

LE JOURNAL DE

PHOTOVOLTAÏQUE

RÉSEAU & AUTOCONSOMMATION

NUMÉRO SPÉCIAL - DÉCEMBRE 2022



Numéro
spécial

Économie

**Solaire flottant :
la nouvelle conquête**

Autoconsommation

**Regain d'intérêt pour
l'autoconsommation
collective**

Enquête

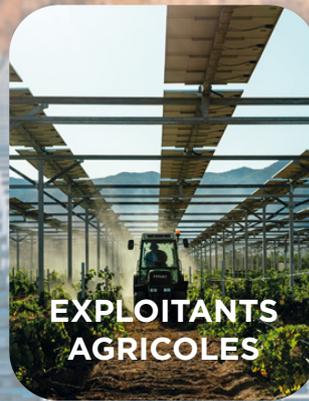
**Envie 2E Aquitaine :
un recyclage
de précision**

BORALEX

Au-delà

DES ÉNERGIES RENOUVELABLES

RÉALISEZ LA TRANSITION ÉNERGÉTIQUE
À NOS CÔTÉS



1,1 GW en exploitation
pour plus de
70 sites



Approche industrielle
d'acteur maîtrisant
toute la chaîne de valeur



13 agences en France :
accompagnement
local

Découvrez nos offres sur-mesure

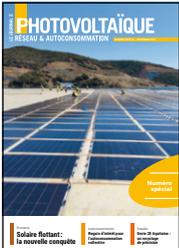


boralex.com/votre-projet



Boom

Vincent Jacques le Seigneur
Directeur de la publication



PHOTOVOLTAÏQUE
RESEAU & AUTOCONSOMMATION

Crédit de couverture:
Ocean Sun

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

Directeur de la publication:
Vincent Jacques le Seigneur

Rédacteur en chef:
Vincent Boulanger

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

Rédacteurs: Géraldine Houot, Daniel Mugnier, Cédric Philibert, Anne-Claire Poirier, Carole Rap, Arnaud Wyart.

Secrétaire de rédaction: Rachel Laskar

Maquette - réalisation: Alice Sawicki

Ont participé au comité de rédaction:
Gaëtan Fovez, Hugo Haas, Diane Lescot, Frédéric Tuillé.

Dépôt légal: 4^e trimestre 2022
ISSN: 2491-8687
Commission paritaire: n° 1123 G 84361

Éditeur: 
Observatoire des énergies renouvelables
(Association régie par la loi de 1901)
Président: Vincent Jacques le Seigneur
146 rue de l'Université - 75007 Paris
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).


PEFC®
10-31-3162
Certifié PEFC
Ce produit est issu de forêts gérées durablement et de sources contrôlées.
www.pefc-france.org

Amory Lovins l'assure : « Vladimir Poutine vient de faire exploser l'ère des énergies fossiles »¹. Le scientifique américain de réputation mondiale, avocat infatigable de l'efficacité énergétique et des renouvelables, estime que « la guerre en Ukraine a déclenché en Europe un mouvement global et résolu pour abandonner les combustibles russes et accélérer l'efficacité énergétique et les énergies renouvelables ». Si le lauréat, en 1983, du Right Livelihood Award – un prix Nobel alternatif – ne faisait alors pas mention du “fit for 55” adopté le 8 novembre dernier par le Parlement et le Conseil européens, le paquet européen est une belle illustration de son propos : la révision du règlement sur la répartition de l'effort de réduction des émissions de gaz à effet de serre fait passer de 30 % à 40 %, l'objectif obligatoire de réduction des émissions pour 2030. Ce qui signifie une part croissante des renouvelables dans le mix et des efforts redoublés en matière d'efficacité énergétique.

De son côté, la Commission européenne a fait monter la pression d'un cran pour concrétiser RepowerEU, le plan proposé en mai dernier pour répondre aux défis énergétiques soulevés par l'invasion russe de l'Ukraine mais aussi par le réchauffement climatique en proposant l'adoption d'un règlement du Conseil qui s'appliquera immédiatement et directement dans tous les États membres : présomption de l'intérêt public majeur des projets d'énergie renouvelable, simplification de la procédure d'autorisation, délai maximum et principe de l'accord tacite pour les autorisations, exemption de l'obligation d'évaluation environnementale... Autant de mesures que les États membres devront mettre en œuvre sans attendre que soit adoptée la future directive sur les énergies renouvelables (Red III).

Une fois n'est pas coutume, la France fait partie des bons élèves de la classe européenne. L'adoption, début novembre, par le Sénat, par 320 voix pour, 5 voix contre et 18 abstentions du projet de loi d'accélération de la production d'énergies renouvelables en est la preuve. Certes, les mesures prises dans le cadre de cette loi ne sont que provisoires et n'auront qu'une durée de quarante-huit mois à compter de sa promulgation, mais ce délai est suffisant pour nous mettre sur la bonne trajectoire. « Elle vient de montrer qu'un véritable consensus national est en train d'émerger sur ce sujet si fondamental pour la sécurité d'approvisionnement de la France et pour la capacité de notre pays à atteindre la neutralité carbone », a commenté Jules Nyssen, le nouveau président du Syndicat des énergies renouvelables.

Comme pour illustrer ce propos, Enedis vient de publier un bilan des raccordements photovoltaïques qui montre que les initiatives se multiplient partout sur le territoire, illustrant à des échelles diverses l'analyse d'Amory Lovins. Le gestionnaire du réseau de distribution de l'électricité constate une hausse de 20 % en un an du nombre d'installations photovoltaïques, toutes puissances confondues, portée notamment par un boom de l'autoconsommation, soit un tiers des 600 000 installations. Certes, avec une production photovoltaïque de plus de 13 gigawatts (GW), selon l'Open Data d'Enedis, nous sommes encore loin de l'objectif officiel des 20 GW en 2023 mais ce rebond révèle une lame de fond que rien ne devrait désormais pouvoir arrêter.

1. Dans Le Monde du 31 octobre 2022.

SOLAIRE • EOLIEN • HYDRO • BIOMASSE • STOCKAGE

voltalia

*Améliorer l'environnement mondial
favoriser le développement local.*



Champ Agrivoltaïque de Cabanon
3MW - Bouches-du-Rhône

+1440 Collaborateurs dans le monde

+ 2,4 GW de capacité en construction et exploitation

20 Pays avec une présence établie

VOLTALIA EN FRANCE

Voltalia, entreprise française fondée en 2005, est aujourd'hui un opérateur majeur des énergies renouvelables sur le territoire. Plus de 200 collaborateurs œuvrent au déploiement des énergies renouvelables grâce à un réseau d'implantations locales qui permet une forte couverture nationale. Cette proximité permet à Voltalia d'appréhender les enjeux locaux et de développer des projets sur mesure. : agrivoltaïsme, toiture solaire, ombrières...



Voltalia, un opérateur Français de référence des énergies renouvelables vous accompagne dans la réduction de votre empreinte environnementale et dans votre consommation énergétique.



AUTOCONSOMMATION

Regain d'intérêt pour l'autoconsommation collective

p. 20

La hausse des prix de l'énergie rend par comparaison les coûts de l'autoconsommation collective plus attractifs qu'auparavant. De plus en plus d'acteurs publics et privés se tournent vers ce créneau en tant que consommateurs, producteurs mais aussi intermédiaires.



ÉCONOMIE

Solaire flottant : la nouvelle conquête

p. 24

Quand une idée prend l'eau, ce n'est généralement pas une bonne nouvelle. Dans le cas du solaire, le développement sur les plans d'eau offre au contraire de belles perspectives !



ENQUÊTE

Envie 2E Aquitaine : un recyclage de précision

p. 30

Le spécialiste du traitement des déchets Envie 2E Aquitaine et l'éco-organisme Soren ont inauguré le 27 septembre dernier le premier site européen associant une ligne de réemploi et une ligne de recyclage des modules photovoltaïques mono et polycristallins. Particulièrement innovant, celui-ci met notamment en œuvre un procédé de délamination par lame chaude permettant de récupérer le verre intact. Reportage.

L'ESSENTIEL DE L'ACTU 4

EN DÉBAT

Centrales solaires au sol et biodiversité : l'art du compromis 10

TRIBUNE

Horizéo : créer de vastes prairies photovoltaïques 14

EN DIRECT DES LABOS

L'impact carbone du photovoltaïque surestimé 16

AUTOCONSOMMATION

Regain d'intérêt pour l'autoconsommation collective 20

ÉCONOMIE

Solaire flottant : la nouvelle conquête 24

ENQUÊTE

Envie 2E Aquitaine : un recyclage de précision 30

INTÉGRATION AU BÂTI

La tuile solaire reprend des couleurs 36

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 2022.



Chers abonnés, retrouvez **L'Actu des EnR** : chaque jeudi, par mail, les informations marquantes du secteur. Pour être sûr de la recevoir, ajoutez actu@journal-enr.org à votre carnet d'adresses.

Si vous n'avez pas encore communiqué votre adresse mail, il n'est pas trop tard : actu@journal-enr.org (indiquer nom et prénom).

▼ VITE DIT

Le producteur montpellierain d'énergies renouvelables **Valeco** s'apprête à construire une centrale solaire flottante à Durance, dans le Lot-et-Garonne, à une soixantaine de kilomètres d'Agen. D'une puissance de 19,8 MW, la centrale produira l'équivalent de la consommation annuelle de 12 700 habitants. Elle occupera 55 % de la surface du lac artificiel d'une ancienne sablière. Rattaché au poste source de Nérac, le site permettra ainsi d'alimenter en électricité verte les villages environnants. Dans le cadre de ce projet, les collectivités locales percevront un montant global de 170 000 euros par an.

Le Loir-et-Cher s'engage dans le photovoltaïque



Dans le cadre de son plan d'action Agenda 2030 et de sa politique de promotion des énergies renouvelables, le conseil départemental du Loir-et-Cher va mettre en œuvre un vaste programme d'installation de 27 centrales photovoltaïques sur les toitures de plusieurs bâtiments publics. Dix-neuf collèges, quatre bâtiments routiers et sociaux ainsi que quatre sites administratifs ont été identifiés. L'objectif est de générer une production solaire qui permette de compenser 100 % de la consommation

électrique des collèges publics d'ici 2027. Les installations fonctionneront en autoconsommation avec vente du surplus. Le taux d'autoconsommation moyen devrait être de 23 %, oscillant selon les bâtiments entre 7 % et 75 %. L'excédent sera vendu au groupe Sorégies qui assurera également les prestations d'agrégateur et de responsable d'équilibre. Le prix de revient de l'électricité produite devrait se situer à 83 €/MWh. Le montant de l'investissement pour cette opération s'élève à 11 millions d'euros. ■

Mali : le solaire pour alimenter en eau potable 30 000 habitants

Odial Solutions, le groupement associant Vergnet Hydro et Uduma Mali va construire neuf adductions d'eau potable fonctionnant à l'énergie solaire au Mali. Les neuf installations d'une puissance unitaire allant de 2,5 à 9,6 kW doivent entrer en service en août 2023. La puissance photovoltaïque cumulée dépassera 50

kW, afin de produire 90 m³ d'eau potable par heure grâce à la technologie de pompe de Vergnet Hydro. « *L'un des sites de ce nouveau projet compose avec une hauteur manométrique totale [HMT, différence entre le point de puisage et le point d'utilisation, ndlr] de 160 mètres, ce qui demeure tout à fait exceptionnel* »,

IKO SOLAR

Solutions photovoltaïques
pour tous toits terrasses,
simples à mettre en œuvre.

Parce que la conception de bâtiments durables est au cœur de nos préoccupations, nous recherchons sans cesse des solutions plus **responsables**, adaptées aux **enjeux environnementaux** du monde d'aujourd'hui.

Notre gamme de systèmes photovoltaïques IKO SOLAR, complète et innovante, s'adapte à tous types de surfaces pour une pose fiable et facilitée.



Confort de mise en œuvre
Pose rapide et simple



IKO responsable



ROOF SOLAR

Système pour panneaux photovoltaïques rigides, sur étanchéité bitume et PVC



SURFA 5 TOPSOLAR

Système pour panneaux photovoltaïques rigides, sur étanchéité bitume



EXCEL SOLAR

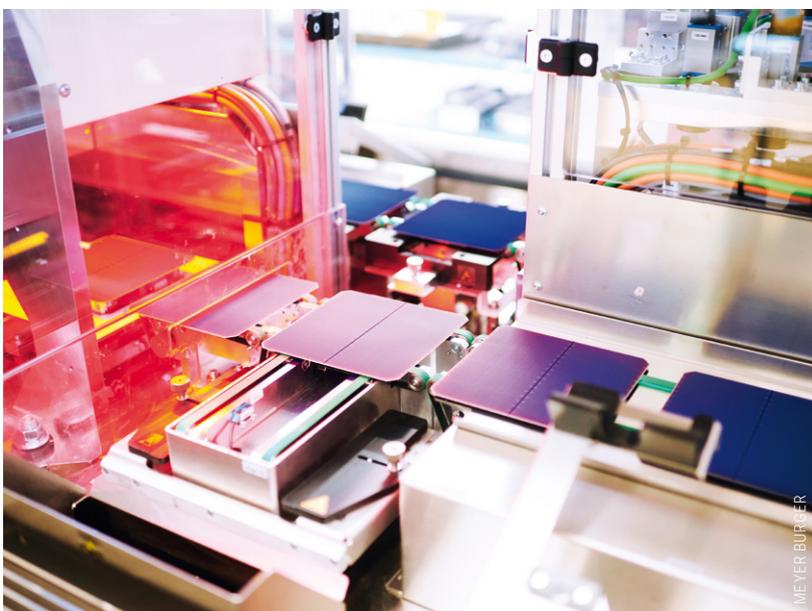
Système souple et léger, sur étanchéité bitume, particulièrement adapté aux projets de rénovation

ajoute Julien Bazzoni, chargé d'offres et de projets de Vergnet Hydro. L'opération s'inscrit dans le cadre du programme d'appui aux collectivités territoriales pour l'eau potable et l'assainissement (Pactea 3) et sera pilotée par Uduma Mali, spécialisé dans la fourniture d'eau potable en zone rurale subsaharienne. ■



Meyer Burger étend sa capacité de production

Les actionnaires du fabricant suisse de cellules et modules solaires Meyer Burger ont validé fin octobre une augmentation de capital de 250 millions de francs suisses (256 millions d'euros). Cette dernière doit servir à financer l'expansion de la capacité de production de l'entreprise à près de 3 GW par an. Son usine de production de cellules, située à Thalheim, en Allemagne, va d'abord être étendue. Meyer Burger a pour cela acquis un bâtiment de 40 000 m² (l'ancienne usine de Solibro) adjacent à l'usine actuelle. À Freiberg, toujours en Allemagne, l'usine existante de fabrication de modules de 400 MW accueille depuis septembre de nouvelles lignes représentant 1 GW, qui seront ultérieurement étendues à 1,4 GW. De même, l'usine Goodyear, située aux États-Unis, produira 1 GW de modules par an d'ici



mi-2024. L'entreprise a récemment signé un accord d'approvisionnement long terme avec le développeur américain DE Shaw

Renewable Investments (Desri) prévoyant la livraison de 3,75 à 5 GW de modules solaires entre 2024 et 2029. ■

Nouveau PPA pour la SNCF

SNCF Énergie, filiale de la SNCF chargée d'acheter l'énergie de traction des trains, annonce la signature d'un contrat d'achat direct d'électricité renouvelable (*corporate power purchase agreement* ou cPPA) avec le producteur d'énergies Reden, pour une durée de 25 ans. Ce contrat prévoit la construction de quatre cen-

trales photovoltaïques totalisant une puissance de 146 MW, qui produiront 207 GWh par an à l'horizon 2025-2026. Une centrale de 36 MW sera ainsi construite en Haute-Garonne, une autre de 21 MW dans l'Aude, et deux centrales de 77 MW et 12 MW en Gironde. Elles seront mises en service entre 2024 et 2025

et l'électricité produite sera intégralement vendue à SNCF Énergie. La SNCF compte atteindre 40 à 50 % d'énergies renouvelables, dont 20 % issus de PPA dans son mix de consommation d'électricité pour l'alimentation des trains à l'horizon 2026. Depuis 2018, la SNCF a signé huit PPA. ■

Fronius : Un acteur historique incontournable du photovoltaïque



Jean-Marc Scolari,
Directeur Général

ETI familiale autrichienne et européenne, Fronius au travers de sa business unit Solar Energy se positionne comme un acteur pionnier et à la pointe de la technologie dans le domaine du photovoltaïque, et plus particulièrement de l'électronique de puissance et de la fabrication d'onduleurs. Le point avec le directeur général de Fronius France, **Jean-Marc Scolari**.

Q Quel est votre positionnement dans le domaine du photovoltaïque ?

Entreprise familiale autrichienne créée en 1945, Fronius est pionnier dans le monde du photovoltaïque grâce à sa business unit dédiée lancée en 1992, Solar Energy. Nous sommes positionnés sur le segment du résidentiel et du « small » commercial avec des toitures industrielles et tertiaires. Nos produits sont à 100 % conçus et fabriqués en Europe. Fronius a, depuis toujours, fait le choix du leadership technique et technologique au travers de gammes de produits robustes, fiables et de grande qualité. Fronius emploie 6 300 collaborateurs répartis dans ses 34 filiales implantées dans 140 pays. La BU Solar Energy a fourni l'équivalent de 26 gigawatts de puissance cumulée installée, soit 3 millions d'onduleurs dans le monde. Nous venons de doubler notre capacité de production pour la porter à 7 GW dès 2023.

Quelles sont vos principales solutions ?

Fronius est avant tout spécialisé dans l'électronique de puissance et la fabrication d'onduleurs. Dans le segment du résidentiel, on peut notamment citer notre gamme d'onduleurs GEN24 PLUS (3 à 10 kW) qui dispose d'un mode secours intégré ou encore la gamme SnapINverter qui sont des onduleurs qui permettent de faire de l'auto-consommation, un sujet d'actualité en France. Nous proposons aussi des solutions complémentaires comme Ohmpilot pour le chauffage du ballon d'eau chaude ou encore Wattpilot pour charger un véhicule électrique à partir du surplus d'électricité photovoltaïque... À côté de ces gammes dédiées au résidentiel, nous

“ Fronius est pionnier dans le monde du photovoltaïque grâce à sa business unit dédiée lancée en 1992, Solar Energy.”

avons une offre de solutions commerciales avec SnapINverter, un onduleur qui va de 10 à 27 kW ainsi qu'une version plus puissante, Tauro, qui va de 50 à 100 kW. Nous proposons aussi des applications et des outils périphériques pour une gestion intelligente de

l'énergie. Ainsi Solar Web, un outil de télésurveillance, permet de suivre à distance le niveau de productible, les éventuels défauts sur une installation... La plateforme Solar SOS permet à nos partenaires installateurs d'avoir une solution de dépannage 24/24 et 7/7 pour répondre aux besoins des clients. Nous mettons aussi à leur disposition Solar Start, un outil sophistiqué qui permet une mise en route simplifiée et le dimensionnement des installations.

Sur ce marché, quels sont vos axes de différenciation ?

Nous sommes pionniers du photovoltaïque en Europe. Nous travaillons avec un réseau d'installateurs compétents qui regroupe 150 partenaires en France et plus de 5 800 dans le monde. Depuis toujours, nous accordons une attention particulière à la question de la durabilité. Nos sites sont certifiés ISO 14 001 et 100 % de l'électronique est produite sur site à partir de ressources renouvelables. Nous sommes autonome à plus de 80 % en termes de consommation d'énergie. Nous recyclons 100 % de l'aluminium et 90 % des emballages. Avant même que la lutte contre l'obsolescence programmée soit un sujet d'actualité, nos onduleurs ont été conçus afin de pouvoir être réparés. Ce faisant, nous proposons des produits durables et recyclables. Ces engagements et sujets sont au cœur de notre vision « 24 heures de soleil », l'objectif étant de rendre les énergies renouvelables disponibles et exploitables lorsque nécessaire. Cela se traduit aussi par une évolution de notre business model dont l'aboutissement est la vente d'électricité verte. Nous avons, en effet, la très forte volonté d'être un acteur engagé de la transition énergétique Made-in-Europe.

Contacts :

- ZAC du Moulin 8, rue du Meunier 95700 Roissy-en-France, France
- 01 39 33 12 12
- pv-info-france@fronius.com
- fronius.com/fr-fr/france/energie-solaire



« On constate un alignement des planètes pour la filière industrielle du photovoltaïque en Europe »



Pierre-Emmanuel Martin,
Cofondateur et Président

Lancée en mars dernier, CARBON a annoncé la construction d'une gigafactory de wafers, cellules et modules photovoltaïques en France d'ici 2025. Son ambition ? Apporter sa pierre à l'édifice de la souveraineté énergétique européenne et contribuer à la décarbonation de notre économie. Interview de **Pierre-Emmanuel Martin**, cofondateur et président de CARBON.

Comment le projet CARBON a-t-il vu le jour ?

Dès 2020, nous avons constaté que les planètes étaient en train de s'aligner pour la filière industrielle photovoltaïque européenne. Sur le plan économique, nous assistons au recentrage des grands pays producteurs sur leurs marchés domestiques. Sur le plan technologique, la maturité des process permet une massification de la production et, donc, une meilleure compétitivité. Sur le plan politique, nous sommes clairement à un tournant, car le solaire est la seule énergie décarbonée rapidement mobilisable pour répondre aux besoins. Enfin, et ce n'était pas prévu, le contexte géopolitique dramatique a accéléré la prise de conscience des enjeux d'indépendance énergétique. CARBON veut contribuer au passage à l'échelle du savoir-faire historique de la France dans le domaine du solaire photovoltaïque. Sur un marché global quasi monopolisé par la Chine et dans un contexte énergétique complexe depuis le début de la Guerre en Ukraine, cela passera par quatre éléments clés : se mettre au service de l'écosystème existant, être soutenus par les pouvoirs publics français et européens, innover et investir en R&D, former massivement pour répondre aux besoins en milliers d'emplois industriels.

Quelle est votre légitimité pour porter une telle initiative ?

“Nous travaillons activement sur une première levée de fonds qui permettra, dès 2024, une première concrétisation industrielle de CARBON avec le lancement de CARBON ONE.”

Je pense que notre légitimité vient du parcours et de l'expertise de notre équipe.

Nous avons constitué un attelage international d'entrepreneurs, d'industriels, d'ingénieurs, de chercheurs, de consultants et d'experts du secteur du solaire, convaincus

de la nécessité de la transition énergétique pour répondre au défi climatique, déterminés à créer de l'emploi local en contribuant à reconstruire toute une filière industrielle. Pour ne présenter que les actionnaires fondateurs :

À mes côtés, on retrouve d'abord Pascal Richard. Vice-président de CARBON et ancien dirigeant de SMA France, il a plus de 20 ans d'expérience dans l'industrie des télécommunications et du solaire.

Il y a également Laurent Pelissier, président du groupe ECM, engagé depuis 25 ans dans l'énergie solaire. Avec ses filiales ECM Greentech (production de plaquettes de silicium bas carbone) et SEMCO Smartech (expertise sur les technologies, procédés et équipements de fabrication de cellules solaires TOPCon et IBC), ECM permettra à CARBON de réussir le déploiement de ses lignes de production de lingots, wafers et cellules qui sont au cœur de son projet industriel.

Nous pouvons également compter sur Gaëtan Masson qui est directeur du Becquerel Institute (France et Belgique), co-président de l'association européenne des industriels du photovoltaïque (ESMC) et directeur du groupe de travail de l'Agence Internationale de l'Énergie sur le marché solaire (IEA PVPS Task 1).

Quant à moi, je cumule plus de 30 ans d'expérience dans le secteur de l'énergie. J'ai démarré ma carrière chez Obser'ER avant d'entreprendre dans l'éolien. Ancien directeur général d'ENEL Green Power France, j'ai fondé en 2009 Terre et Lac, un développeur de centrales solaires et producteur d'électricité photovoltaïque, et en 2021 My Energy Manager, une société qui propose des solutions pour réduire la consommation et la facture d'énergie grâce à l'IoT et au digital.

Sur le plan industriel, quels sont vos principaux enjeux ?

Notre premier enjeu, c'est de trouver un terrain pour notre Gigafactory. Ce n'est pas une mince affaire car il y a de nombreuses variables à prendre compte. En dehors du fait que nous avons besoin d'un tènement de plusieurs

dizaines d'hectares, ce qui limite déjà beaucoup nos options, nous avons également des contraintes énergétiques et logistiques fortes.

Nous devons également nous assurer de disposer des ressources en main d'œuvre, ce qui pousse pour une implantation sur un territoire où il y a une tradition industrielle et où nous pourrions recruter et former des ouvriers et des ingénieurs à nos métiers et à notre activité. L'autre défi majeur, c'est la sécurisation de nos approvisionnements en matériaux, en particulier en polysilicium. Au cœur de cette démarche se pose d'ailleurs la question majeure de la circularité pour réduire la quantité d'intrants, et de l'optimisation de la consommation énergétique.

Pour conclure, quelles sont les prochaines étapes pour CARBON ?

Nous continuons à consolider nos équipes et à conduire des études préalables nécessaires à l'avancée rapide du projet. Nous travaillons activement sur une première levée de fonds (début 2023) qui permettra, dès 2024, une première

concrétisation industrielle de CARBON avec le lancement de CARBON ONE, qui sera à la fois un démonstrateur industriel, un centre de R&D&I et un centre de formation.

La première gigafactory sortira quant à elle de terre en 2025. Nous prévoyons d'ores et déjà d'ouvrir d'autres gigafactories dans la foulée pour atteindre, d'ici 2030, une capacité de production de 20 GW pour nous classer dans le top 10 mondial des fabricants de photovoltaïque.

Les ambitions de CARBON :

- 1^{re} gigafactory en 2025
- 5 GW de capacité de production en 2025 et 20 GW dès 2030
- + de 3000 emplois directs en 2026 et + de 10 000 dès 2030
- TOP10 des fabricants dans le monde en 2030

CARBON

PHOTOVOLTAÏCS MADE IN FRANCE



“ NOUS BÂTISSONS UNE INDUSTRIE SOLAIRE FRANCO-EUROPÉENNE POUR ACCÉLÉRER LA TRANSITION ÉNERGÉTIQUE, GARANTIR NOTRE INDÉPENDANCE STRATÉGIQUE ET CRÉER DES MILLIERS D'EMPLOIS ”



WAFERS



CELLULES



MODULES

Centrales solaires au sol et biodiversité : l'art du compromis

Si la crise climatique et la crise de la biodiversité sont deux crises majeures qui nécessitent des réponses, leurs intérêts respectifs se télescopent parfois. Les développeurs de centrales solaires au sol en font l'amère expérience, en butte à une approche dogmatique de la protection des espaces naturels. PAR GÉRALDINE HOUOT

Concilier transition énergétique et protection des espaces non artificialisés, c'est la tâche difficile qui revient aux préfets, pris entre deux feux : les industriels, d'une part, qui cherchent des sites pour développer des centrales, et différentes instances de concertation, d'autre part, qui défendent leur pré carré. Au centre du débat notamment, les commissions départementales de préservation des espaces naturels, agricoles et forestiers

(CDPENAF). Regroupant des représentants de structures publiques, privées et associatives locales en lien avec ces zones, elles peuvent être consultées dans le cadre de l'instruction des demandes de permis de construire des projets de centrales photovoltaïques au sol, et peuvent également s'auto-



saisir. « En droit, elles sont censées intervenir par avis simple avec pour rôle d'éclairer les autorités concernées dans les zones non urbanisées et dès lors qu'un projet peut avoir pour effet de réduire une surface où est exercée une activité agricole. Mais dans les faits, elles sont impliquées dans bien plus de dossiers. Comme leur rôle est de "préserver" les espaces naturels, agricoles et forestiers, elles rendent souvent des avis défavorables entravant le développement des centrales photovoltaïques. Les préfets ont tendance à les suivre parce qu'ils craignent sinon d'avoir des recours à gérer. Ils ne font pas la nécessaire synthèse avec la mise en œuvre de la politique publique de transition énergétique », explique Fabrice Cassin, avocat au

Centrale solaire de la Chapelle-Saint-Ursin, dans le Cher, construite par La Générale du Solaire sur une friche industrielle, sans enjeu environnemental.



cabinet LPA-CGR avocats, spécialisé en droit de l'énergie. « Comme elles n'ont pas de compétences spécifiques pour évaluer l'intérêt d'un projet de centrale solaire, leurs avis peuvent être très subjectifs, voire dogmatiques quand il s'agit d'espaces agricoles. Elles font ainsi échouer des dossiers vertueux pour de mauvaises raisons », renchérit Antoine Huard, président du think-tank France territoire solaire¹.

NE PAS DILUER LES RESPONSABILITÉS

Hadrien Clément, directeur général d'Orion Énergies, estime ainsi que les CDPENAF ne devraient plus être consultées dans le cadre de l'instruction des demandes de permis de construire des projets de centrales au sol. « L'administration possède des services extrêmement compétents dont le travail permet déjà de protéger les espaces naturels, agricoles et forestiers. Pour les centrales de plus de 250 kW, l'Autorité environnementale rend un avis global sur l'étude d'impact proposée par le développeur. Quand les mesures obligatoires pour éviter, réduire et

compenser l'impact environnemental sont insuffisantes, elle le dit sans complaisance, loin de là », insiste-t-il. « Rien ne sert d'ajouter des consultations de commissions qui alourdissent les procédures, diluent les responsabilités et n'apportent pas d'expertise supplémentaire. D'autant plus que les CDPENAF ont déjà leur mot à dire en amont sur le classement des terrains dans les documents d'urbanisme, et que les projets de plus de 250 kW sont soumis, après avis favorable de l'Autorité environnementale, à une enquête publique destinée justement à récolter les doléances des citoyens et instances locales », complète Antoine Huard.

Les commissions départementales de préservation des espaces naturels ne devraient plus être consultées durant l'instruction des demandes de permis de construire.

Autre point de blocage, la dérogation à l'interdiction de détruire des espèces protégées

et leurs habitats, que les porteurs de projets doivent solliciter du préfet lorsque la centrale au sol risque d'avoir des conséquences résiduelles significatives malgré les mesures envisagées dans l'étude d'impact pour les préserver. Cette demande est transmise par le préfet au Conseil scientifique régional du patrimoine naturel (CSRPN), ou, par exception, au Conseil national de la protection de la nature (CNPN) lorsque la dérogation concerne des espèces en mauvais état de conservation ou menacées d'extinction en France. Ces conseils doivent donner un avis défavorable à la dérogation dès lors qu'ils estiment que le projet n'est pas d'intérêt public majeur, ou qu'il existe une autre solution satisfaisante, ou que la dérogation nuira au maintien des populations concernées.

Le préfet peut suivre ou non ces avis. « Il y a un enjeu majeur à sauver les espèces protégées. Mais on observe une augmentation du nombre de demandes de dérogations décorrélée de l'augmentation du nombre de projets. Les préfets poussent les développeurs à la demander même lorsqu'elle n'est pas nécessaire selon les textes, toujours pour se prémunir d'éventuels recours », explique Antoine Huard. La profession déplore également que les CSRPN et le CNPN donnent très souvent des avis défavorables. « Certains grands énergéticiens ont choisi, dans l'éolien, de se passer de dérogation, ce qui a fait du tort aux énergies renouvelables, estime Michel Dubromel, pilote du réseau Énergie de France nature environnement (FNE). Ces conseils manquent en outre de données sur les capacités d'adaptation des espèces et sont précautionneux ».



INDISPENSABLE PLANIFICATION

Pour sortir de l'ornière, FNE a publié en début d'année un document, *Le Photoscope*², qui propose des solutions et une méthodologie pour faciliter le dialogue sur le terrain. L'une des recommandations est de mieux planifier localement le développement des centrales au sol. « *Il faudrait qu'un travail de définition de zones d'implantation soit réalisé dans le cadre des Scot* [schémas de cohérence territoriale, ndlr]. *Cela permettrait de sensibiliser en amont le territoire à la notion de compromis et qu'il y ait moins de blocages après* », détaille Michel Dubromel.

FNE estime cependant qu'il y a suffisamment de place hors espaces naturels, agricoles et forestiers, pour atteindre les objectifs fixés par la PPE de 35,1 à 44 GW en 2028. Elle se réfère à des études de l'Ademe recensant 364 GW de potentiel en toiture, 4 GW sur ombrières de parking et 49 GW sur des friches industrielles. Si le potentiel sur ces dernières a été ramené à 18 GW depuis en prenant mieux en compte les contextes locaux³, il resterait largement de quoi faire. « *Mais la réalisation de projets sur les espaces bâtis est plus chère et donc les développeurs n'en veulent pas* », assure Michel Dubromel. « *Nous étudions toutes les possibilités mais dans la réalité, nombreux sont les occupants ou propriétaires de bâtiments qui ne veulent pas de centrale. Nous avons également beaucoup de mal à faire assurer les projets en toiture. Quant aux friches industrielles, elles peuvent être difficiles à raccorder au réseau ou trop petites pour être rentables. Et il est très courant qu'elles abritent une*

Lors de l'installation du parc de Sainte-Hélène (Gironde) par Valorem, la molinie, une espèce de graminée, a été conservée et protégée. Cette dernière sert en effet d'habitat au fadet des laïches, un papillon rare et très menacé à l'échelle européenne.

biodiversité bien plus riche qu'une zone agricole exposée aux pesticides », répond Antoine Huard. Quant à la planification, elle serait évidemment la bienvenue, « *mais nous n'avons plus le temps d'attendre et il n'est pas question que les sites non identifiés dans le cadre d'un zonage soient définitivement exclus de tout projet de développement de centrales, les situations locales évoluant très vite.* »

L'article 4 du projet de loi d'accélération de la production d'énergies renouvelables devrait débloquer un peu la situation s'il est conservé en l'état. Il propose de préqualifier par décret les centrales solaires au sol comme présentant des raisons impératives d'intérêt public majeur d'être construites. « *Cela évitera les avis défavorables à une demande de dérogation de destruction d'espèces protégées au simple prétexte que le projet ne coche pas ce critère. Cela donnera en outre plus d'arguments aux préfets pour autoriser les projets* », commente Hadrien Clément. Une proposition qui, pour une fois, met tout le monde d'accord, puisque FNE affirme ne pas être contre. ■

Les préfets rappelés à l'ordre

Afin d'atteindre les objectifs de la PPE, une circulaire a été adressée par le ministère de la Transition énergétique aux préfets en septembre les enjoignant à prendre toutes les dispositions nécessaires afin d'accélérer le traitement des dossiers. Elle précise notamment que « *le recours à des instances de concertation non indispensable juridiquement doit être strictement évité sauf à ce que la saisine accélère la procédure d'instruction de manière parfaitement avérée. Par ailleurs, s'il convient de prendre en compte l'ensemble des enjeux environnementaux, cette analyse doit être menée avec diligence, en veillant à ce que l'autorisation des dossiers complets, recevables et conformes à la réglementation soit la règle.* »

1. Lire l'étude *Parcours du combattant – Développer un projet de centrale solaire au sol en France, France territoire solaire*, février 2021.

2. <https://fne.asso.fr/publications/photoscope>

3. www.clesdelatransition.org/acteurs-du-monde-rural/exploiter-les-friches-industrielles-pour-produire-des-energies-renouvelables

Une bonne entente : un projet réussi



Benjamin Huriet,

Directeur Ingénierie et Innovation

C'est en misant sur la collaboration avec les parties prenantes locales, accueillant ses projets tout au long de leur durée de vie que Boralex est en mesure de réussir aussi bien ses missions. Entretien avec **Benjamin Huriet**, Directeur Ingénierie et Innovation au sein de Boralex.

Quel est le cœur de métier de Boralex ?

Boralex est un groupe d'origine canadienne spécialisé dans le développement, la construction et l'exploitation de sites de production d'énergies renouvelables depuis plus de 30 ans. Nous sommes spécialisé dans quatre secteurs d'activité : éolien, solaire, hydroélectrique et stockage d'énergie. Nous exploitons actuellement 2,5 GW de production dans le monde.

En France, nous avons commencé par développer des projets éoliens au début des années 2000, puis des projets solaires. Notre 1^{er} actif solaire a été mis en service à Avignonnet-Lauragais en 2011. Côté stockage, le 1^{er} actif de Boralex se trouve également en France dans l'Aube. Notre planification stratégique est ambitieuse. Nous accélérons notre déploiement dans le solaire dans l'objectif d'équilibrer nos portefeuilles d'actifs éolien et solaire d'ici 2030. En parallèle, nous mettons le client au centre de nos intentions en développant une offre commerciale adaptée à tous types de besoins en approvisionnement d'énergie verte. C'est grâce à nos forces vives que l'on peut déployer cette stratégie. Par ailleurs, nous sommes toujours en recherche de nouveaux talents.

“ Nous arrivons en tant qu'invité sur les territoires et nous restons en bons voisins. ”

pourquoi nous ne choisissons pas nos sites au hasard. Nous nous appuyons sur des critères rigoureux allant des sensibilités environnementales et patrimoniales, à la qualité du gisement en passant par tous les aspects technico-économique du site.

N'est-il pas difficile aujourd'hui de s'installer sur de nouveaux territoires ?

Nous avons coutume de dire que nous arrivons en tant qu'invité sur les territoires et que nous restons en bons voisins. Nous sommes présents sur toute la chaîne de valeur d'un projet, donc nous sommes présents sur une longue période. Nous devenons une part intégrante du paysage local. C'est

Nous insistons dès le début d'un projet sur la qualité de son développement, et donc de son intégration, qui permet justement d'être en bonne entente avec le territoire sur toute la durée d'exploitation, soit 20 à 30 ans. C'est pourquoi nous sommes quotidiennement au contact des mairies et des parties prenantes pour, avec eux, développer, pas seulement un projet de production d'énergie, mais un projet porteur de sens pour le territoire. Le débat, quant à lui, en plus de faire partie de notre culture, fait partie de nos métiers. Nous y sommes ouverts lorsqu'il est empreint de constructivité, de raison et de mesure.

Comment l'intérêt croissant des Français pour la transition énergétique se matérialise-t-il dans vos réalisations ?

Les énergies renouvelables sont une opportunité pour les collectivités et les citoyens qui veulent devenir consommateurs. A ce titre, nous travaillons avec les territoires pour proposer des accompagnements sous forme d'investissement ou de financement participatif. Dans le cadre du développement de notre projet solaire de La Clé des Champs, mis en service à l'automne dans le département de la Haute-Loire, nous avons, à titre d'exemple, ouvert le capital en fonds propres du site à hauteur de 40 % aux collectivités et aux citoyens locaux. La campagne, réalisée en parallèle au lancement du chantier, a été un franc succès puisque plus de 150 éco-investisseurs de la région Auvergne-Rhône-Alpes ont participé à l'atteinte de l'objectif.

Contacts :

- Sky56, 18 Rue du général Mouton Duvernet, 69003 Lyon
- communication.france@boralex.com
- <https://www.boralex.com/fr/votre-projet/>
- 04 78 92 68 70

BORALEX

Horizéo : créer de vastes prairies photovoltaïques



Le projet Horizéo, porté par Engie, Neoen et RTE, prévoit la construction de 1 GW à Saucats en Gironde, impliquant de défricher 1 000 hectares de pins des Landes. Ce qui a suscité de vives polémiques en début d'année. Pourtant, l'analyse montre que le bénéfice environnemental est plus favorable avec une centrale photovoltaïque qu'avec une monoculture de pins. PAR CÉDRIC PHILIBERT, ADMINISTRATEUR D'OBSERV'ER

Le projet Horizéo ne fait pas l'unanimité chez les écologistes, c'est sûr. Si certains se positionnent en adversaires résolus du projet, d'autres, beaucoup d'autres, souhaitent l'amender et le modifier, tout en soutenant son principe : les élus Écologie et Solidarités de Bordeaux Métropole, Greenpeace, Observ'ER, Hespul, négaWatt, d'autres encore...

Face à la menace du changement climatique, la filière photovoltaïque jouera un rôle clé, aux côtés de l'éolien, se substituant aux énergies fossiles dans la production d'électricité, puis dans l'économie tout entière via l'électrification des bâtiments, de l'industrie et des transports. La sobriété, pour utile qu'elle soit, ne ramènera pas les émissions de gaz à effet de serre au niveau zéro. Dans le scénario "100 % renouvelables" du Réseau de transport d'électricité (RTE), il faudra en 2050 plus de 200 GW de photovoltaïque. Ou 90 GW dans un scénario où l'on réussirait à garder 16 GW de nucléaire "historique" et à mettre en service 23 GW de "nouveau nucléaire", soit 14 EPR (*european pressurized reactor*). Mais ces perspectives sont bien incertaines, et il serait plus prudent de viser 200 GW de photovoltaïque. Et sans traîner, car on ne mettra pas un kilowatt de nucléaire nouveau en service avant 2035.

MAINTIEN DE LA BIODIVERSITÉ

Deux cents gigawatts, c'est environ 1 000 km² de panneaux. En théorie, diverses études le confirment, on pourrait tous les mettre en toiture, mais c'est deux à trois fois plus cher, et ce serait extrêmement lent. Il y a aussi les parkings, les friches industrielles... C'est bien, mais toujours pas suffisant, ni assez rapide. Surtout si l'on veut réduire très vite l'usage des hydrocarbures russes. Pour cela, l'Europe entend doubler d'ici à 2025 ses capacités photovoltaïques, les quadrupler d'ici 2030. Impossible sans les grandes centrales au sol, qui produisent de l'électricité entre 2 et 5 centimes d'euro le kilowattheure.

Même si cela peut surprendre au premier abord, installer du photovoltaïque sur des terrains aujourd'hui consacrés à la sylviculture intensive peut contribuer au maintien, voire au renforcement de la biodiversité, en favorisant la création de prairies naturelles, véritables "prairies photovoltaïques". Une implantation extensive de panneaux, une technologie en trackers (suivi du soleil), des pieux battus (sans béton), un terrain ni modelé ni drainé, voici quelques-unes des clés qui rendent le

photovoltaïque parfaitement compatible avec la reconstitution de prairies d'herbes hautes. Ainsi par exemple dans une monoculture de pins, qui s'étend sur environ un million d'hectares, quelques éclaircies sur une surface totale de 10 000 à 15 000 hectares – pour une douzaine de gigawatts – auraient un impact positif sur la biodiversité. La surface forestière française gagne 40 000 hectares par an en moyenne (mais pas en 2022), tandis que celle des prairies permanentes diminue de 50 000 hectares par an – c'est un écosystème particulièrement menacé.

BILAN CARBONE TRÈS FAVORABLE

Le bilan carbone serait extrêmement favorable. Mais les arbres, dira-t-on ? Ils sont régulièrement coupés – il ne s'agit pas de l'Amazonie, ni de la forêt de Fontainebleau. C'est durant leur croissance qu'ils captent du CO₂, à raison d'environ 7,5 tonnes par hectare et par an. Les prairies naturelles fixent dans le sol entre 2,7 et 15,4 tCO₂ par hectare et par an, en moyenne autant que la sylviculture. Des panneaux d'origine asiatique, transportés et installés à Saucats, ont une empreinte carbone d'environ 25 gCO₂/kWh et permettent d'éviter 75 gCO₂/kWh sur la base du "contenu CO₂" moyen de l'électricité française. voire beaucoup plus, de 320 à 750 gCO₂/kWh sur la base du contenu carbone du kWh "marginal", l'électricité photovoltaïque remplaçant du gaz ou du charbon dans des centrales thermiques françaises ou européennes, ou des carburants pétroliers grâce aux véhicules électriques. En tout, un bilan positif entre 50 et 700 tonnes de CO₂ par hectare.

La valeur économique de l'électricité produite à l'hectare est très supérieure à celle de la sylviculture. Dans le cadre de la compensation forestière due au titre du Code forestier, cette valeur supérieure peut fournir les moyens d'une évolution favorable des exploitations sylvicoles vers une plus grande diversité des espèces, une meilleure résistance aux événements météorologiques extrêmes et aux incendies et une diversification des produits forestiers.

En redessinant un peu le projet Horizéo, on pourrait ne pas avoir à choisir entre lutter contre les changements climatiques et préserver la biodiversité.

Les incendies de cet été ont montré la fragilité de la forêt landaise face aux canicules et sécheresses, et face au risque d'incendie. Plus de 20 000 hectares sont partis en fumée. De tels épisodes sont appelés à se produire de plus en plus souvent. Au total, les incendies de juillet et août dans le monde, ont occasionné des

émissions supplémentaires de CO₂ estimées à 2,5 milliards de tonnes. Il va falloir repenser l'organisation de nos forêts à l'avenir, si l'on veut les préserver. Il va peut-être falloir se résigner à créer des trouées déboisées, à la fois coupe-feu naturels, voies d'accès et bases d'appui pour les pompiers. Des coupes organisées, l'utilisation du bois comme matériau ou source d'énergie valent évidemment mille fois mieux que les incendies. Installer des lignes de production photovoltaïques sur ces coupe-feu fournirait les moyens financiers d'un entretien continu. À compter de l'été 2022, il faut penser l'installation de photovoltaïque en forêt non seulement comme un moyen de réduire les dérèglements climatiques, mais aussi comme une façon de s'y adapter.

Le projet de loi d'accélération des renouvelables s'en tient malheureusement aux recettes classiques pour l'installation du photovoltaïque : parkings, bordures d'autoroutes. Sa discussion prochaine serait pourtant l'occasion d'engager un débat sur la nécessité d'équiper de photovoltaïque un tout petit pourcentage des surfaces agricoles et forestières. ■

Une petite partie des monocultures de pins pourrait être avantageusement remplacée par quelques centrales photovoltaïques au sol.



L'impact carbone du photovoltaïque surestimé

Le contenu carbone de l'électricité photovoltaïque a drastiquement diminué depuis l'explosion industrielle de la filière. Il est temps de mettre à jour les valeurs de référence afin de donner toute sa place à l'énergie décarbonée par excellence qu'est le solaire.

PAR DANIEL MUGNIER, PRÉSIDENT DU PROGRAMME SYSTÈMES PHOTOVOLTAÏQUES (PVPS) DE L'AGENCE INTERNATIONALE DE L'ÉNERGIE

A lors que le monde et surtout l'Europe fait face à une période complexe où enjeux géopolitiques et environnementaux s'entrechoquent, la communauté internationale s'accorde unanimement pour mettre en place une transition écologique massive. Au-delà des efforts très importants à réaliser dans l'efficacité énergétique au niveau de nos secteurs du bâtiment, des transports et de l'industrie, une des priorités est le déploiement à grande échelle des énergies renouvelables et en particulier du solaire photovoltaïque. Or, dans l'opinion publique et même pour certains décideurs, le photovoltaïque reste une énergie certes renouvelable et propre, mais qui traîne encore une réputation, largement infondée, de mauvaise élève en termes de contenu carbone et de recyclabilité. Cette image d'Épinal peut être battue en brèche de manière factuelle et pragmatique au moyen d'éléments nouveaux. En effet, le secteur photovoltaïque est porté à la fois par une innovation galopante et par une augmentation des volumes de marché exponentielle.

DYNAMIQUE EXCEPTIONNELLE

En début d'année, une magnifique lueur d'espoir est apparue pour la filière solaire française : le marché a été multiplié par près de trois entre 2020 et 2021. En effet, l'an dernier, 2,8 GW supplémentaires ont été raccordés, contre seulement 1,2 GW l'année précédente. La puissance du parc solaire photovoltaïque a ainsi atteint 14 GW à la fin de l'année 2021. Cette très forte augmentation s'explique par une hausse du nombre de raccordements, mais aussi par une proportion élevée de raccordements de centrales de forte puissance. La production d'électricité d'origine solaire photovoltaïque s'élève à 14,8 TWh au cours de l'année 2021, en hausse de 11 % par rapport à 2020. Elle représente 3,1 % de la consommation électrique française sur cette période.

Le pari n'est toutefois pas gagné, car les objectifs officiels sont encore loin d'être atteints (de 35 à 44 GW raccordés fin 2028) et ils sont notoirement insuffisants pour répondre au défi de la neutralité carbone. Il faudra donc conserver, voire renforcer, la dynamique actuelle pour y parvenir.

L'autoconsommation continue de progresser au sein du parc français. Selon le Service des données et des études statistiques du ministère de la Transition écologique, plus d'un quart des installations photovoltaïques de France métropolitaine était en mode

autoconsommation totale ou partielle à la fin du troisième trimestre 2021. Cette part représente 6,5 % de la puissance totale installée, un chiffre en hausse de 2,5 points par rapport au trimestre précédent.

CONTENU CARBONE VERTUEUX

Le contenu carbone du photovoltaïque a connu une diminution très importante depuis deux décennies. Dans les années 2000, on parlait d'un contenu carbone de l'ordre de 70 g d'équivalent CO₂ par kWh (gCO₂eq/kWh), ce qui positionnait le solaire comme largement plus vertueux que toutes les énergies fossiles pour la production d'électricité. Mais il restait plutôt mal placé par rapport aux autres sources d'énergies décarbonées, dont l'éolien et le nucléaire. Ainsi, le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat prend encore pour valeur de référence 66 gCO₂eq/kWh¹, malgré les innovations technologiques et la décarbonisation des moyens de production des matériels solaires.

Parmi les innovations importantes, on notera l'amélioration du process fabrication des wafers, qui a permis la diminution de leur épaisseur et la réduction des pertes dues au sciage. Ainsi, l'institut allemand Fraunhofer ISE indique qu'il fallait 16 g de silicium par Wc en 2004, contre environ 3 g/Wc en 2020 (lire *Le Journal du Photovoltaïque* n° 42).

Grâce au travail titanesque du programme Systèmes photovoltaïques (de l'Agence internationale de l'énergie) et de son groupe de travail dédié à l'approche environnementale du photovoltaïque (Task 12)², les scientifiques du monde entier ont entrepris d'actualiser les valeurs du contenu carbone de

Durabilité, l'ADN Fronius

acteur de la révolution énergétique

Nous sommes fiers de confirmer que nos onduleurs permettent d'économiser plus d'émissions de CO₂ que celles générées par leur fabrication, leur utilisation et leur élimination. Analyse de cycle de vie du Fronius GEN24 Plus, réalisée par l'institut indépendant Fraunhofer.



Production à l'énergie
renouvelable



Transport
eco-responsable



Matières premières
recyclables



Produits réparables

Pour en savoir plus RDV au stand Fronius - Salon Energaïa 2022, Montpellier : **hall B2, A26**



l'électricité photovoltaïque. Plusieurs entités françaises, dont le CEA Liten et EDF, participent notamment activement à ces études, avec l'appui de l'Ademe. Une étude récente belge réalisée par l'organisation Énergie Commune et l'institut Becquerel a permis de conduire à de nouveaux chiffres consolidés³. Ce travail s'appuie lui-même sur une étude scientifique extrêmement sérieuse parue en juin 2021⁴. Tous ces auteurs ont utilisé les analyses de cycle de vie du berceau à la tombe ("Life Cycle Inventories") de la Task 12 du programme IEA-PVPS de 2020 pour évaluer l'impact environnemental des centrales au sol photovoltaïques.

ÉMISSIONS QUASI NULLES

Les résultats s'accordent pour constater une réduction de 49 % des émissions de CO₂ par kWc pour le silicium monocristallin et une réduction de 32 % pour le silicium polycristallin, par rapport à la fin des années 2000, au moment de la naissance industrielle du photovoltaïque. Ces résultats mènent à des valeurs actuelles pour les facteurs d'émission de l'électricité produite respectivement de 23 et 25 gCO₂eq/kWh. Pour mesurer le progrès, il faut se souvenir de la valeur considérée actuellement par l'Ademe dans ses bilans carbone : 43 gCO₂eq/kWh, soit pratiquement deux fois plus !

Certes, le contenu carbone du kWh photovoltaïque varie fortement, y compris pour une même technologie. Cette variabilité dépend des paramètres pris en compte pour le mesurer :

- la performance du système photovoltaïque ;
- l'ensoleillement du lieu d'installation ;
- la précision des données utilisées pour évaluer le poids CO₂ du système photovoltaïque.

L'industrie solaire utilise donc quatre fois moins de matière et d'énergie qu'auparavant pour fabriquer les cellules. La division par deux du poids carbone du kWh photovoltaïque est capitale pour l'intégration

définitive et massive dans le mix énergétique du futur. En effet, un grand nombre d'éléments déclencheurs de décisions politiques d'une part et de passage à l'acte des citoyens ou des chefs d'entreprise d'autre part résident dans la dimension vertueuse des technologies vis-à-vis du changement climatique. Tout le monde sait à présent que toute technologie de production d'énergie a un impact carbone. Resituer le solaire parmi les sources à émission quasi nulle (du niveau de l'éolien et même presque du nucléaire) va contribuer à l'imposer. Enfin et surtout, montrer et expliquer la dynamique de réduction drastique du poids CO₂ en si peu de temps est aussi un message extrêmement positif. ■

1. Annex III, Technology-specific cost and performance parameters. In Climate Change 2014 : Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC, 2014. <https://bit.ly/3vCA2ro>

2. Life Cycle Inventories and Life Cycle Assessments of Photovoltaic Systems 2020, IEA-PVPS, décembre 2020. <https://bit.ly/3KdKR8y>

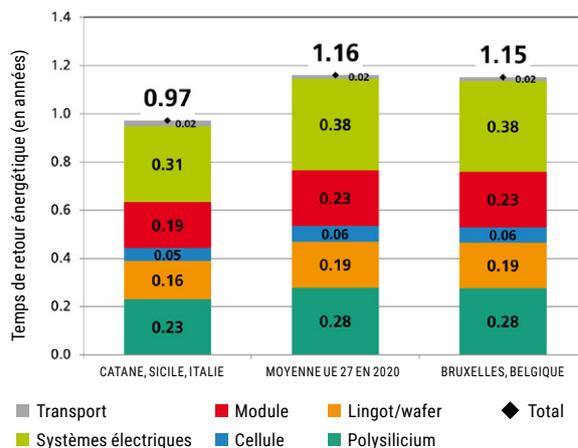
3. <https://bit.ly/30m5kez>

4. Updated sustainability status of crystalline silicon-based photovoltaic systems : Life-cycle energy and environmental impact reduction trends, Vasilis Fthenakis, Enrica Leccisi, juin 2021. <https://bit.ly/3MkQblm>

Retour énergétique, un an

Au-delà du poids carbone et en corollaire, il est aussi très intéressant de mettre à jour la notion de temps de retour énergétique à l'aune de ces nouveaux résultats environnementaux. C'est ce que fait le Fraunhofer ISE allemand en tant que laboratoire international de référence. La fabrication de modules photovoltaïques nécessite-t-elle plus d'énergie que ces modules sont capables d'en produire durant leur durée de vie, comme on l'entend encore parfois ? L'énergie retournée sur l'énergie investie décrit la relation entre l'énergie fournie par une centrale électrique et l'énergie dépensée pour sa construction. Le temps de retour énergétique indique la durée de fonctionnement d'une centrale électrique nécessaire pour "rembourser" la quantité d'énergie investie, variable en fonction de la technologie et de l'emplacement de la centrale solaire.

Cette étude du Fraunhofer ISE sur les centrales photovoltaïques avec la technologie photovoltaïque actuelle (modules PERC monocristallins) a déterminé des temps de retour énergétique d'environ un an pour les sites de pro-



duction et d'exploitation européens. Avec une durée de vie de vingt-cinq à trente ans, cela se traduit par un facteur de rendement énergétique bien supérieur à 20.

SMA : experts de l'énergie solaire



David Lawson,
Head of Marketing

Alors que la transition énergétique s'accélère et que les énergies renouvelables sont au cœur de toutes les préoccupations, SMA met à disposition des entreprises des solutions innovantes pour leur permettre de relever ce défi et de garantir leur indépendance énergétique.

David Lawson, Head of Marketing de SMA Western Europe, nous en dit plus..

Quel est votre positionnement ?

Nous développons et fabriquons des systèmes permettant à nos clients une indépendance énergétique, contribuant ainsi à la transition énergétique actuelle.

Au-delà des onduleurs solaires qui est notre cœur d'activité, nous concevons aussi des systèmes de stockage, de recharge pour véhicules électriques et de gestion intelligente de la consommation énergétique.

Quelles sont vos solutions phares ?

Le Business Storage Package est une solution innovante et intéressante dans le contexte actuel. Elle permet de sécuriser l'approvisionnement énergétique tout en réduisant la facture. Cette solution se compose de différents éléments parfaitement ajustés entre eux, avec une armoire de stockage de 67 kWh dont la charge et décharge sont gérées par un onduleur chargeur. Le tout est piloté par le SMA Data Manager qui définit et lance les consignes en fonction des objectifs. Le Business Storage Package peut compléter des installations photovoltaïques ou fonctionner de manière autonome. Ses cas d'usage sont l'augmentation de l'autoconsommation, l'écrêtage des pics de consommation ou bien encore l'optimisation de la facture électrique en fonction des tarifs heures pleines heures creuses. Cette solution permet aux entreprises d'atteindre une certaine flexibilité et évolutivité, grâce notamment à son système échelonné jusqu'à une puissance de l'ordre du mégawatt.

“ SMA va continuer à développer des systèmes qui donnent à nos clients une indépendance énergétique maximale .”

de production et de pilotage d'énergie solaire. Cette solution intègre la fonction « System Manager » avec un accès direct à la

plateforme de surveillance Sunny Portal powered by ennexOS. Jusqu'à cinq onduleurs SMA et un compteur d'énergie peuvent être pilotés sans ajout de matériel. Le Sunny Tripower X assure la régulation dynamique de la puissance active et réactive via SMA Dynamic Power Control. Il est disponible avec des versions de puissances AC de 12000 W, 15000 W, 20000 W ou 25000 W. Pour les installations de grandes tailles, notre ambition est de contribuer à des réseaux stables, essentiels à l'expansion des énergies renouvelables. Nous avons ainsi développé les solutions SMA Grid Forming. Associées par nature à du stockage et des onduleurs à batterie, ces solutions fournissent tous les services réseaux : inertie, résistance système, redémarrage et restauration du système. Cette stabilité réseau entre de plus en plus dans les modèles économiques des grands projets. Elle se combine à d'autres usages tels que l'arbitrage ou la régulation de fréquence pour une rentabilité maximisée de la centrale.

Dans le segment du petit tertiaire, industriel et commercial, nous proposons le Sunny Tripower X, un véritable système

de production et de pilotage d'énergie solaire. Cette solution intègre la fonction « System Manager » avec un accès direct à la

Comment voyez-vous votre secteur évoluer ?

Nous nous attendons à un développement massif du photovoltaïque sur de nombreux marchés. La France a, à ce jour, atteint une capacité installée d'environ 13 GW et connaît actuellement une croissance de 2 GW annuels. Cette croissance devrait être doublée voire triplée afin que les objectifs gouvernementaux puissent être atteints ! Forts de ces constats, SMA va continuer à développer son offre de systèmes « plug & play » complets qui donnent à nos clients une indépendance maximale dans leur utilisation de l'énergie propre. Dans ce cadre, le stockage, l'électromobilité, le soutien réseau et la digitalisation resteront au cœur de notre offre, tout comme nos valeurs de durabilité, d'innovation et de qualité.

Contacts :

• info@SMA-France.com



Regain d'intérêt pour l'autoconsommation collective

La hausse des prix de l'énergie rend par comparaison les coûts de l'autoconsommation collective plus attractifs qu'auparavant. De plus en plus d'acteurs publics et privés se tournent vers ce créneau en tant que consommateurs, producteurs mais aussi intermédiaires. PAR CAROLE RAP

L'autoconsommation collective connaîtrait-elle enfin le succès ? Le nombre d'opérations actives comptabilisées par Enedis a doublé en 15 mois, atteignant 102¹ à fin juin 2022. « Et 112 à fin août, auxquelles s'ajoutent 113 déclarations déposées auprès d'Enedis pour de futures opérations », précise Rémi Bastien, président d'Enogrid, société créée fin 2018 sur ce secteur de niche. Cette dernière fournit des services et des outils aux porteurs de projets et aux personnes morales organisatrices (PMO), ces structures obligatoires dont le rôle principal est de rassembler les différents producteurs et consommateurs et de définir la clé de répartition de la production. « Le nombre de projets en étude et en demande d'accompagnement a explosé depuis début 2022. Nous avons fait plus d'études en un semestre que sur toute l'histoire d'Enogrid », assure Rémi Bastien.

L'autoconsommation collective fournit une électricité à un prix compétitif malgré les taxes auxquelles elle est soumise.

Principale explication de cet engouement, la perspective de projets enfin rentables. « La rentabilité de l'opération se regarde de plusieurs parties : le producteur, qui doit être rémunéré pour rentabiliser son investissement et le consommateur, qui doit aussi y trouver son compte. Les premières opérations d'autoconsommation collective n'avaient pas de rentabilité », rappelle Melodie de l'Epine, coordinatrice du pôle photovoltaïque pour Hespul, association spécialisée dans les énergies renouvelables et l'efficacité énergétique. Les producteurs actuels sont principalement des collectivités locales autoconsommant l'énergie produite sur un bâtiment (école, mairie...) et fournissant la part non consommée à quelques habitants ou commerçants au passage. Ou des bailleurs sociaux cherchant à réduire les charges variables de leurs locataires.

RÉGLEMENTATION FAVORABLE

L'autoconsommation collective bénéficie de la forte hausse du prix brut de l'électricité. Elle permet aux producteurs de fixer des tarifs plus élevés, tandis que les autoconsommateurs restent gagnants. « La tendance actuelle est à la lisibilité. Les producteurs proposent des prix contenus dans le temps, qui sont fixes ou qui évoluent de quelques pourcents par an, pour tenir compte du fait que



les frais d'exploitation peuvent augmenter. Nous observons également des tarifs indexés sur le tarif réglementé de vente (TRVE) pour des projets avec des particuliers », indique Rémi Bastien d'Enogrid. À noter que l'État a réduit à presque rien l'accise² depuis le 1^{er} février 2022, au titre du bouclier tarifaire. Cette taxe, qui s'élevait à

Pour maîtriser leur facture d'électricité, les entreprises et zones d'activité se tournent de plus en plus vers l'autoconsommation collective.

22,5 €/MWh, est tombée à 0,5 €/MWh pour les entreprises dont le compteur est supérieur à 36 kVA, et à 1 €/MWh pour les autres, dont les particuliers. Mais même si l'accise était réévaluée, l'autoconsommation collective resterait rentable au vu des cours actuels de l'énergie.

Autre facteur favorable pour l'autoconsommation collective, l'arrêté tarifaire mis en place le 6 octobre 2021 (dit "S21"), assure un débouché pour la vente du surplus à EDF Obligation d'achat pendant 20 ans. Le tarif d'achat actuel est d'environ 11 c€/kWh pour les installations de 100 à 500 kW, qu'elles soient en autoconsommation collective ou en vente totale ; et de 6 à 10 c€/kWh pour celles de moins de 100 kW (vente de surplus uniquement). « Cela simplifie beaucoup les choses. Avant, il fallait trouver un acheteur qui faisait l'achat du surplus et était responsable d'équilibre,



souvent dans le cadre de contrats de trois ans, qu'il fallait renégocier, avec des frais d'administration fixes. Si le projet générerait peu de kWh, il était perdant », souligne Melodie de l'Épine. Cette possibilité est toutefois réservée aux projets sans subvention. Il s'agit donc de bien étudier son modèle d'affaires pour mesurer son intérêt réel.

LES ENTREPRISES S'Y METTENT

Dans un contexte si propice, les lignes des projets d'autoconsommation collective sont en train de bouger. Les 102 opérations actives à fin juin 2022 sont pour la quasi-totalité des centrales en toiture de petite taille (52 kW en moyenne), portées par des collectivités ou des bailleurs. De nouveaux acteurs se manifestent. Des collectivités productrices qui songeaient à la vente totale pour des puissances de plus de 100 kW, passent en autoconsommation collective afin de fournir l'électricité à leurs propres bâtiments à un prix intéressant, le fait de devoir payer le tarif d'utilisation du réseau public d'électricité (Turpe) et l'accise étant compensés par le gain sur la fourniture. « C'est aussi un segment profitable pour les entreprises, en tant que producteurs et/ou consommateurs. Certaines se positionnent aussi comme PMO, monteurs d'opérations, exploitants », constate Richard Loyer, délégué général du syndicat des professionnels de l'énergie solaire Enerplan. « Il y a un effet d'entraînement très intéressant sur les zones d'activité, autour d'entreprises intéressées par l'autoconsommation », assure Rémi Bastien. « Certes il y a beaucoup d'envie chez les entreprises car elles voient leurs factures d'électricité exploser. Mais derrière, ce n'est pas forcément aussi facile. Une entreprise

autoconsommatrice peut déménager, vendre ses locaux, cesser son activité, et la nouvelle n'aura pas le même profil de consommation. Une entreprise qui veut produire de l'électricité et la vendre à d'autres entreprises sur 20 ans, c'est un risque pour la banque qui va financer le projet. Mon conseil, c'est de bâtir un projet autour d'une collectivité qui assure une réelle stabilité du modèle, puis ensuite de l'ouvrir », prévient Daniel Mugnier, directeur délégué solaire et innovation pour le bureau d'études Planair. C'est le modèle choisi par le Sydela pour un projet en cours de développement. La SEM Sydela Énergie et la communauté de communes Sud Retz Atlantique, en Loire-Atlantique, vont utiliser une partie de la toiture du nouveau bâtiment logistique de l'entreprise MFC (Manufacture française du cycle) pour une opération d'autoconsommation collective de plus d'1 MW intégrant 34 équipements publics et plusieurs industriels locaux. Autre tendance, l'augmentation de la taille des projets, et l'arrivée de centrales au sol. Depuis l'ordonnance du 3 mars 2021, l'autoconsommation collective est devenue accessible aux bâtiments reliés au réseau haute tension (HTA) alors qu'elle était auparavant limitée aux producteurs et consommateurs raccordés au réseau basse tension. Cela permet d'augmenter la taille des installations, sachant que la puissance cumulée d'une opération d'autoconsommation collective est plafonnée à 3 MW en France métropolitaine. Il reste donc de la marge. « Cela ne se traduit pas encore dans les chiffres, mais on a des opérations qui montent en puissance, avec 1, 2 voire 3 MW », note Richard Loyer. « Nous avons des projets en étude où l'on arrive à la limite des 3 MW, par exemple avec 2 producteurs en toiture de 1 à 2 MW. Nous avons également étudié une centrale au sol de 5 MW qui sera divisée en deux opérations d'autoconsommation collective sur une grosse zone d'activité », assure Rémi Bastien. ■

Taxation en question

À la différence de l'autoconsommation individuelle, les projets en autoconsommation collective sont soumis à la fois au Turpe (tarif d'utilisation des réseaux publics d'électricité) et à l'accise (voir note 2 ci-dessus). Le niveau des prélèvements est similaire à celui d'un contrat de fourniture classique. Le prix de l'électricité se décompose donc en trois : une part Turpe, une part accise et une part fourniture (l'électron). Pour proposer un tarif attractif aux yeux des consommateurs, les producteurs doivent leur vendre les électrons à des prix inférieurs à ceux qu'ils pourraient trouver ailleurs. Soit 6 cents ou moins le kWh pour les collectivités, avant la crise énergétique. Or jusqu'à présent, la quasi-totalité des centrales en autoconsommation collective étaient en toiture et de petite puissance, ce qui alourdit les coûts de construction. « Produire à 6 cents le kWh en toiture pour vendre à ce prix en autoconsommation collective, c'est quasiment impossible. Il faudrait un bâtiment neuf, avec une surface permettant d'installer au moins 500 kW. Mais si la part fourniture est à 10, 12 voire 15 cents le kWh, vendre de l'électricité via l'autoconsommation collective devient intéressant », analyse Emmanuel Bourien, chargé de projets Énergies renouvelables et Innovation pour le Syndicat départemental d'énergie de la Loire-Atlantique (Sydela).

1. Ces 102 opérations représentent 2 producteurs et 11 consommateurs en moyenne, et une puissance totale de 5262 kVA. Source : Enedis open data.

2. La TICFE (taxe intérieure sur la consommation finale d'électricité, anciennement CSPE) et la TLCFE (taxe locale sur la consommation finale d'électricité) sont fusionnées progressivement depuis le 1^{er} janvier 2022 pour devenir le droit d'accise sur l'électricité.

APsystems : innovation, performance et fiabilité



Aymeric Chollet,

Directeur Commercial Europe

Avec ses solutions innovantes, fiables et performantes, APsystems est un acteur incontournable de l'industrie solaire photovoltaïque.

Aymeric Chollet, Directeur Commercial Europe de APsystems, répond à nos questions sur le positionnement de l'entreprise, ses gammes de produits et les dernières nouveautés.

Quel est votre positionnement ?

APsystems est leader mondial dans la conception et la fabrication de solutions d'électronique de puissance au niveau du module pour l'industrie solaire photovoltaïque. Inventeur du micro-onduleur multi-module, APsystems a développé une gamme de micro-onduleurs connectant 2 ou 4 panneaux solaires pour le résidentiel et une gamme pour les bâtiments industriels ou tertiaires avec une garantie allant jusqu'à 20 ans.

APsystems propose des produits à la pointe de l'innovation. D'ici la fin d'année, le lancement d'une solution de stockage d'électricité pour le résidentiel est prévue. En France, nous nous positionnons, d'ailleurs, comme un acteur incontournable du solaire résidentiel avec plus de 20 % de parts de marché.

Avec des solutions installées dans plus de 100 pays, le développement à l'international du groupe répond aux besoins de l'ensemble des intervenants du marché, les distributeurs, installateurs, intégrateurs et utilisateurs.

Quels sont les avantages de vos micro-onduleurs solaires ?

2022 est une année stratégique. Nous poursuivons notre forte croissance avec plus de 2,5 GW de produits livrés, soit plus de 2 millions de modules connectés dans le monde. Le groupe s'est aussi introduit sur le marché boursier de Shanghai pour accélérer son développement.

“ Nous lançons l'onduleur natif triphasé QT2 qui offre un équilibrage parfait des phases et une puissance de sortie de 2 000 W AC.”

Au niveau de nos produits, nous avons également enrichi et renouvelé notre gamme de micro-onduleurs avec la série DS3 pour le résidentiel, la 3^e génération de micro-onduleurs duo proposant des puissances de 600 à 960 watts ainsi que la 2^e génération de micro-onduleur quad triphasé

natif avec le QT2 pour les grands bâtiments et offrant une puissance de 2 000 watts AC.

L'onduleur est le chef d'orchestre des installations photovoltaïques. Il transforme le courant continu produit par les panneaux en courant alternatif et permet de gérer sa réinjection sur le réseau. Cette technologie offre plusieurs d'avantages :

- la sécurité ;
- la fiabilité avec des durées de vie moyenne de 25 ans contre 10 ans pour des onduleurs en chaîne ;
- la performance : les micro-onduleurs transforment l'énergie panneau par panneau maximisant ainsi le scope d'utilisation ;
- l'intelligence : la mise en parallèle des équipements permet de monitorer l'ensemble du système panneau par panneau et de réduire les coûts de maintenance ;
- la disponibilité : les installations dotées de micro-onduleurs n'ont pas de point unique de défaillance.

Quels sont les sujets qui vous mobilisent ?

Cet automne, sur le marché français, nous lançons l'onduleur natif triphasé QT2 qui offre un équilibrage parfait des phases et une puissance de sortie de 2 000 W AC ce qui en fait le micro-onduleur le plus puissant du marché. Les panneaux photovoltaïques ont des puissances comprises entre 350 et 500 W en moyenne avec une tendance à la hausse atteignant les 680 W pour certains. Le QT2 prend en charge ces puissances permettant ainsi aux industriels de bénéficier de la technologie micro-onduleurs multi-modules à un coût très compétitif tout en améliorant le temps de retour sur investissement des installations. Enfin, le QT2 permet des économies d'échelle significatives, car il adresse quatre panneaux, contre un à deux pour les autres micro-onduleurs du marché.

Contacts :

- www.APsystems.fr



Solaire flottant : la nouvelle conquête

Quand une idée prend l'eau, ce n'est généralement pas une bonne nouvelle. Dans le cas du solaire, le développement sur les plans d'eau offre au contraire de belles perspectives ! PAR ANNE-CLAIRE POIRIER

Si l'on en croit les objectifs fixés par la programmation pluriannuelle de l'énergie en 2019, le solaire photovoltaïque est promis à une croissance exceptionnelle en France. En effet, l'État vise 20 GW installés d'ici fin 2023 et jusqu'à 44 GW d'ici 2028, contre environ 12 GW fin 2021. Toutefois ces objectifs, si ambitieux soient-ils, doivent être mis en face d'une autre réalité : les installations photovoltaïques ne sont pas les bienvenues partout, loin de là ! Le sol, en particulier, est déjà soumis à une intense concurrence des usages et les centrales solaires arrivent encore loin dans l'ordre des priorités, derrière l'agriculture, l'urbanisme ou même la reforestation. D'ail-

leurs, l'État a décidé d'orienter les projets photovoltaïques, à travers les appels d'offres, vers les terrains dits dégradés ou délaissés : friches industrielles, anciennes carrières, décharges, etc. Là, les développeurs jouent sévèrement des

L'entreprise lilloise Ciel & Terre a développé de nombreux projets de solaire flottant en Asie, comme ici au Cambodge.



CIEL & TERRE INTERNATIONAL



Centrales flottantes mises en service aux Pays-Bas par BayWa r.e : la centrale de Sellinger de 41,1 MW (ci-dessus) et celle de Tynaarlo de 8,4 MW (ci-contre).

coudes pour gagner leur place au soleil et les prix consentis pour obtenir l'exclusivité des terrains dépassent parfois l'entendement (lire *Le Journal du Photovoltaïque* n° 40, dossier "L'enjeu de l'accès au foncier").

POTENTIEL SUPÉRIEUR À 10 GW EN FRANCE

C'est d'abord pour échapper à cette folle pression que des pionniers ont eu l'idée de partir à la conquête des eaux et de développer le solaire flottant, dit parfois "flotovoltaïque". En France, les nordistes de Ciel & Terre se sont lancés dès 2011, mais leur développement a d'abord eu lieu à l'international et plus particulièrement au Japon où la problématique foncière est encore plus brûlante. Selon le cabinet d'études Global Industry Analysts (GIA), la région Asie-Pacifique devrait d'ailleurs constituer le gros du développement flotovoltaïque dans les années à venir. Celui-ci prévoit que la puissance installée mondiale devrait tripler d'ici 2026, pour atteindre 4,8 GW, dont 60 % en Asie. L'Europe n'est pas en reste avec plus de 400 MW installés ou sur le point de l'être, selon Ciel & Terre. Sans surprise, ce sont



les Pays-Bas qui ont accueilli les premiers projets flottants, à partir de 2018. BayWa r.e, un des pionniers européens du solaire flottant, y a installé 12 de ses 13 projets pour une puissance cumulée de près de 200 MW. L'intérêt se confirme également en France où le premier projet, de 17 MW, a été installé en 2019 à Piolenc (Vaucluse) par Akuo et Ciel & Terre. Aujourd'hui, plus de 60 MW de projets flottants sont raccordés en France et 300 MW supplémentaires sont en cours de développement. Pour des raisons évidentes d'acceptabilité, les développeurs ciblent en priorité les plans d'eau à faible valeur patrimoniale et environnementale, tels que les barrages hydroélectriques, les retenues d'irrigation ou les lacs de carrières et miniers. EDF devrait ainsi inaugurer au printemps sa première

centrale flottante de 20 MW sur la retenue d'eau de la centrale hydroélectrique de Lazer (Hautes-Alpes). Autre projet d'envergure : l'établissement public territorial de bassin (EPTB) qui gère le fleuve Adour et ses affluents dans le bassin aquitain, prévoit de solariser ses 22 plans d'eau de soutien d'étiage d'ici à 2030, soit entre 35 et 55 MW installés. Au total, la solarisation de ces plans d'eaux artificialisés représente dans l'Hexagone un potentiel supérieur à 10 GW, selon l'Institut national de l'énergie solaire (Ines).

RETOURS D'EXPÉRIENCE ENCOURAGEANTS

Sur l'eau, les acteurs doivent s'adapter à des contraintes spécifiques liées notamment aux variations de niveau, au vent et au clapot : « *les flotteurs concentrent une bonne partie de notre attention car les efforts d'élongation/compression peuvent être importants, il faut s'assurer qu'ils résisteront aux efforts de fatigue et environnementaux (vent, vagues, etc.). On vérifie également leur bonne résistance aux UV, afin de garantir leur performance mécanique* », illustre Vincent Grumetz, directeur France et Europe de Ciel & Terre. Quelques années d'expérience ont permis de faire évoluer les techniques : « *au début, nos îlots avaient des côtés en escalier. On s'est rendu compte que cela entraînait des concentrations d'efforts et nous préférons désormais des formes rectangulaires ou carrées* », illustre-t-il. De son côté, BayWa a renoncé au modèle terrestre des lignes de panneaux

Les premiers résultats montrent un impact positif des centrales solaires flottantes sur la faune et la flore.

orientées vers le sud. Au lieu de cela, les panneaux sont adossés sur un axe est-ouest, formant de petits toits peu exposés à la prise au vent. « *La partie ancrage est également très importante* », précise encore Vincent Grumetz. « *Si le niveau d'eau varie amplement, il faut s'assurer que l'îlot ne touchera pas le fond ou dérivera trop près des berges par exemple.* »

Au final, la cohabitation entre le solaire et l'eau donne des résultats encourageants. Par exemple, la fraîcheur de l'eau refroidit les panneaux qui affichent de meilleures performances qu'à terre. Les loyers y sont généralement plus bas et les frais liés au débroussaillage de la végétation disparaissent également. « *Résultat, même si l'investissement de départ est supérieur – 30 à 35 % –, on se rattrape sur les coûts d'exploitation moins importants* », conclut Benoît Roux, en charge du développement solaire chez BayWa r.e. L'absence de conflit d'usage facilite

À Piolenc, dans le Vaucluse, Akvo Energy a mis en service en 2019 une centrale flottante de 17 MW.



Axdis
pro

L'EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE AU QUOTIDIEN



Photovoltaïque • Génie électrique
Génie climatique • Isolation
Éclairage • Borne de recharge



Consommer mieux grâce aux nouvelles énergies

- ✓ Réduire la consommation des énergies fossiles
- ✓ Diminuer l'empreinte CO2
- ✓ Améliorer l'efficacité énergétique des bâtiments
- ✓ Réduire la facture énergétique
- ✓ Favoriser l'indépendance énergétique

AXDIS PRO, le distributeur B2B de l'efficacité énergétique

01 41 40 84 32 | www.axdispro.com | contact@axdis.fr |   



l'acceptabilité des projets, même si l'opposition existe malgré tout. Dans le Morvan par exemple, l'EPTB Seine Grands Lacs a renoncé à la solarisation du lac-réservoir de Pannecière devant l'opposition des riverains.

Du côté de l'impact environnemental, les résultats sont eux aussi encourageants. Aux Pays-Bas, BayWa r.e mène depuis février 2020 une étude sur le parc Bomhofsplas (27,4 MW) en partenariat avec l'université des sciences appliquées de Hanze (Groningen). Les premiers résultats montrent un impact positif sur la faune et la flore. En période de forte chaleur, les îlots fournissent de l'ombre aux poissons et limitent l'évaporation de l'eau. Le poids de l'installation a également tendance à réduire le clapot, ce qui diminue l'érosion sur les berges. Enfin, la biodiversité peut même être stimulée en installant des nurseries à poissons sous les flotteurs, comme c'est le cas à Bomhofsplas.

UN CADRE À IMAGINER

Signe des temps, le Syndicat des énergies renouvelables a lancé en décembre un groupe de travail sur le solaire flottant. « *Le sujet a beaucoup mobilisé nos adhérents en 2021. Nous les avons donc réunis pour voir quelles sont leurs préoccupations et les pistes à développer pour accompagner le développement du solaire flottant* », explique Marie Buchet, responsable solaire au sein du syndicat. En premier lieu, les acteurs regrettent qu'il n'existe pas de coup de pouce spécifique au solaire flottant. Certes, les plans d'eau figurent dans la liste des sites délaissés ou dégradés qui génèrent un bonus de neuf points sur les

Centrale de 2,2 MW installée par Ciel & Terre sur un réservoir d'irrigation de Takamatsu (préfecture de Kagawa), au Japon.

100 points des appels d'offres de la Commission de régulation de l'énergie, mais les projets flotovoltaiques se retrouvent tout de même en concurrence avec des projets à terre. « *On pourrait imaginer un bonus supplémentaire* », défend ainsi Marie Buchet. Des questions de procédures doivent aussi être défrichées, comme l'établissement d'une doctrine d'intervention des pompiers en cas de sinistre par exemple. Enfin, pour Benoît Roux de BayWa r.e, les procédures administratives gagneraient également à être assouplies : « *Bien souvent, les arrêtés et plans de gestion des lacs artificiels ne prévoient pas de solaire flottant et les gestionnaires de ces lacs rechignent à retourner au combat auprès de l'administration qui est souvent frileuse* », confie-t-il. Bref, il reste encore un peu de chemin avant la massification. ■



Stockier et piloter l'énergie intelligemment

SMA STORAGE PACKAGE BUSINESS

Commercial – Industriel – Tertiaire

Découvrez la solution la plus innovante de sa catégorie pour les applications de stockage ! Composée d'éléments provenant d'un fournisseur unique, elle permet une évolutivité modulaire coordonnée, d'une puissance pouvant aller jusqu'au MW.

A la recherche d'une solution pour optimiser votre autoconsommation, réduire vos coûts énergétiques et anticiper de nouveaux modèles ? Profitez des avantages du SMA Storage Package Business dès aujourd'hui !



7-8
DECEMBRE
2022

Parc des Expositions
Montpellier

enerGaia
Forum des énergies renouvelables

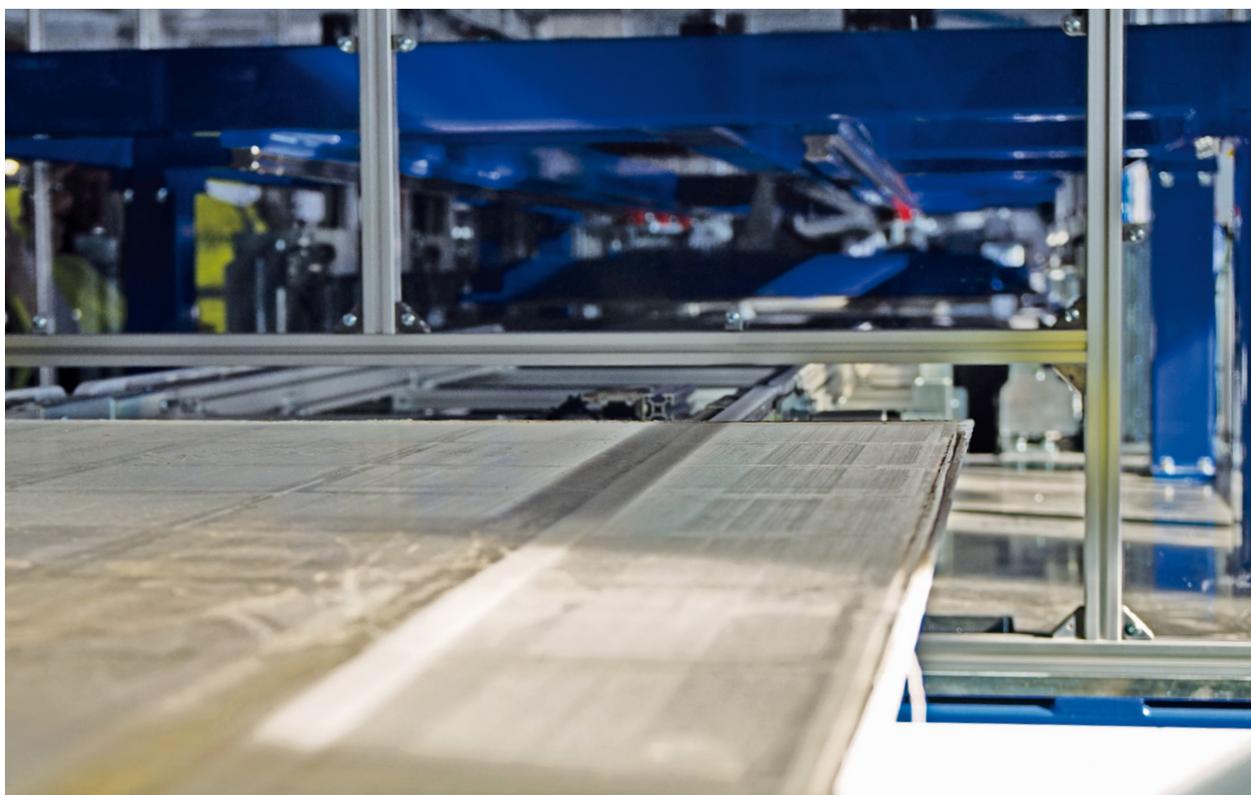
Hall B1 – Stand E04

www.energaia.fr

SUNNY PORTAL
powered by enexOS

Envie 2E Aquitaine : un recyclage de précision

Le spécialiste du traitement des déchets Envie 2E Aquitaine et l'éco-organisme Soren ont inauguré le 27 septembre dernier le premier site européen associant une ligne de réemploi et une ligne de recyclage des modules photovoltaïques mono et polycristallins. Particulièrement innovant, celui-ci met notamment en œuvre un procédé de délamination par lame chaude permettant de récupérer le verre intact. Reportage. TEXTE ET PHOTOS ARNAUD WYART



Basé à Saint-Loubès, près de Bordeaux, le nouveau site de recyclage des modules a été construit par Envie 2E Aquitaine, spécialiste du traitement des déchets d'équipements électriques et électroniques. Celui-ci a été sélectionné par Soren via un appel d'offres. Cette entreprise dispose en effet de nombreux atouts, notamment en termes de maillage du territoire. En outre, la région Nouvelle-Aquitaine est celle qui produit le plus d'énergie photovoltaïque en France, avec un fort taux de détention de panneaux solaires usagés et parfois récents. Selon Envie 2E Aquitaine, ce nouveau site permettra de donner une seconde vie à certains panneaux et de mettre en place

Les modules ne pouvant pas être réutilisés entrent dans la chaîne de recyclage de l'usine, visant à les délaminer pour récupérer les différents composants.

de nouveaux marchés, notamment pour le réemploi du verre intact. En outre, le site est vecteur de création d'emplois. Bien que les différentes lignes soient automatisées, l'usine a recruté 25 salariés en insertion.

RÉEMPLOI DES MODULES INTACTS

Le réemploi des modules pourrait représenter 5 % du volume des modules recyclés, estiment les deux structures. Ces derniers peuvent provenir d'installations partiellement endommagées, voire de remplacements de modules anciens par des plus performants, dans le cadre de repowering par exemple. Une fois arrivés dans l'usine, les modules sont d'abord amenés vers la ligne de réemploi afin d'être testés. La première opération consiste, par un test visuel, à vérifier l'état de la vitre, du backsheet et des connecteurs du boîtier de jonction. Le panneau est ensuite déposé sur la ligne de réemploi à roulettes. Celle-ci intègre une chambre noire dans laquelle le module est connecté à une armoire électrique qui va injecter quelques millivolts. « Grâce à une caméra infrarouge, nous contrôlons l'état des cellules pour déceler d'éventuelles disparités ou des échauffements anormaux, surtout au centre des cellules et au niveau des connecteurs, mais également d'éventuelles différences importantes de température, dans les cellules et entre les cellules », explique Pierre Tauzin, responsable du site de Saint-Loubès.

Si le module passe avec succès le premier test, il est nettoyé avec de l'eau de pluie récupérée sur le site. Les modules peuvent dès lors être chargés par série de dix sur la ligne de réemploi. Ils sont placés sur un support monté sur vérin afin d'être positionnés à l'horizontale. Un test permet ensuite de contrôler l'isolation et d'éventuelles fuites de courant, notamment au niveau du cadre. Puis une machine reproduit les conditions parfaites d'ensoleillement (luminosité, inclinaison des panneaux, etc.) afin de mesurer la puissance restituée par chaque panneau. « En fonction de l'étiquette du fabricant, on peut donner un pourcentage. Toutefois, un modèle de 400 W qui produit à 80 % sera toujours plus intéressant qu'un modèle de 150 W atteignant un taux de 100 % », précise Pierre Tauzin. Un dernier appareil est quant à lui dédié au test d'électroluminescence. Il permet de réaliser une radio du panneau avec le détail de chaque cellule et de confirmer l'absence de défaut.

Si le module passe avec succès ces tests, il est stocké, conditionné et classé. La vente sera assurée par Envie 2E Aquitaine qui apportera une triple garantie. « Les garanties portent sur la sécurité des modules, leur durabilité et leur performance. Toutefois, cette dernière est moins

déterminante, dans la mesure où les panneaux auront vocation à répondre aux besoins spécifiques des clients », explique Nicolas Defrenne, directeur général de Soren. Les tarifs, eux, restent à définir.

RECYCLAGE À PLUS DE 90 %

Si les panneaux échouent aux tests de la ligne de réemploi, ils partent vers la ligne de délamination. Celle-ci est fabriquée par l'entreprise japonaise NPC Incorporated et seuls deux exemplaires existent dans le monde. Elle permet d'abord de démonter le boîtier de jonction, puis le cadre en aluminium. Il ne reste alors que la plaque de verre et le laminé collé. Grâce à une lame chaude en acier, la machine retire alors une bande de 5 cm sous le panneau. Cette étape (appelée pre-peeling) permet d'aligner parfaitement la lame avec la face supérieure en verre et de faciliter ainsi le processus de délamination.

Chauffée à 300 °C, la lame peut ensuite racler le laminé, incluant les cellules photovoltaïques, afin de le séparer de la plaque de verre qui, elle, reste intacte. « Soren nous avait mis en contact avec cette entreprise japonaise. Leur machine offre en effet un process à haut

Une lame chaude raclé le laminé afin de le séparer de la plaque de verre, qui reste intacte.

Communication des structures engagées dans le Développement Durable

Florence Cailloux
Communication Durable

06 20 69 21 42 www.florencecailloux.com



Quand un module est apte à vivre une seconde vie sur le marché de l'occasion, il est nettoyé à l'eau de pluie et reconditionné.

rendement, avec l'avantage de ne pas mélanger les différentes matières les unes avec les autres. Chacune d'entre elles est parfaitement séparée et donc plus simple à traiter. Les verriers ont en effet besoin d'une qualité irréprochable et cela nous évite de broyer systématiquement les panneaux », indique Pierre Tauzin. Les boîtiers de jonction et l'aluminium partent dans leurs filières de revalorisation respectives. Le laminé, lui, est envoyé à Rosi Solar (lire le hors-série du *Journal du Photovoltaïque* "Recyclage et seconde vie", juin 2022), dont le site de traitement est basé à Grenoble. De son côté, le verre est adressé à des verriers tels que Saint-Gobin qui l'utiliseront pour fabriquer du verre plat. Ce dernier devrait être employé pour des fenêtres,

Les modules sont soumis à un test d'électroluminescence qui consiste en une "radio" du panneau pour contrôler l'état des cellules.

voire de nouveaux panneaux solaires. La présence d'antimoine, élément toxique entrant dans la composition de certains verres solaires, ne poserait pas de problème, le verre n'étant pas destiné à un usage alimentaire. « Les volumes vont être assez conséquents et le verre des modules affiche un degré de transparence important, ce qui est intéressant pour fabriquer des fenêtres par exemple. Tout dépendra néanmoins des prix de rachat », précise Nicolas Sorenne.

Par ailleurs, Soren estime à 30 % le taux de modules arrivant cassés (pendant leur transport, à cause de la grêle, etc.). Ces derniers disposent de leur propre process. Une déca-dreuse, fabriquée également par NPC Incorporated, retire les boîtiers de jonction et le cadre en aluminium. Reste le verre et le laminé collé, qui, eux, partent dans une autre unité afin d'être broyés.

6 000 TONNES TRAITÉES PAR AN

Pour le moment, l'usine table sur un traitement annuel d'environ 1 000 à 2 000 tonnes de déchets pour la première année, puis sur

Une gamme solaire complète pour répondre à tous les chantiers

Pour la production d'énergie solaire par la toiture, EDILIANS a développé un ensemble de solutions pouvant répondre à tous les types de projets et de budgets. En effet, l'entreprise a créé une nouvelle gamme de produits adaptée aux énergies solaires. Voici la présentation de sa Tuile SOLAIRE MAX, ses tuiles en terre cuite solaire mais aussi de ses panneaux photovoltaïques EASY ROOF ACCESS.

La tuile solaire max

Il s'agit d'une solution spécialement conçue pour allier performance énergétique, évolutivité et facilité de pose !

Les avantages de la Tuile SOLAIRE MAX :

- Une **durabilité optimale**. Imputrescible, anticorrosion et aussi, résistante aux intempéries ;
- Une **impermeabilité sans faille** depuis plus de 18 ans ;
- **Universelle**, grâce à son châssis unique, elle s'intègre parfaitement avec tous les modèles de tuiles de couverture ;
- Une **pose simplifiée** en plein carré ou à l'égout.



Les tuiles terre cuite solaire :

C'est la solution idéale qui allie le savoir-faire de la terre cuite d'EDILIANS à la technologie photovoltaïque. C'est l'accord parfait entre la qualité des argiles, l'esthétisme des toitures modernes et la performance énergétique !



À quels niveaux intervenez-vous ?

Lorsqu'un propriétaire d'éolienne souhaite optimiser la performance de son parc, nous assurons l'ensemble de la prestation à travers 5 étapes : la fourniture des capteurs, l'installation des capteurs, l'analyse des données & les diagnostics finaux accessibles en un clic sur le portail web, l'assistance technique dans la correction des paramètres de l'éolienne et la désinstallation éventuelle des capteurs.

Les avantages des tuiles terre cuite solaire :

- Un **esthétisme inégalé** avec une intégration parfaite et discrète, l'identité architecturale est préservée ;
- Une **simplicité de pose**, leur forme et leurs caractéristiques de mise en œuvre sont identiques à leurs équivalents en terre cuite traditionnels ;
- Un véritable **gain de temps** et de rentabilité pour les professionnels de la toiture ;
- Une **étanchéité irréprochable** héritée des propriétés inhérentes à la terre cuite ;
- Une **solution évolutive** dans le temps puisque les tuiles en terre cuite solaire s'adaptent à une toiture existante en toute facilité ;
- La **longévité et la fiabilité** d'un matériau durable garanti 30 ans*.

Les tuiles en terre cuite solaire sont disponibles en deux coloris

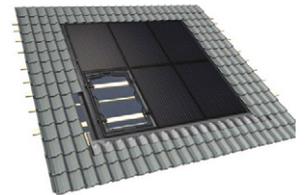
différents : ardoisé et rouge pour s'intégrer parfaitement aux toitures traditionnelles de nos régions. De cette manière, les tuiles pourront toujours mieux s'intégrer aux différents types de toiture existants.

Les tuiles en terre cuite solaire existent en 3 modèles différents :



L'EASY ROOF ACCESS, c'est quoi ?

L'EASY ROOF ACCESS est un panneau photovoltaïque intégré en toiture. Il se compose de deux éléments : le système de montage EASY ROOF EVOLUTION et le panneau photovoltaïque M120 de LUXOR.



Les avantages du EASY ROOF ACCESS :

- La solution est reconnue pour **sa fiabilité et sa facilité d'installation** résistante aux UV, à la rouille, à la grêle, à la neige puis au vent,
- Un **excellent rapport qualité/prix** ;
- Une haute fiabilité et parfaite **étanchéité du produit** ;
- La facilité d'entretien et de pose car le montage est rapide et s'effectue en 6 heures pour une installation de 3 kWc (avec 2 personnes). Il est également 100 % recyclable, aucun déchet ne sera émis de sa production jusqu'à la fin de sa vie.



Toutes nos tuiles solaires, de production française, vous assurent une étanchéité garantie 30 ans*, une sécurité sans faille et une résistance à l'épreuve du temps et des agressions extérieures (UV, intempéries, corrosion). Les tuiles solaires sont sur la liste verte de la Commission Prévention Produits (C2P) de l'Agence Qualité Construction (AQC) reconnue par les assureurs.

*Voir nos conditions générales de vente

Contacts :

- www.edilians.com



EDILIANS

Façonnons un avenir durable



une montée en puissance progressive pour atteindre les 6 000 tonnes à terme. De son côté, Soren affiche une collecte de 3 700 tonnes pour 2021, un chiffre en deçà des projections. Toutefois, l'éco-organisme se veut rassurant. « Il s'agit d'un marché assez volatil, notamment en termes de niveaux de collecte. Au 31 décembre 2021, nous étions en sous-collecte par rapport à l'objectif annuel, mais sur une période plus longue, entre 2015 et 2021, nous sommes toujours en sur-collecte. Cela dépend des années. En outre, nous sommes au tout début en termes de recyclage et de réemploi. Dans quinze ans, nous traiterons 180 000 tonnes de modules par an. Nous ne serons plus alors à un chantier près », explique Nicolas Defrenne. Actuellement, les collectes sont en effet très dépendantes des chantiers de démantèlement, d'autant que ceux-ci peuvent concerner chacun un millier de tonnes de déchets, une part importante du total annuel. « Nous collectons tous les panneaux, peu importe leur quantité, mais si un

D'autres usines à venir ?

Avec l'augmentation des volumes, ces nouveaux marchés vont permettre à d'autres acteurs de lancer une activité de recyclage et/ou de réemploi des modules. Partenaire de Soren à Toulouse, Envie 2E Pyrénées a d'ores et déjà annoncé le souhait d'acquérir, d'ici quelques années, les mêmes machines que le site de Saint-Loubès.

Une fois décadrés et séparés de leur plaque de verre, les laminés sont préparés pour expédition vers l'usine de Rosi Solar.

chantier est par exemple décalé d'une année, cela fait mécaniquement baisser le niveau annuel. Toutefois, les chiffres finissent toujours par s'équilibrer. Le plus important, c'est surtout d'éviter les dépôts sauvages sur le territoire », précise Nicolas Defrenne.

Selon Nicolas Defrenne, le principal enjeu concerne également la qualité du conditionnement des panneaux par leurs propriétaires. Il est par exemple impératif de les conserver en maintenant le verre vers le haut afin d'empêcher d'éventuelles infiltrations d'eau. Tout un travail pédagogique est d'ailleurs mené pour sensibiliser les propriétaires de centrales. « Les acteurs de la filière ne doivent pas voir les panneaux comme des déchets, mais comme des ressources. Il faut en prendre soin pour espérer une seconde vie ou un recyclage. Nous travaillons également sur les parties transport et démantèlement pour réduire la part des modules qui arrivent cassés. » ■

Réussir ensemble la transition énergétique



Sébastien Robert,
Directeur Général Adjoint

Voltalia accompagne les différents acteurs économiques dans la réduction de l’empreinte environnementale de leur consommation énergétique et dans l’optimisation de leurs factures d’énergie. Le point avec **Sébastien Robert**, directeur général adjoint des activités France de Voltalia.

Quels sont le cœur de métier et le positionnement de Voltalia ?

Voltalia est producteur indépendant d’énergie renouvelable et fournisseur de services spécialisé dans les solutions d’énergies renouvelables qui permettent à nos clients de répondre à leurs objectifs de transition énergétique et écologique.

Nous sommes présents sur les différentes technologies : éolien, solaire, hydroélectricité, biomasse, stockage d’énergie. En agissant sur l’intégralité de cycle de vie de nos projets, nous bénéficions d’une solide expertise pour accompagner nos clients dans leur consommation d’électricité décarbonnée.

Nous avons actuellement en France plus de 200 collaborateurs mobilisés à la fois au développement, à la construction et à l’exploitation de nos ouvrages, et un portefeuille de près de 3 gigawatts de projets sur l’éolien, le solaire et l’hydroélectricité en plus des technologies de stockage.

Quels sont vos vecteurs de différenciation sur le marché du photovoltaïque ?

Notre objectif est de proposer une expertise et une offre complète en faveur de la transition énergétique pour les acteurs économiques qui souhaitent s’y engager.

“ Voltalia s’est mobilisé depuis plusieurs années sur le sujet de l’agrivoltaïsme.”

Nous mettons à leur disposition des offres de fourniture d’électricité au travers des différentes entités du Groupe, mais aussi des offres d’efficacité et de performances énergétiques, de toitures solaires et ombrières de parking. Réduire leur consommation et offrir des solutions pour que cette consommation soit couverte le plus largement par les énergies renouvelables.

Quels sont les principaux sujets qui vous mobilisent et vos perspectives de développement ?

Comme tous les acteurs de la filière, nous sommes aujourd’hui fortement mobilisés par le projet de loi pour l’accélération du développement des énergies renouvelables et la proposition de loi relative à l’agrivoltaïsme.

Voltalia travaille depuis plusieurs années sur le sujet de l’agrivoltaïsme et avons mis en service en 2021 l’une des premières centrales solaires en coactivité de maraîchage, le Champ Agrivoltaïque de Cabanon à Saint Etienne-du-Grès. Nous avons aujourd’hui un objectif d’un gigawatt de projets dans ce cadre. La coactivité entre la production agricole et la production d’électricité renouvelable est un des enjeux essentiels de la transition agricole et énergétique. Son développement est crucial pour atteindre les objectifs français de la programmation pluriannuelle de l’énergie.

Il y a désormais une volonté affirmée des pouvoirs publics d’accélérer le développement de ces projets. Nous ne pouvons que saluer cette initiative.

Et pour conclure ?

Le cadre réglementaire qui se met en place est fondamental et va déterminer notre avenir énergétique et climatique. Il est indispensable que tous les acteurs et secteurs économiques soient alignés sur cet objectif de réduction de notre empreinte environnementale et de maîtrise des coûts de l’énergie.

Contacts :

- 45 impasse de la Draille
13290 Aix-en-Provence
- 04 42 53 53 80
- secretariat.aix@voltalia.com
- <https://www.voltalia.com/fr>

voltalia

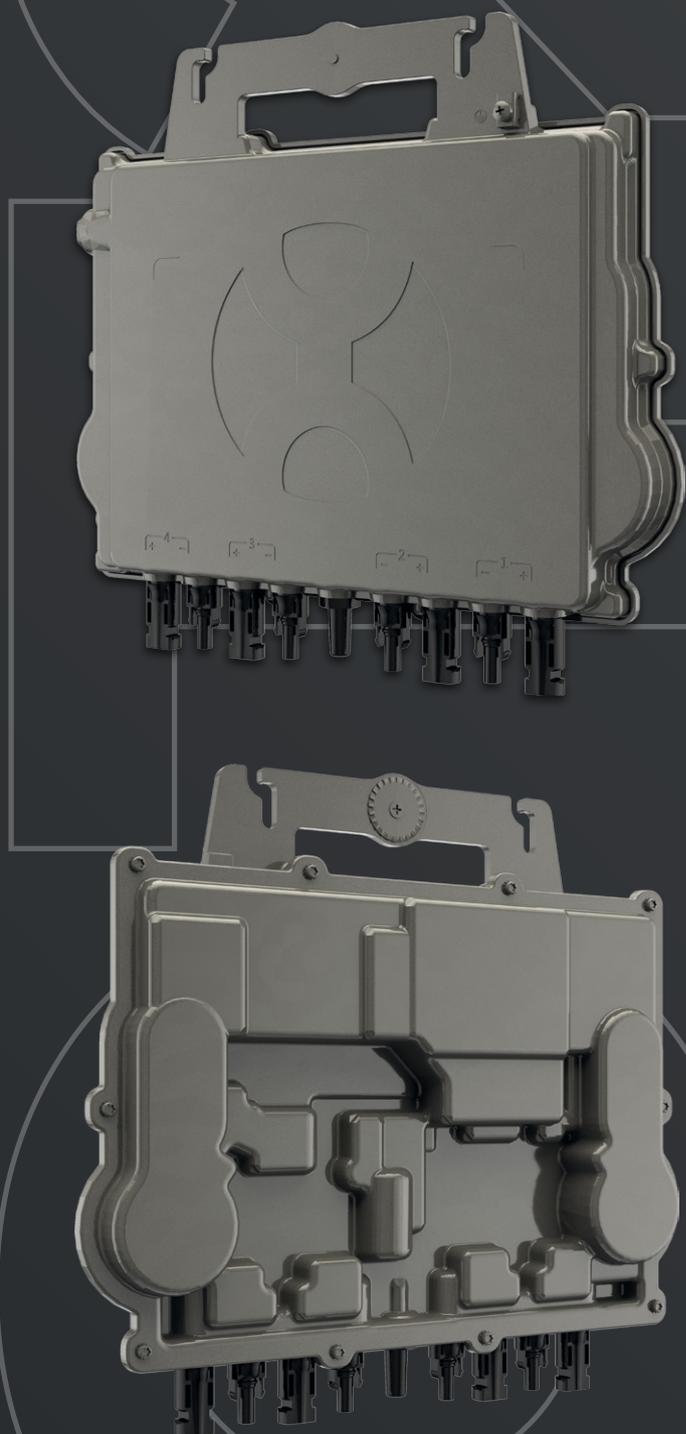
QT2

LE PLUS PUISSANT MICRO-ONDULEUR QUAD TRIPHASÉ

- ✓ Conçu pour un réseau triphasé
- ✓ 4 canaux d'entrée à faible tension DC
- ✓ Un micro-onduleur se connecte à 4 modules PV jusqu'à 670Wc chacun
- ✓ Puissance de sortie AC de 2000 VA
- ✓ Relais de protection VDE intégrés
- ✓ Gestion du facteur de puissance (RPC)
- ✓ Équilibrage de la sortie triphasée
- ✓ Communication ZigBee cryptée

— 2000 VA

— TRIPHASÉ NATIF



envinergy



Depuis 1977

Retrouvez-nous
dans le Hall B2
Stand B74