion, basé à La Rochelle, a commencé par équiper les toitures de ses programmes immobiliers de panneaux photovoltaïques en faisant le choix de la vente totale et tout en restant propriétaire des centrales. Il s'est ensuite orienté vers l'autoconsommation individuelle. La résidence Alcyone, qu'il a livrée il y a un an au nord de La Rochelle, est équipée de modules en toiture. Ils alimentent les ascenseurs, la ventilation, l'éclairage des parties communes ainsi que le maintien en température de

L'installation du solaire dans les copropriétés neuves est plus simple, mais mieux vaut se faire accompagner.

Du solaire par majorité simple

Les modalités de décisions prises en copropriété sont régies par la loi n° 65-557 du 10 juillet 1965. La loi Aper (Accélération de la production d'énergie renouvelable) du 10 mars 2023 les a assouplies. Désormais, la décision d'installer des ouvrages de production d'énergie solaire photovoltaïque et thermique sur les toits, les façades et les garde-corps, est prise à la majorité simple et non plus absolue. Il s'agit de la majorité des voix exprimées des copropriétaires présents, représentés ou ayant voté par correspondance. Par ailleurs, la loi Aper impose aux parcs de stationnement extérieurs d'être équipés, sur au moins la moitié de leur superficie, d'ombrières intégrant un procédé de production d'énergies renouvelables. Cette disposition s'applique à partir du 1^{er} juillet 2026 pour les parcs privés dont la superficie est égale ou supérieure à 10 000 m², et au 1^{er} juillet 2028 pour ceux de plus de 1 500 m².

ballons, dont l'eau est chauffée par une chaudière bois. Eden Promotion cherche maintenant à proposer de l'autoconsommation collective sur ses projets en construction. Mais il doit défricher les complexités juridiques d'un tel montage. Un défi encore plus difficile pour un conseil syndical composé de copropriétaires bénévoles. « *Mon conseil pour une copropriété qui n'a pas le savoir-faire en interne, c'est de se faire accompagner par un assistant à maîtrise d'ouvrage (AMO)* », souligne Christophe Levrel d'ARC Services. Et de se retrousser les manches. ■





Un PPA solaire pour les entreprises multisites

Des sociétés disposant d'un parc bâti important réfléchissent à installer du photovoltaïque sur un site A dont l'électricité sera consommée en partie sur un site B, via un PPA multisite. La solution est pour le moment assez rare, mais pourrait se déployer dans les années à venir. PAR CLAIRE BAUDIFFIER

Les PPA – *power purchase agreements* –, ou contrats de gré à gré, on commence à connaître. Ce sont des contrats d'achat d'énergie, ici solaire, entre deux professionnels. Le premier est le vendeur : il dispose d'une centrale solaire et est donc producteur d'électricité renouvelable. Le second est l'acheteur, consommateur avec de gros besoins. Il sécurise ainsi son approvisionnement via un tarif connu, sur une durée plus longue que ce que le marché permet et avec une électricité certifiée renouvelable (garanties d'origine). Ces contrats d'achat souvent signés sur une durée oscillant entre quinze et vingt-cinq ans ont permis à un certain nombre de centrales solaires de voir le jour ces dernières années, s'extrayant des mécanismes étatiques de soutien.

DEAL AVEC LE FOURNISSEUR

Une déclinaison de ces PPA est en train de naître. On les appelle les PPA multisites ou intra-entreprises. Daniel Mugnier, directeur délégué Solaire et innovation à Planair, qui conçoit et planifie des projets énergétiques, explique : « Les PPA "classiques" étaient dans les premières années réservés aux gros industriels, puisque pour être rentable il fallait proposer un volume très important en tant que producteur, et avoir des sites très consommateurs d'électricité côté acheteur. Mais le contexte économique



Le fabricant d'emballages SC Pack (photo ci-dessus) envisage la conclusion d'un PPA multisite pour approvisionner en électricité solaire ses unités de production.

depuis deux ans a changé : les PME et ETI ont vu leur approvisionnement d'électricité se tendre, donc l'idée de mettre fin à la variabilité de la facture d'électricité est apparue. Le tout a été de pair avec le fait que les coûts d'installation d'une toiture solaire ont baissé. »

Alors certaines entreprises sont en train de se demander : pourquoi ne pas installer des panneaux solaires sur l'un de mes sites pour revendre la production à un autre de mes bâtiments ? Comment ? « En France, ce sont les fournisseurs qui vendent l'électricité. Donc pour ce genre de modèle, des agrégateurs vont acheter l'intégralité de la production à l'entreprise et lui revendre via un deal en parallèle avec le fournisseur officiel de ladite entreprise. C'est la programmation d'échanges de bloc (PEB) : l'agrégateur prévoit précisément la fourniture qui va être disponible et la communique au fournisseur. Cela n'est finalement pas très complexe avec le photovoltaïque, qui est hautement prévisible », poursuit Daniel Mugnier.

ELMY SE LANCE

Problème : le fournisseur peut refuser ce mix entre une énergie solaire « venue d'ailleurs » et sa fourniture propre. Ce qui semble être la situation pour le moment dans un certain nombre de cas. Précisément pour les PME et les ETI.

Car les volumes peuvent être considérés trop faibles par les « grands » fournisseurs (Engie, EDF...), dont certains sont aussi agrégateurs.

Mais de plus petits groupes se lancent. En France, Elmy est ainsi producteur, fournisseur (d'environ 3000 PME sur le territoire) et agrégateur d'électricité verte. « Nous travaillons sur ce type de contractualisation en ce moment. Le cas le plus simple et idéal, c'est une entreprise avec plusieurs sites. Le site A autoconsomme une partie de sa production et va réaffecter le surplus au site B, qui lui n'a pas de production solaire, développe Benjamin du Peloux, PPA Originator chez Elmy (c'est-à-dire celui qui crée, monte et coordonne les PPA), qui s'adresse notamment au segment des PME et ETI. La notion clé ici, c'est de solariser les toitures au maximum de leur capacité. Avant, cela était lié à un optimum économique lié au cahier des charges des appels d'offres de la Commission de régulation de l'énergie. Là, dans un marché libre, l'entreprise, si elle a suffisamment de consommation [c'est le cas dans l'exemple ci-dessus sur son site B, ndlr] aura une production à coût fixe¹, donc cela permet de dérisquer une partie du budget électricité d'une entreprise. »

SOLUTION COMPÉTITIVE

Selon Benjamin du Peloux, vu les prix actuels du marché, la solution est compétitive. « L'autoconsommation est plus intéressante en termes de prix. C'est pour cette raison que dans ce genre de montage, nous conseillons au client d'avoir au moins une partie de la production qu'il puisse directement consommer sur site. On sera là, pour du photovoltaïque en toiture, autour de 40 € du MWh, pour des installations de quelques MW, sans aucun coût supplémentaire, puis entre 60 et 80 € du MWh pour une vente de surplus entre sites, qui comprend en sus le coût de l'agrégateur, et enfin plutôt entre 80 et 100 € le MWh pour une revente hors sites [achat d'électricité via un PPA « classique », ndlr], qui comprend à la fois le coût de l'agrégateur et celui du fournisseur. »

Sol R'way
l'énergie solaire par câble

POMA



SAVOIR-FAIRE FRANÇAIS

POMA : allier innovation et énergies renouvelables



Mathieu Babaz,
responsable de la prospective
et de l'innovation durable chez POMA

Présent dans 90 pays, à travers ses filiales et implantations, POMA leader sur le marché du transport par câble, est actif sur tous les continents. Fin 2024, le groupe dévoile sa nouvelle solution innovante, baptisée Sol R'way, permettant de suspendre des panneaux photovoltaïques à des câbles. L'expertise technique en faveur d'un moindre impact environnemental, telle est la promesse de POMA. Entretien avec Mathieu Babaz, responsable de la prospective et de l'innovation durable chez POMA.

De la montagne aux panneaux solaires Historiquement, Poma est un acteur du monde de la montagne qui s'est diversifié au tourisme, aux attractions (ex : grandes roues) et au transport de matériaux. Depuis vingt ans, le groupe s'est aussi spécialisé dans la mobilité urbaine décarbonée. A la fois concepteur et fabricant avec plusieurs sites de production, l'offre de POMA s'étend de l'installation de ses appareils à l'exploitation, la maintenance et le démantèlement. Rapidement, POMA s'est intéressé à l'impact carbone de ses installations de transport par câble et a lancé la démarche LIFE R'way.

LIFE R'way (Low Impact for Environment Ropeway) Le groupe affiche sa volonté de décarboner ses projets en capitalisant sur son savoir-faire historique. « Dans le sens de cet engagement, nous avons la volonté de produire de l'énergie électrique décarbonée », rapporte Mathieu Babaz. Il y a une dizaine d'années, l'entreprise a mis les pieds dans le monde de l'énergie avec l'éolien.

Sol R'way : l'énergie photovoltaïque autrement La technologie qui utilise des câbles pour porter des panneaux photovoltaïques existe depuis 2008. « C'est une société de notre groupe qui a déposé des brevets à l'époque ». Entre 2008 et 2011, trois installations ont été construites qui fonctionnent toujours. « Nous avons plus de 15 ans de retours d'expérience. Nous avons pu réutiliser nos compétences sur la solution Sol R'way ». Les panneaux photovoltaïques sont portés par des câbles. La première innovation de Sol R'way repose sur le franchissement. « Nous sommes capable d'installer des panneaux photovoltaïques en l'air, pour faire des ombrières avec des distances de 50 mètres entre appuis ». Cela permet d'avoir un très faible impact environnemental au sol et un bilan carbone réduit sur l'ensemble du cycle de vie de l'ombrière.

Tracking

POMA a également intégré une fonction de tracking à sa solution, permettant d'optimiser la production d'énergie et la production agronomique pour l'agrivoltaïsme. Cette fonction protège le sol des effets du changement climatique (sécheresse, grêle, gel) tout en réduisant la consommation d'eau des cultures. Pour faire pivoter les panneaux, POMA utilise un câble qui les relie. Il suffit de tirer sur ce câble pour orienter l'ensemble des panneaux. « D'autres solutions de tracking fonctionnent avec beaucoup de moteurs. Nous n'utilisons qu'un seul moteur capable d'orienter des centaines de panneaux. De plus, le tracking permet de produire 20 à 35% d'énergie supplémentaire par rapport à une solution sans tracking ». Le groupe a fait le choix d'installer une ombrière photovoltaïque sur le parking de l'entreprise. L'objectif est d'en faire un démonstrateur, une vitrine pour les clients.

Contact :

Mathieu BABAZ
Responsable Prospective & Innovation Durable
Head of Prospective & Sustainable Innovation
+33 (0)6 46 66 11 98 / +33 (0)4 76 28 71 42
mathieu.babaz@poma.net



Mais ce genre de modèle ne va-t-il pas inquiéter les banques, du fait que producteur et acheteur soient une unique entité? « *Je ne pense pas, au contraire. Les PPA "classiques", où consommateur et producteur sont distincts, ont eux un financement bancaire qui vient contraindre plus fortement le contrat pour gérer les risques, mais là, ce sera plus simple* », estime Benjamin du Peloux, d'Elmy. Il ajoute: « *Aujourd'hui, le contexte de prix baissier sur le marché de l'électricité peut avoir tendance à atténuer l'engouement pour les PPA, car l'acheteur peut sécuriser son budget d'électricité pour un coût plus faible qu'avec le PPA, mais sur une durée plus courte.* » Au-delà de cette stratégie d'approvisionnement, Benjamin du Peloux pense que les PPA multisites vont se démocratiser dans les années à venir, à mesure aussi que les contrats des entreprises avec leur fournisseur vont arriver à leur terme. « *Les clients auront alors un moyen de pression pour que leur fournisseur accepte ce partage des sources d'énergie puisqu'ils pourront le quitter. Les fournisseurs auront donc tendance à accepter* », abonde Daniel Mugnier.

D'ANGERS À SENS

La société SC Pack est en train de réfléchir à la mise en place d'un PPA multisite. Fabricant et distributeur d'emballages (bouteilles de vin, flacons cosmétiques...), elle dispose de trois usines de production très consommatrices d'électricité à Sens (Yonne) et Narbonne (Aude), ainsi que 18 sites de distribution répartis un peu partout sur le territoire. « *Notre idée est donc d'installer des panneaux solaires sur des sites de distribution, qui ont peu de consommation, et de revendre l'électricité à nos sites de production, sur lesquels nous ne pouvons pas installer les centrales directement, puisque la charpente des toitures ne le permet pas* », explique Gildas Cornic, directeur industriel de SC Pack. Concrètement, pour le moment, l'ambition est de mettre deux centrales solaires – 5 000 m² de panneaux au total, deux centrales de 250 kW chacune – sur les toitures du site d'Angers (Maine-et-Loire). L'une serait en partie en autoconsommation et le surplus en revente pour le site de Sens. L'autre toiture serait en revente totale, également pour le site de Sens, distant de presque 400 km. La production devrait atteindre 500 MWh

par an. L'une des usines vers laquelle elle serait fléchée affiche une consommation annuelle de 17 GWh.

SC Pack est donc en cours de réflexion avec un agrégateur, qui achèterait l'électricité produite par les deux centrales et la mettrait à disposition du fournisseur sur l'usine consommatrice, moyennant une commission. Elle est aussi en discussion avec son fournisseur historique sur le sujet. Trois solutions pour ce dernier: décider de tout prendre en charge – agrégation et fourniture –, accepter de travailler avec l'agrégateur et d'inclure la fourniture dans le contrat, ou refuser ces deux scénarios. Ce qui pourrait à terme inciter SC Pack, à la fin du contrat, à le quitter.

« *Nos premiers calculs nous permettent de dire que ce PPA multisite sera rentable, puisqu'on parviendrait à un coût autour de 70 €/MWh, en prenant en compte l'investissement (environ 350 000 €) et la commission pour l'agrégateur, soit bien moins que le prix de notre fourniture, qui tourne plutôt autour de 120 €/MWh* », poursuit Gildas Cornic. Pour le dirigeant, le projet présente un vrai intérêt économique et s'insère aussi parfaitement dans une démarche vertueuse de responsabilité sociétale de son entreprise. Il est par ailleurs tout à fait confiant sur la capacité de sa société à trouver des financements pour ce type de projet. ■

1. En divisant l'investissement par le nombre d'années, le coût de l'électron sorti de la centrale est figé.



Les PPA multisites devraient se démocratiser, à mesure que les contrats de fourniture d'électricité classique des entreprises arrivent à leur terme.

LES HORS-SÉRIES PHOTOVOLTAÏQUES

Pour comprendre les avancées du photovoltaïque

Dans chaque numéro, un tour d'horizon complet des innovations de la filière et une somme d'arguments contre les idées fausses sur l'énergie solaire.



EN VENTE SUR
LIBRAIRIE-ENERGIES-RENOUVELABLES.ORG

VDN

Ensemble
construisons
le mix énergétique
de demain

VDN est une entreprise française dédiée au développement, à la construction et à l'exploitation de projets éoliens et solaires.

Filiale du groupe allemand LOSCON GmbH, spécialiste des énergies renouvelables depuis 25 ans, nous offrons des solutions innovantes et durables pour un avenir énergétique propre.

Grâce à des études cartographiques approfondies, nous identifions les opportunités locales et proposons des installations adaptées pour remplacer les énergies fossiles.

NOS MÉTIERS



Développement
Parcs éoliens



Développement
Parcs solaires



Solutions
agrivoltaïques



**RETROUVEZ-NOUS
HALL B3 STAND C10**

Nantes

Asnières-sur-Seine

Montpellier

Chez VDN, chaque projet d'agrivoltaïsme est unique !



William Bailly,

Responsable développement Sud

Entreprise à taille humaine spécialisée dans le développement de projets photovoltaïques (PV) et éoliens, VDN renforce son positionnement dans le domaine de l'agrivoltaïsme en France. William Bailly, Responsable développement Sud, nous en dit plus.

Quel est votre positionnement dans le domaine des EnR ?

Acteur engagé dans la valorisation des territoires ruraux qui capitalise sur une expérience de plus de 10 ans auprès des collectivités et des propriétaires terriens, VDN déploie sur les territoires des solutions d'énergie éolienne et solaire. Aujourd'hui, VDN a déjà construit et mis en service 170 MW de parcs éoliens et développe 300 MW de parcs PV et 300 MW de parcs éoliens.

Que proposez-vous en matière de PV ?

Nous avons une expertise reconnue dans la valorisation de terrains en friche et de sites dégradés, une alternative foncière très intéressante et sans impact pour le paysage. Aujourd'hui, VDN a fait le choix de concentrer son développement sur l'agrivoltaïsme qui associe la production d'énergie verte au développement d'activités agricoles.

Quelles sont votre vision et votre proposition de valeur en matière d'agrivoltaïsme ?

L'agrivoltaïsme est la parfaite symbiose entre l'énergie et l'agriculture. Elle concilie sur une même parcelle l'optimisation de la production agricole et la production d'énergie solaire. Les panneaux photovoltaïques contribuent à créer des conditions favorables à la préservation et à la diversification de certaines cultures, mais participent aussi à l'amélioration du bien-être animal. Enfin, cette stratégie aussi permet aux propriétaires de générer un complément de revenus et d'accroître la valeur de leurs

fonciers sur des durées moyennes de 30 ans.

“VDN a fait le choix de concentrer son développement sur l'agrivoltaïsme.”

Pourquoi l'agrivoltaïsme est-il particulièrement adapté aux jeunes exploitants agricoles ?

Dans un contexte où le marché agricole est relativement incertain et subit de nombreuses variations, notamment saisonnières, l'agrivoltaïsme

va leur permettre de sécuriser un gain financier stable grâce à la vente de l'énergie produite. Cela leur permet aussi de moderniser leur exploitation, d'intégrer pleinement la transition énergétique dans leur mode de production et, in fine, de s'inscrire dans la promotion d'une agriculture performante, durable et pérenne.

Comment les accompagnez-vous ? En quoi votre approche est-elle différenciante ?

Nous avons à cœur d'établir un vrai lien de confiance et de proximité avec les agriculteurs qui ont très souvent des contraintes financières, techniques ou particulières. Entreprise à taille humaine, VDN met un point d'honneur à assurer un suivi rigoureux et à faire preuve d'une très grande réactivité. Cela nous permet aussi de leur apporter un accompagnement personnalisé et pragmatique ancré dans leur réalité. Ainsi, chez VDN, chaque projet est unique et nécessite donc un accompagnement sur-mesure. Nous adaptons chaque cahier des charges aux spécificités de chaque exploitation et nous inscrivons dans une logique de co-construction avec les agriculteurs qui sont au cœur du développement de ces nouveaux modèles de production alimentaire et énergétique.

Contact :

contact@vdn-group.com

Tour d'Asnières, Hall D

4 Avenue Laurent Cély, 92600 ASNIERES SUR SEINE

03 44 57 98 33

vdn-group.com

VDN

Le photovoltaïque à bas coût, clé du futur système énergétique

Quel sera le coût du photovoltaïque demain en Europe ? Les membres du groupe de travail « PV LCOE and Competitiveness » de la plateforme européenne de technologie et d'innovation pour le photovoltaïque (ETIP PV) ont publié fin 2023 leur analyse.

PAR EERO VARTIAINEN, CHRISTIAN BREYER, DAVID MOSER, EDUARDO ROMÁN MEDINA, CHIARA BUSTO, MARKO TOPIČ ET DANIEL MUGNIER.

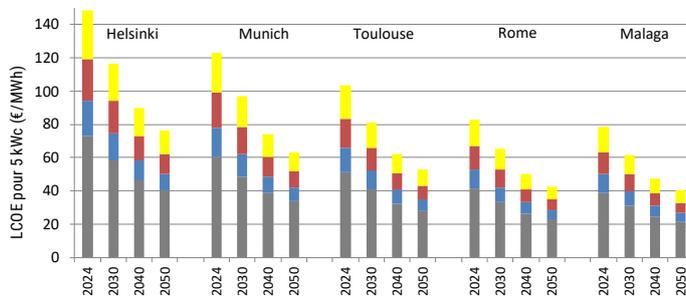
Le coût des systèmes photovoltaïques a considérablement diminué au cours de la dernière décennie. Les prix des modules photovoltaïques ont baissé d'environ 95 % en valeur réelle depuis 2011. Dans la plupart des pays, l'électricité solaire a atteint la parité avec l'électricité sur le marché de détail et le marché de gros. Le concept de coût actualisé de l'électricité (LCOE) est utilisé pour effectuer des comparaisons équitables avec les prix de l'électricité et le coût d'autres technologies de production. Ici, le LCOE est défini comme le coût de production, incluant tous les coûts liés à la fourniture d'énergie photovoltaïque au point de connexion au réseau. Il est basé sur les dépenses d'investissement (Capex) et d'exploitation (Opex) du système photovoltaïque et inclut les coûts et les marges bénéficiaires de l'ensemble de la chaîne de valeur, y compris le financement, le développement du projet, la fabrication, l'installation, l'exploitation et la maintenance. Le Capex des installations photovoltaïques peut être divisé en deux parties : les modules et le reste du système (*balance of system*, BoS). Pendant des décennies, les prix des modules ont suivi de très près la « courbe d'apprentissage » de la filière : chaque fois que la capacité cumulée de production photovoltaïque mondiale double,

le prix des modules diminue d'environ 25 %. Au cours des prochaines décennies, on s'attend à ce que la baisse des prix des modules continue à suivre la courbe d'apprentissage historique, principalement en raison de l'amélioration des processus de fabrication, de la réduction de l'utilisation des matériaux et de l'amélioration constante de l'efficacité des modules. Une grande partie du BoS dépendant de la surface des modules, une plus grande efficacité le fera également baisser de manière significative. En revanche, certains éléments du coût de revient, comme celui de la main-d'œuvre, ont récemment augmenté en raison de la forte demande et de la pénurie de travailleurs qualifiés. En outre, l'inflation a fait augmenter les prix nominaux de 20 % depuis 2020.

COMPÉTITIF PARTOUT

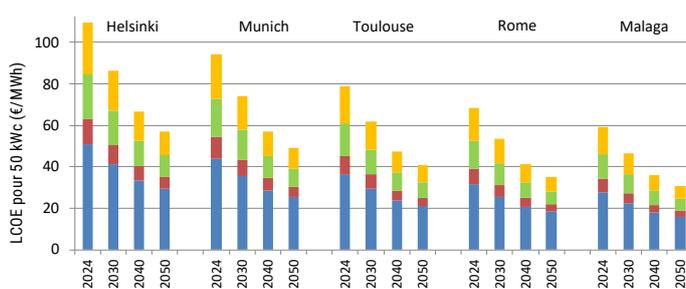
Selon le scénario de base de la plateforme ETIP PV, la capacité photovoltaïque mondiale cumulée passerait de 1,5 TWh fin 2023 à environ 5,5 TWh d'ici 2030, puis 30 TWh en 2050. En tenant compte de ces volumes,

Coût du PV résidentiel en Europe



Note : LCOE (en € 2024) sur cinq sites européens avec différents CMPC nominaux pour un système PV résidentiel de 5 kWc sur le toit. La TVA a été ajoutée au Capex : Finlande 24 %, Allemagne 24 %, France 20 %, Italie 10 % et Espagne 21 %.

Coût du PV dans le secteur commercial en Europe



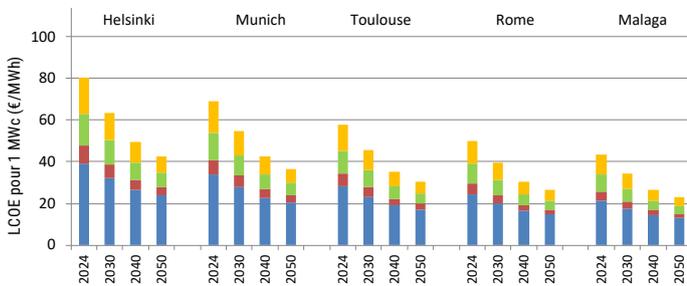
Note : LCOE (en € 2024) sur cinq sites européens avec différents CMPC nominaux pour un système photovoltaïque commercial de 50 kWc en toiture.

d'une courbe d'apprentissage de 25 % combinée à une amélioration moyenne de l'efficacité de 0,5 % par an, le LCOE du photovoltaïque diminuerait d'environ 20 % d'ici 2030 et de 50 % à 2050 par rapport à 2024. Les graphiques ci-dessous montrent le LCOE photovoltaïque sur cinq sites européens pour quatre tailles de systèmes et avec quatre taux nominaux différents de coût moyen pondéré du capital (CMPC). L'inflation annuelle est fixée à 2 %, signifiant par exemple qu'un CMPC nominal de 4 % correspond à un CMPC réel de 2 %. La durée de vie des systèmes photovoltaïques est de 30 ans pour les toits et de 35 ans pour les installations au sol, et la dégradation annuelle est de 0,5 % dans tous les cas. Entre 2023 et 2050, les coûts d'exploitation pour les grandes centrales diminuent de 12,5 à 9 €/kWc par an, et de 10 €/kWc par an pour les installations sur toiture. Tous les prix sont exprimés en euros réels du début de l'année 2024¹. Comparée aux prix de détail moyens de l'électricité, même en excluant les frais fixes

(taxes) ne pouvant être économisés par l'autoconsommation photovoltaïque, l'électricité solaire est déjà moins chère dans les cinq pays, avec tous les taux de CMPC réalistes et tous les segments de consommateurs. Si l'on compare avec les prix de gros moyens de l'électricité (marché spot) de 2019 à 2021, l'électricité des grandes centrales photovoltaïques serait déjà compétitive avec un CMPC nominal largement supérieur à 10 % dans tous les pays. Durant la crise énergétique de 2022 en Europe, les prix du marché spot étaient beaucoup plus élevés, ce qui rendait l'énergie photovoltaïque encore plus compétitive. À Malaga, le LCOE d'une centrale photovoltaïque avec un CMPC nominal de 7 % est de 24 €/MWh en 2024, diminuant à 19 €/MWh d'ici 2030 et à 13 €/MWh d'ici 2050. L'énergie solaire photovoltaïque abordable est ainsi la clé de l'électrification du futur système énergétique durable, dans lequel les combustibles fossiles sont remplacés par des renouvelables. ■

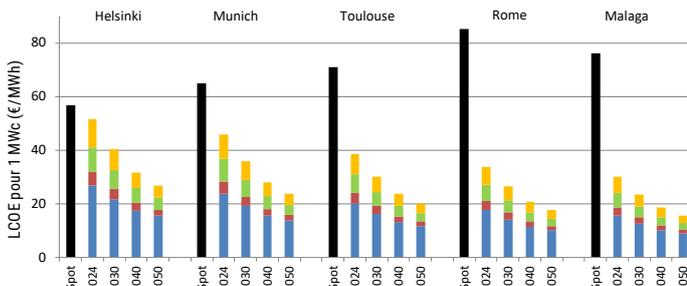
1. Les autres paramètres d'entrée sont détaillés dans la version originale de cet article, « Low-cost PV », disponible sur : <https://etip-pv.eu/publications>

Coût du PV dans le secteur industriel en Europe



Note : LCOE (en € 2024) sur cinq sites européens avec différents CMPC nominaux pour 1 MWh de PV industriel.

Coût des grandes centrales PV en Europe



Note : LCOE PV (en € 2024) de cinq sites européens avec différents CMPC nominaux pour une puissance PV de 100 MWh comparée au prix moyen de l'électricité sur le marché spot de 2019-2021 (colonne noire).

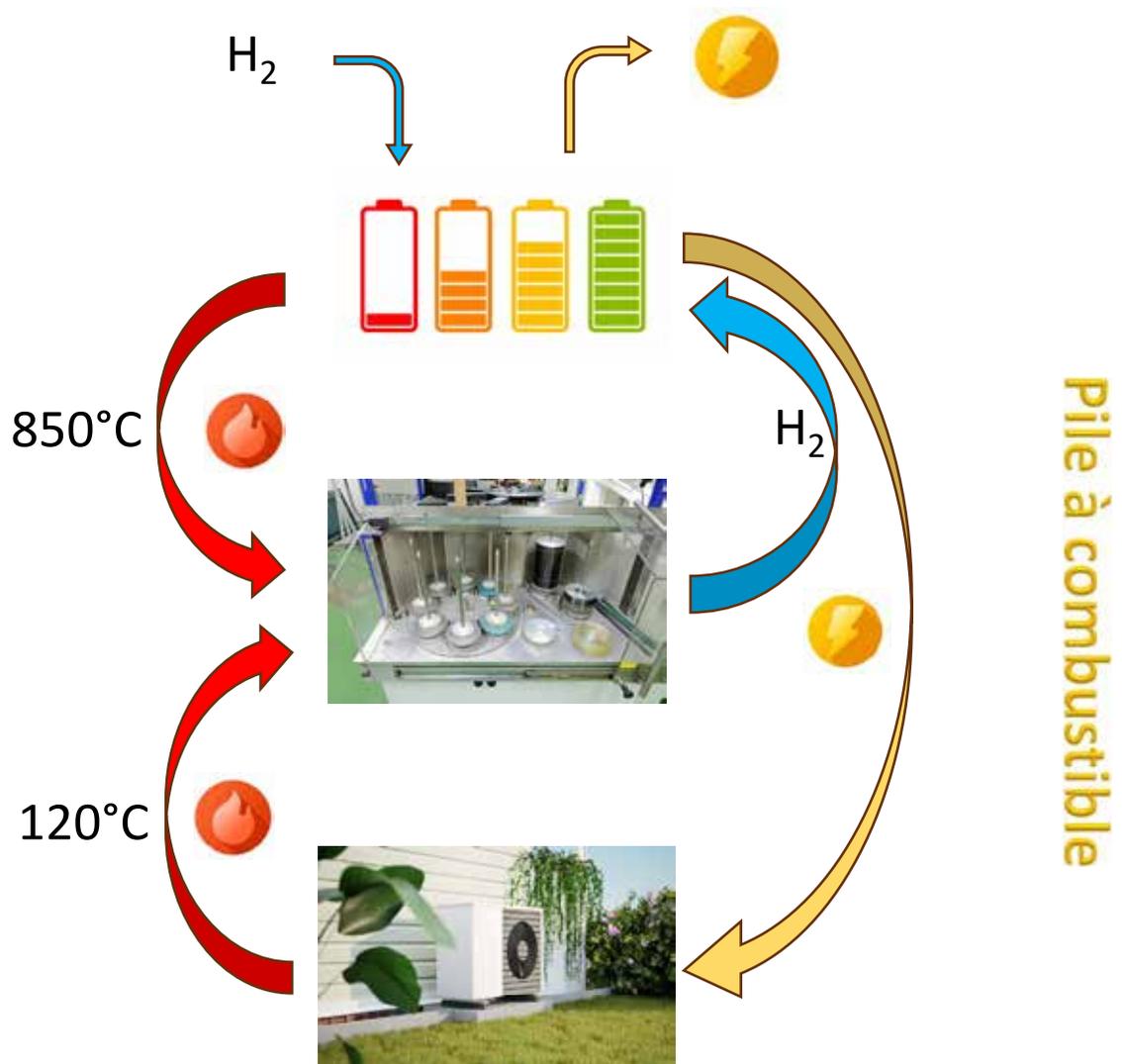


LOS MUERTOS CREW/PEXELS

LÉGENDE DES GRAPHIQUES

- LCOE additionnel avec CMPC nominal de 0 %.
- LCOE additionnel avec CMPC nominal de 2 %.
- LCOE additionnel avec CMPC nominal de 4 %.
- LCOE additionnel avec CMPC nominal de 6 %.
- LCOE additionnel avec CMPC nominal de 7 %.
- LCOE additionnel avec CMPC* nominal de 10 %.
- Prix moyen sur le marché spot 2019-2021.
- * CMPC = coût moyen pondéré du capital

Énergie renouvelable



Recyclage de la chaleur de la pile à combustible SOFC

- Pile à combustible à hydrogène à très haut rendement
- Couplage des systèmes à des pompes à chaleur
- Production d'électricité à partir de chaleurs moyennes et basses températures



Des technologies innovantes au service de la transition énergétique



Bruno Sanglé-Ferrière,
Président de Marbeuf Conseil et Recherche
et directeur de Carrousel Digital Limited.

Alors que la transition énergétique s'accélère, Marbeuf Conseil et Recherche développe et commercialise des technologies innovantes et disruptives qui permettent entre autres de recycler la chaleur en énergie. Son directeur, Bruno Sanglé-Ferrière, nous en dit plus.

Pourquoi vous êtes-vous intéressés au monde de l'énergie ?

Aujourd'hui, très peu d'acteurs s'intéressent au recyclage de la chaleur qui se dégage lors des processus de génération par voie électrochimiques, notamment au niveau des piles à combustible. En effet, les principaux efforts en la matière se concentrent sur le recyclage du plastique, du verre ou encore sur la cogénération.

Quelles sont les applications de votre brevet pour les piles à combustible à haute efficacité ?

Pour cette technologie, nous avons déjà obtenu un brevet. Les applications sont identiques aux applications connues pour les piles à combustible classiques. Toutefois, elles vont permettre d'améliorer leur efficacité énergétique de 60 % à proche de 93 %, par récupération de la chaleur dégagée lors de l'oxydation de l'hydrogène dans la pile, pour fabriquer du combustible par le biais de réactions chimiques endothermiques ; les 7% restant correspondant au gaz d'échappement : de l'eau dégagée à environ 120°C. À partir de là, le combustible est alors injecté dans la pile à combustible ! Les réactions chimiques et les piles à combustibles utilisées fonctionnant toutes à haute température.

Vous avez déposé un brevet permettant de combiner cette technologie à des pompes à chaleur ?

En effet, l'énergie électrique produite peut permettre de faire fonctionner une pompe à chaleur qui permet de récupérer les calories de l'eau issue de la combustion de l'hydrogène, à 120°C, notamment lors de sa liquéfaction, puis pour la ramener à température ambiante alimentant en chaleur la réaction endothermique fonctionnant à cette même température de 120°C, augmentant encore l'efficacité du processus.

Avez-vous déposé d'autres en ce sens ?

En effet, nous avons déposé d'autres brevets dans le domaine de l'énergie dans le domaine de la conversion de l'énergie thermique haute température. Plus particulièrement, notre brevet pour les énergies haute température utilise des électrodes liquides permettant un contact direct de l'électrode avec une électrolyte solide qui sépare les deux électrodes. Il s'agit, en quelque sorte, de piles à combustible qui vont utiliser des oxydes métalliques à la place de l'hydrogène ou de l'alcool, reprenant ainsi certaines des technologies utilisées dans les piles classiques que nous utilisons au quotidien.

Parce que les électrodes sont liquides, elles ne se dégradent donc pas et offrent un bon contact avec l'électrolyte ce qui implique une dissipation moindre d'énergie. En parallèle, des réactions de régénération haute température peuvent transformer les oxydes métalliques issus de l'utilisation de la pile ce qui permet d'obtenir d'une conversion chaleur-électricité avec un très bon rendement, à en juger par la performance de ces piles à électrodes liquides, qui est proche de 97 %.

Et aujourd'hui, quelles pistes explorez-vous ?

Nous travaillons aussi sur des cycles basse température de production d'électricité, qui utilisent notamment des cellules thermo-photovoltaïques.

Contact :

42 rue Maubeuge
75009 Paris
www.m-cr.fr

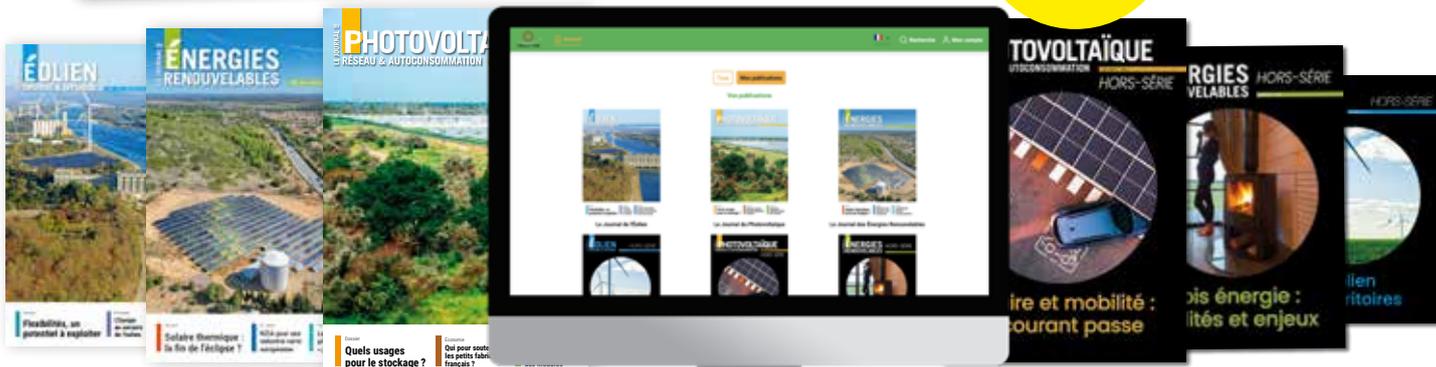
M MARBEUF CONSEIL ET RECHERCHE

ABONNEZ-VOUS!

WEB
(AVAILABLE IN ENGLISH)
+
PRINT



SCANNEZ-MOI



L'abonnement à nos magazines vous permet de ne rien manquer des évolutions des énergies renouvelables : débats, focus entreprises, dossiers thématiques, retours d'expérience, enquêtes...

Des informations précises et chiffrées, un traitement objectif et rigoureux.

Votre abonnement vous permet de bénéficier de **5 numéros** dont **1 hors-série** par an et par titre + L'actu des EnR, la **newsletter hebdomadaire** + L'accès au **kiosque en ligne** et aux **archives** du titre.

BON DE COMMANDE



Choisissez votre abonnement print + web

SOLO (1 magazine au choix)

FRANCE 1 an..... 99€ 2 ans.... 179€
EUROPE* 1 an..... 109€ 2 ans.... 199€
MONDE 1 an..... 119€ 2 ans.... 219€

DUO (2 magazines au choix)

FRANCE 1 an..... 159€ 2 ans.... 269€
EUROPE* 1 an..... 169€ 2 ans.... 289€
MONDE 1 an..... 179€ 2 ans.... 309€

TRIO (3 magazines)

FRANCE 1 an..... 199€ 2 ans.... 349€
EUROPE* 1 an..... 209€ 2 ans.... 369€
MONDE 1 an..... 219€ 2 ans.... 389€

* Europe et Drom-Com

LE JOURNAL DES ÉNERGIES RENEUVABLES LE JOURNAL DU PHOTOVOLTAÏQUE LE JOURNAL DE L'ÉOLIEN

Retrouvez nos derniers hors-séries**

Le Journal des énergies renouvelables

La climatisation renouvelable (avril 2020)25€
 La mobilité électrique renouvelable (avril 2021)25€
 L'agriculture et les EnR (avril 2022)25€
 La géothermie (avril 2023)25€
 Bois-énergie (avril 2024)25€

Le Journal du Photovoltaïque

Le stockage et les réseaux (juillet 2020) ...25€
 Kits photovoltaïques : le solaire à portée de main (juin 2021)25€
 Recyclage et seconde vie (juin 2022).....25€
 L'agrivoltaïsme, une culture nouvelle (juillet 2023)25€
 Solaire et mobilité (juin 2024)25€

Le Journal de l'éolien

Les rumeurs de l'éolien (juillet 2019)25€
 La question du foncier (septembre 2020) ...25€
 "L'intermittence", fin d'un mythe (septembre 2021)25€
 Éolien et biodiversité (juillet 2022)25€
 Éolien et territoires (octobre 2023)25€
 Éolien en mer (octobre 2024)25€

** Des frais de port s'appliquent pour tout achat à l'unité

Nom : _____	Montant total : _____ €	+ Frais de port* _____ €
Prénom : _____	France métropolitaine : 1,95 €, Europe/Dom-Com : 3,95 €, Monde : 5,95 € * Seulement pour toute commande de numéros	
Société : _____	Montant total de la commande : _____ €	
N° TVA intra. : _____	Bon de commande à retourner à :	
Adresse : _____	OBSERVATOIRE DES ÉNERGIES RENEUVABLES	
_____	20 ter rue Massue, 94300 Vincennes - France	
Code postal : _____	Tél : 01.44.18.00.80	
Ville : _____	<input type="checkbox"/> Règlement par chèque bancaire à l'ordre d'Observ'ER	<input type="checkbox"/> Règlement par virement bancaire ou mandat administratif
Téléphone : _____	À joindre au bon de commande lors de l'envoi	Avec nom, prénom et raison sociale dans l'ordre de virement
Email : _____		IBAN : FR76 4255 9100 0008 0047 5262 288 BIC : CCOPFRPPXXX



Vous pouvez aussi commander nos anciens numéros et nos ouvrages en vous rendant sur : librairie-energies-renouvelables.org



énergies renouvelables - environnement

ELATOS, spécialiste depuis plus de 15 ans
du recrutement de dirigeants et de cadres

ELATOS - Lyon & Paris - 04 81 91 53 90 - contact@elatos.fr

www.elatos.fr

THALEOS[®]
Energy efficiency



Visitez notre site web
Thaleos.fr

Thaleos, Concepteur de **solutions** en efficacité **énergétique**

*La marque Thaleos propose une offre globale et efficiente dans les domaines des **solutions photovoltaïques**, de **chauffage**, de la **production d'eau chaude sanitaire** des **systèmes de pilotage énergétique** et de **l'éclairage LED***



Axdis
pro

AXDIS PRO distributeur B2B de l'efficacité énergétique

01 41 40 84 32 | www.axdispro.com |  