

LE JOURNAL

ÉOLIEN

ONSHORE & OFFSHORE

NUMÉRO SPÉCIAL - OCTOBRE 2025



En débat

Offshore, naviguer dans l'incertitude

Économie

Les vertus des centrales hybrides

Reportage

Le retour des nuits noires en Allemagne

10-11
DÉCEMBRE
2025

enerGaia

Forum des énergies renouvelables

Rassemblons nos énergies !

Parc des Expositions Montpellier

Le Forum
100% EnR

La rencontre et l'innovation au service de la transition énergétique

Plateforme digitale
de rendez-vous d'affaires

Espace Business Meetings

Trophées de l'innovation



550 exposants

23 000 participants



100 tables rondes,
conférences exposants, pitches



2 Pavillons thématiques
• Bâtiment Durable
• Emploi - Formation

Inscrivez-vous
gratuitement avec
ce code : OBSE2025



www.energaia.fr Suivez-nous   



Partenaires
officiels



Du plomb dans les pales

Vincent Boulanger
Rédacteur en chef



Crédit de couverture :
CADELER

**Abonnement de 1 an (5 n° dont un hors-série),
au Journal de l'Éolien (en € TTC) :**
France 99 €, Europe 109 €, Monde 119 €

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

Régie publicitaire : Yves Bitan, FFE (tél. : +33 1 43 57 93 89)
www.ffe.fr

Directrice de la publication :
Diane Lescot

Rédacteur en chef :
Vincent Boulanger

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

Rédacteurs : Claire Baudiffier, Hannah Mowat,
Lou-Eve Popper, Carole Rap, Alix-Anne Sauret,
Kathia Terzi, Frédéric Tuillé, Arnaud Wiyart.

Secrétaire de rédaction : Rachel Laskar, Christel Mattei

Maquette - réalisation : Guillaume Bonduelle

Ont participé au comité de rédaction :
Denis Bonnelle, Romain David, Gaëtan Fovez,
Vincent Jacques le Seigneur, Diane Lescot,
Kathia Terzi, Frédéric Tuillé

Périodicité : parution trimestrielle

Dépôt légal : 4^e trimestre 2025

ISSN : 2115-8207

Commission paritaire : Numéro de CCPAP en cours

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'VEERT®

Imprimerie de Champagne
ZI Les Franchises - 52200 Langres

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

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



C hose peu habituelle, une pétition a défrayé la chronique au mois de juillet. Une étudiante de 23 ans l'a déposée sur le site de l'Assemblée nationale en opposition à la loi du sénateur Laurent Duplomb qu'elle décrit comme « une aberration scientifique, éthique, environnementale et sanitaire ». Cette loi, adoptée le 8 juillet par l'Assemblée nationale, prévoit notamment la réintroduction d'un pesticide interdit en France, l'acétamipride. Le journaliste du Monde Stéphane Foucart a rappelé dans un éditorial¹ envers et contre qui les députés ont voté ce jour-là, contre les associations écologistes bien sûr, mais « ils ont surtout voté contre vingt-deux sociétés savantes médicales, contre la Ligue contre le cancer, contre les administrateurs et les personnels de l'Agence nationale de sécurité sanitaire, contre le troisième syndicat agricole de France, contre la Fondation pour la recherche médicale, contre vingt mutuelles, groupes mutualistes ainsi que la Fédération des mutuelles de France, représentant plusieurs millions d'assurés, contre le Conseil scientifique du CNRS, contre la Fédération des régions d'eau potable, contre des centaines de médecins et de chercheurs qui ont signé intuitu personae des tribunes et des lettres ouvertes ». En fin de mois, cette pétition avait réuni plus de deux millions de signatures, signe d'un rejet massif des Français pour ce recul écologique.



ACHIM MULTAUPT

En matière d'énergie aussi, le Parlement compte des dizaines de Duplomb, qui se sont révélés en juin en votant pour un moratoire sur l'éolien et le photovoltaïque, heureusement rejeté en fin de compte. Ce jour-là, ils ont voté contre les experts de RTE et de l'Ademe, dont les analyses montrent l'importance déterminante de l'éolien et du solaire dans le futur mix français, contre les collectivités qui développent ces énergies, contre le monde agricole qu'ils prétendent par ailleurs défendre, contre les réseaux d'énergies citoyennes. Ils ont enfin voté contre toute rationalité économique et énergétique.

L'éolien est aujourd'hui en Europe la deuxième source pour la production d'électricité, derrière le nucléaire. La capacité installée devrait pratiquement doubler dans les cinq ans, faisant de l'éolien la première des énergies électriques du Vieux Continent à la fin de cette décennie. Malgré une augmentation du prix des turbines d'environ 10 % depuis 2021, en raison du contexte international, l'éolien reste extrêmement compétitif et toujours bien moins cher que le nouveau nucléaire. L'industrie éolienne européenne est la deuxième dans le monde, après celle de la Chine. Elle emploie 370 000 personnes, principalement en Allemagne, en Espagne, en France et au Danemark. En 2030, le nombre d'emplois de la filière doit grimper à 936 000, d'après les projections de la Commission européenne. À la différence du photovoltaïque, l'écrasante majorité des éoliennes installées dans nos pays sont produites en Europe, même si certains composants essentiels proviennent du marché mondial.

Soutenir le développement de l'éolien est par conséquent à la fois un enjeu de défense de l'emploi, de souveraineté technologique et industrielle et de sécurité énergétique. L'Europe a peu de pétrole et de gaz, mais elle a dans sa manche les atouts des renouvelables pour s'affranchir de sa dépendance aux pays producteurs d'hydrocarbures, qui lui sont pour la plupart hostiles, jusqu'à désormais les États-Unis de Trump. Il est sans doute temps de déposer une pétition sur le site de l'Assemblée pour que le débat public qui en découlerait permette de remettre ces vérités en place.

1. « L'adoption de la loi Duplomb constitue un moment de rupture démocratique inédit », Le Monde du 13 juillet 2025.

LES HORS-SÉRIES ÉOLIENS

Pour répondre aux contre-vérités sur l'éolien

Dans chaque numéro, une somme d'arguments pour rétablir les faits et tordre le cou aux rumeurs et idées fausses sur l'éolien.



EN VENTE
[SUR LIBRAIRIE-ENERGIES-RENOUVELABLES.ORG](http://LIBRAIRIE-ENERGIES-RENOUVELABLES.ORG)



EN DÉBAT

Appels d'offres éolien en mer : naviguer dans l'incertitude

p. 8

Les annonces concernant les appels d'offres éolien en mer prennent du retard. Entre joutes parlementaires, reports successifs de la programmation pluriannuelle de l'énergie et intégration de critères du Net Zero Industry Act, la filière tente de maintenir le cap.



ÉCONOMIE

Les vertus de l'hybridation

p. 17

En Espagne, les centrales hybrides, associant éolien et solaire, se développent depuis quelques années sous l'impulsion de développeurs tels qu'EDP. Avantageuses d'un point de vue économique, elles permettent également de rendre des services au réseau électrique souvent congestionné. Explications.



REPORTAGE

Le retour des nuits noires en Allemagne

p. 24

Les exploitants éoliens avaient en Allemagne jusqu'au 1er janvier pour équiper leurs éoliennes d'un balisage circonstancié, afin que leurs feux de position ne s'allument qu'à l'approche d'un aéronef. Un chantier inspirant.

L'ESSENTIEL DE L'ACTU 4

EN DÉBAT

Appels d'offres éolien en mer : naviguer dans l'incertitude 8

IDÉES

Projets éoliens, que faire en plus de la concertation ? 12

ENTRETIEN

« Un système énergétique propre reviendra moins cher que notre système actuel » 14

ÉCONOMIE

Les vertus de l'hybridation 17

INNOVATION

Quand les pales s'invitent sur nos toits 20

REPORTAGE

Retour des nuits noires en Allemagne 24

CHRONIQUE JURIDIQUE

Saturation visuelle : une mise au point bienvenue 28

ÉTUDES

Éolien en mer : un cap à tenir malgré les turbulences 30

Éolien offshore mondial : un souffle court en 2024 31

Nota bene :

Ce numéro spécial diffusé gratuitement est composé d'une sélection d'articles extraits des derniers numéros du Journal de l'Éolien parus cette année.



DEME - OCEAN WINDS

Première fondation posée pour Dieppe-Le Tréport

Ocean Winds, coentreprise entre EDP Renewables et Engie, annonçait mi-septembre l'installation réussie de la première fondation jacket du parc éolien offshore de Dieppe-Le Tréport. Situé à 17 kilomètres de Dieppe et 15,5 kilomètres du Tréport, ce projet comptera à terme 62 éoliennes, pour une puissance totale de 496 MW, et alimentera en électricité renouvelable près de 850 000 personnes. Cette avancée intervient après l'installation de la sous-station électrique offshore durant l'été 2025. Les fondations, construites en Espagne, mesurent entre 48 et 55 mètres de haut et sont fixées par des pieux d'acier atteignant 63 mètres de long. Leur transport depuis Cherbourg jusqu'au site est assuré par le navire *Innovation* de Deme. L'année 2025 est marquée par une forte activité pour Ocean Winds : mise en service des premières éoliennes d'Yeu-Noirmoutier (EMYN), installation des trois éoliennes flottantes du golfe du Lion (EFGL) et désormais le lancement du parc de Dieppe-Le Tréport. ■

Centre Manche 2 va à TotalEnergies et RWE

Le ministre de l'Industrie et de l'Énergie a officiellement annoncé le 24 septembre que le consortium Contentin Énergies Marines, composé à l'origine de TotalEnergies et RWE, a remporté l'appel d'offres Centre Manche 2, dit aussi AO8. Toutefois, RWE envisage désormais de quitter le consortium. Le tarif proposé par ce dernier s'élève à 66 €/MWh. Ce parc de 1,5 GW sera situé à plus de 40 km des côtes, au large de la baie de Seine, à proximité du projet éolien Centre-Manche 1 (AO4) de 1 GW développé par EDF Renouvelables et Mapple Power. Ils doivent entrer en service à partir de 2031 et 2032, pour produire l'équivalent de la consommation électrique de 2 millions de foyers. Un autre projet, celui du parc Sud Atlantique 1 de 1 GW, dit Oléron 1 (AO7), s'est en revanche révélé infructueux, faute de candidat. Le ministère n'a pas précisé son devenir. ■

Éolien citoyen en Ille-et-Vilaine

Le 29 août, Fééole Développement Citoyen et ses partenaires ont inauguré le parc éolien citoyen de Fééole à Martigné-Ferchaud en Ille-et-Vilaine. Le projet, initié en 2010 par des habitants réunis dans l'association Énergie des fées, compte quatre éoliennes totalisant 12,9 MW. Elles produisent l'équivalent de la consommation de 6 900 foyers, soit 16 % des besoins de Roche aux fées Communauté. Le projet a traversé de nombreux obstacles : études techniques, recours juridiques et difficultés économiques, provoquées notamment par la guerre en Ukraine. Il a finalement été sauvé en 2023 par l'arrivée de partenaires publics et citoyens. L'investissement total de 23,1 millions d'euros a été financé par un montage original mêlant fonds citoyens, collectivités et prêts bancaires. La société citoyenne Fééole

Développement Citoyen détient 40 % du projet, les 60 % restants revenant à Energ'iv, SIPEnR et Énergie Partagée. Un comité de suivi associant élus, riverains et agriculteurs garantit transparence et ancrage local. Pour les

élus, le projet illustre la stratégie Tepos (territoire à énergie positive) et renforce l'indépendance énergétique locale. Pour les acteurs citoyens, ce projet prouve que l'union permet de concrétiser des projets d'envergure. ■



SAS FÉÉOLE

Eolmed prend la mer

Après près de trois ans de travaux, le groupe Qair a annoncé fin septembre l'entrée dans la phase finale de son projet pilote d'éoliennes flottantes Eolmed de 30 MW, en cours de réalisation à Port-La Nouvelle. Les trois flotteurs ont été mis à l'eau au cours de la première quinzaine de septembre et l'intégration des turbines sur ces structures devait débuter le 25 septembre. Les prochaines étapes incluent la pose

des ancrages, l'acheminement des flotteurs équipés de leurs éoliennes vers leur zone d'implantation, l'installation des câbles inter-éoliennes et du dispositif de connexion électrique. Le projet est soutenu par l'État via le programme d'investissements d'avenir géré par l'Ademe, ainsi que par de nombreux partenaires institutionnels et privés. Près de 80 % des dépenses de construction ont été attribuées à des sociétés



françaises. Pour certains aspects, des sous-traitants européens spécialisés ont été associés à la réalisation du chantier. La mise en service du parc est attendue d'ici la fin de l'année 2025. ■

Nouvelle circulaire pour le repowering

Le 11 septembre est parue une circulaire précisant les critères d'examen des projets de renouvellement des parcs éoliens terrestres. Elle fixe notamment les conditions permettant de déterminer si une modification sera qualifiée de « notable » ou de « substantielle ». Dans le premier cas, un « porter-à-connaissance » à l'administration suffit. Dans le second, le porteur de projet doit déposer un dossier pour obtenir une nouvelle autorisation environnementale. Ainsi, une extension du parc constitue une modification substantielle : ajout de mâts de plus de 50 mètres, augmentation de puissance supérieure à 20 MW pour des mâts entre 12 et 50 mètres, élévation de la hauteur des éoliennes au-delà de 50 mètres, augmentation de la taille des éoliennes de plus de 50 %. Il en est de même si le parc à renouveler est situé dans une zone sous protection renforcée (parc national, réserve naturelle...). A contrario, un renouvellement à l'identique ou une augmentation de la taille des éoliennes inférieure à 33 % sont considérés comme des modifications notables. Certaines situations intermédiaires seront analysées au cas par cas par les préfets, sur la base d'études portant sur le bruit, le paysage, la biodiversité ou encore les interférences avec les radars. ■



Les éoliennes produisent aussi des chips

Vattenfall s'est offert les services de l'acteur américain Samuel L. Jackson pour lancer une édition limitée de chips d'algues, à travers un film publicitaire diffusé sur différents médias – sociaux notamment – et une campagne d'affichages. Ces algues ont été cultivées dans le parc éolien en mer de Vesterhav Syd, au Danemark. Ce projet agroalimentaire, non commercial, vise avant tout à sensibiliser le public. L'objectif est de montrer que les parcs éoliens marins ont un potentiel dépassant la seule production électrique. Ils peuvent aussi accueillir des activités d'aquaculture durable et régénérative. Cette démarche s'inscrit dans le programme danois WIN@sea, mené par Vattenfall et ses partenaires. Les algues cultivées au sein du parc contribuent à régénérer l'environnement marin et servent ensuite à différents usages, notamment alimentaires. Pour Vattenfall, ce modèle peut offrir de nouvelles perspectives économiques aux pêcheurs et aux communautés côtières. La participation de Samuel L. Jackson apporte une visibilité mondiale au projet. L'acteur, passionné de biologie marine, insiste sur l'héritage laissé aux générations futures. Il rappelle que ces parcs créent aussi un habitat favorable à la vie marine. Il oppose ce faisant une contre-argumentation bienvenue à la rhétorique de l'administration Trump, qui a déclaré la guerre à l'éolien. ■



SIEMENS GAMESA

Allemagne : Siemens Gamesa préféré à Mingyang

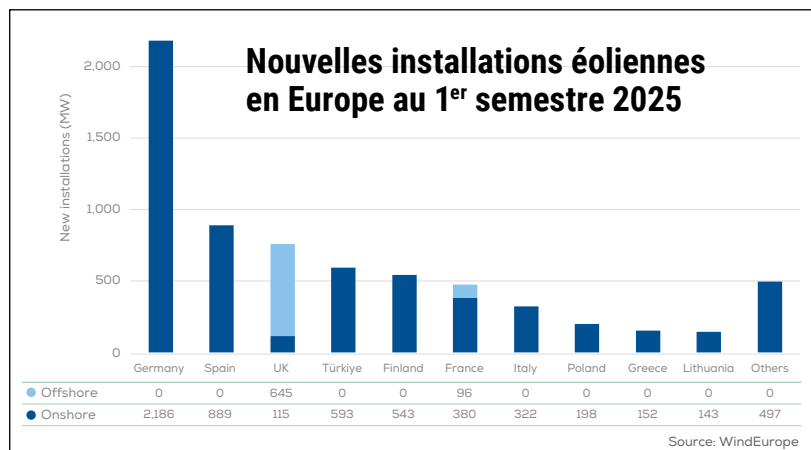
Le développeur allemand Luxcara a fait savoir fin août qu'il retenait les turbines de Siemens Gamesa pour deux de ses projets éoliens en mer du Nord. Le plus important est celui de Waterekke de 1,5 GW, qui sera équipé d'ici 2029 de 97 machines Siemens Gamesa de 15,5 MW chacune. Le deuxième, le projet de parc Waterkant, est plus modeste mais mérite l'attention. Voisin du premier, il aura une capacité de près de 300 MW. Pour ce dernier, Luxcara avait annoncé en juillet 2024 retenir les éoliennes du fabricant chinois Mingyang. Ce choix avait alerté les autorités allemandes, notamment le ministère fédéral de la Défense, qui y voyait un risque pour la sécurité nationale. Luxcara annonce aujourd'hui voir des « synergies » avec le projet Waterekke et réserve 19 turbines Siemens Gamesa du même type pour le futur parc Waterkant, qui doit être raccordé d'ici fin 2028. Sur le sujet des relations UE-Chine en matière d'éolien, lire le dossier de notre *Journal de l'Éolien* n° 59 paru en juillet. ■

6,8 GW supplémentaires en Europe en 2025

Début septembre, l'association WindEurope a révélé ses statistiques pour le marché européen au premier semestre 2025. Ces dernières incluent les partenaires européens de l'UE, tels la Norvège, la Suisse, le Royaume-Uni et jusqu'à la Turquie. À fin juin,

6,8 GW de nouvelles capacités avaient été installées en Europe, dont 5,3 GW dans la seule Union européenne. Avec près de 2,2 GW installés, l'Allemagne mène la danse et pourrait atteindre 5 GW pour l'ensemble de l'année. Viennent ensuite

l'Espagne et le Royaume-Uni, avec respectivement 889 MW et 760 MW. Selon WindEurope, le succès allemand vient du fait que le pays applique strictement les nouvelles règles européennes. Les autorités allemandes délivrent désormais les autorisations en 18 mois, conformément à la directive RED III, quand aucun des 26 autres pays de l'UE ne parvient à le faire en moins de 24 mois. L'Allemagne a ainsi autorisé 15 GW de projets en 2024 et fera encore mieux en 2025. L'association appelle les autres États membres à accélérer à leur tour les procédures, ainsi que le développement des réseaux. WindEurope revoit dans l'immédiat ses prévisions à la baisse pour 2025, elle pronostique 14,5 GW installés dans l'UE cette année contre les 17 GW d'abord envisagés. ■





LEADER INDÉPENDANT GLOBAL SERVICE ENR

+40 ANS
DEXPÉRIENCE

12 GW
GESTION D'ACTIFS

28 GW
MAINTENANCE

24
PAYS

2500
COLLABORATEURS

12
AGENCES EN FRANCE

MAINTENANCE HYBRIDE ET
FULL-SCOPE MULTI-MARQUES

ANALYSE ET PERFORMANCE

SUPERVISION 24/7/365 SUR 3
CONTINENTS

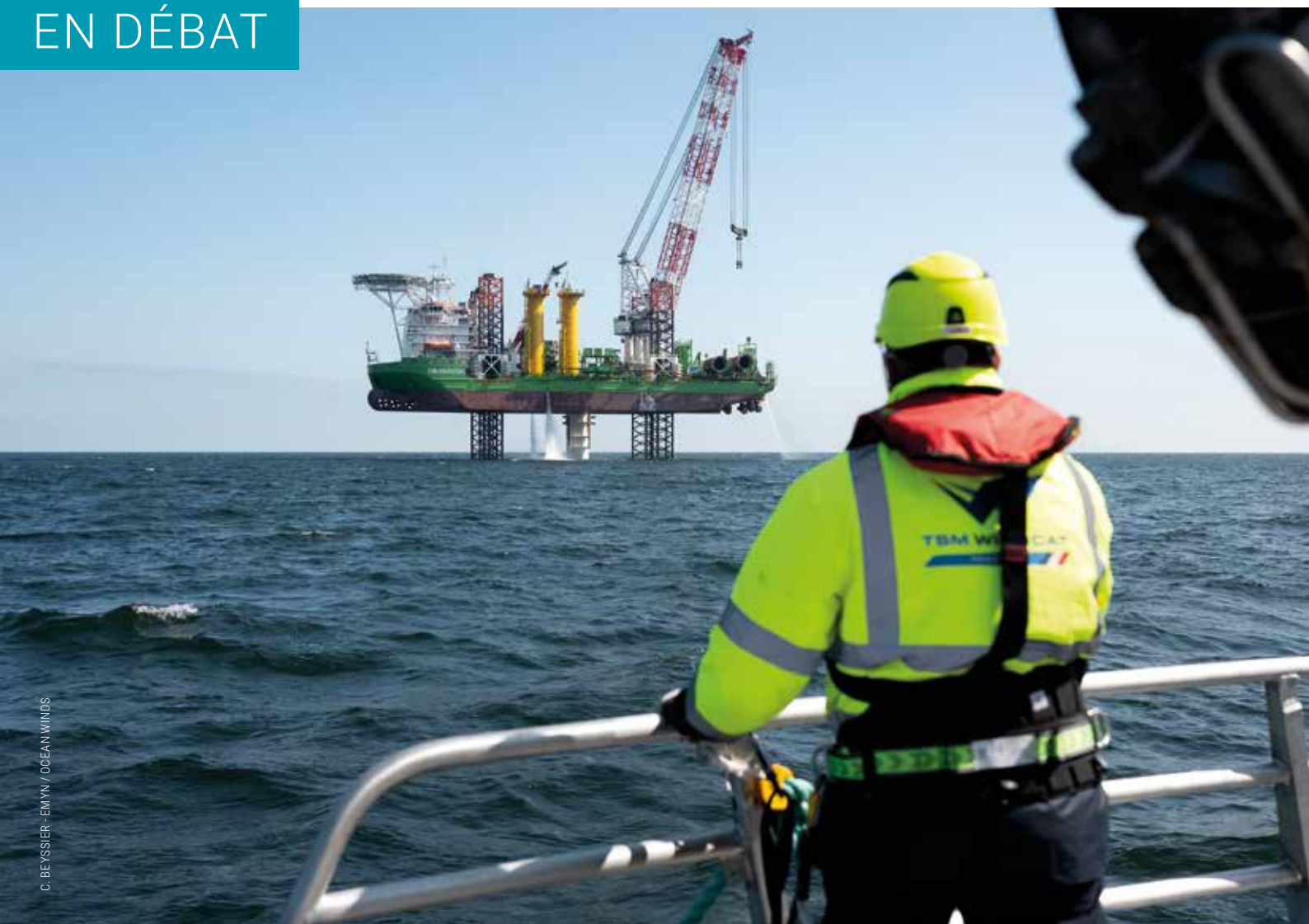
SOLUTIONS DIGITALES ET
CYBERSÉCURITÉ

GESTION D'ACTIFS
TECHNIQUES, ADMINISTRATIFS
ET FINANCIERS

res

www.res-group.com/fr





C. BEYSSIER - EMYN / OCEAN WINDS

Appels d'offres éolien en mer : naviguer dans l'incertitude

Les annonces concernant les appels d'offres éolien en mer prennent du retard. Entre joutes parlementaires, reports successifs de la programmation pluriannuelle de l'énergie et intégration de critères du Net Zero Industry Act, la filière tente de maintenir le cap. PAR CAROLE RAP

L'objectif pour l'éolien en mer sera-t-il respecté ? « *La capacité éolienne en mer installée en 2030 devrait être de 3,6 GW. L'enjeu sera ensuite d'atteindre l'objectif du pacte éolien en mer de 18 GW mis en service à horizon 2035* », indique la dernière version – de mars 2025 – du projet de programmation pluriannuelle de l'énergie 2025-2035, dite PPE3. Sachant qu'il a fallu jusqu'à présent entre 10 et 13 ans entre l'attribution d'un appel d'offres et la mise en service des parcs lauréats,

voire 15 ans avec la mise en service du parc offshore du Calvados reportée à 2027, comment y parvenir ?

RETARD DE L'AO9

L'appel d'offres n° 9 (AO9) est imminent. Son lancement mi-juillet 2024 a été suivi par la préqualification de douze candidats en

Le parc éolien en mer des îles d'Yeu et Noirmoutier, qui comptera 61 éoliennes de 8 MW, est en cours de construction et doit être mis en service fin 2025.

C. BEYSSIER - EMYN / OCEAN WINDS

novembre dernier. A suivi la phase de dialogue concurrentiel, soit plusieurs mois d'échanges entre l'administration et les entreprises. Depuis, la filière attend avec impatience la publication du cahier des charges définitif. Alors que le texte de la PPE3 mentionne pour l'AO9 une « attribution d'environ 1,5 GW d'éolien flottant et 1 GW d'éolien posé ou flottant fin 2025 », la filière espère encore une remise des offres avant la fin de l'année, pour une attribution au premier trimestre 2026. « C'est l'intégration des critères NZIA (Net Zero Industry Act) qui a ralenti la procédure », estime Florence Simonet, directrice générale de Vattenfall Éolien et vice-présidente de la commission offshore de France Renouvelables. Le règlement européen NZIA, qui vise à protéger l'industrie européenne, prévoit notamment des clauses s'opposant à ce que plus de 50 % de la valeur de certaines technologies proviennent d'un seul et même pays tiers (c'est-à-dire hors Union européenne). Les textes ont été en partie publiés le 18 juin 2025, et seront applicables à compter du 30 décembre 2025. Concernant l'éolien, « l'objectif est de favoriser

la construction et l'assemblage des turbines et flotteurs en Europe. Neuf composants stratégiques ont été identifiés : nacelle, moyeu de rotor, pales, roulements – principal et d'orientation de la nacelle et des pales, mât, multiplicateur, chaîne de transmission, aimant permanent, fondations/ flotteurs. Cinq d'entre eux au minimum doivent être réalisés en Europe », confirme Marc Hirt, président de la commission offshore de France Renouvelables.

Tout en luttant contre la concurrence des produits chinois à moindre prix, le NZIA va contraindre les opérateurs à s'approvisionner encore davantage auprès des turbiniers européens. « Si l'on s'engage vers plus de protectionnisme européen, cela va contraindre la chaîne de sous-traitance et renchérir le coût de production des projets. Pour avoir un juste équilibre, l'État doit en tenir compte dans la définition des prix plafonds des appels d'offres et protéger les opérateurs en cas d'offres européennes non disponibles », demande Pierre Peysson, président de la commission Éolien en mer du Syndicat des énergies renouvelables (SER).

Le lancement tant attendu du 10^e appel d'offres, portant sur 8 à 10 GW, est suspendu à l'adoption de la PPE.

MANQUE DE VISIBILITÉ

L'AO10 est dans le brouillard. La PPE3 évoque à son propos « un appel d'offres de grande capacité pour un total de 8 à 10 GW, avec un objectif d'attribution fin 2026 ». Encore faudrait-il qu'il soit lancé rapidement. « Pour les AO4, AO5 et AO6, entre le moment où l'appel à candidatures a été lancé et celui où le lauréat a été désigné, il s'est passé



FRANCK BADAIRE - EMDT / OCEAN WINDS

entre deux et trois ans selon les projets », rappelle Florian Mouchel, chef de projet pour l'Observatoire des énergies de la mer. Les professionnels espèrent que ce délai sera raccourci. « Avec l'AO10, il est question d'un appel d'offres simple, c'est-à-dire sans préqualification et donc sans dialogue concurrentiel. Une fois le cahier des charges publié, il y aurait juste une période pendant laquelle on pourrait demander des clarifications éventuelles », note Florence Simonet. « Entre le lancement d'un appel d'offres et son attribution, il faudrait qu'il se passe au maximum 12 mois comme dans tous les pays ; il faut aller trois fois plus vite », souligne Pierre Peysson pour le SER. Mais le destin de l'AO10 est plus ou moins lié à celui de la PPE3 et de la proposition de loi Grémillet (voir encadré).

Ces attermoissements pèsent sur la filière. « Les retards pour l'AO9 et l'AO10 n'ont pas d'impact direct sur l'économie aujourd'hui, car ces projets seront construits au cours des années 2030. Mais ils ont un impact sur la confiance de la filière et sur les investissements. Les infrastructures portuaires ont besoin de visibilité pour investir. De même, les entreprises industrielles ont besoin d'anticiper plusieurs années à l'avance. Si on veut augmenter la capacité de fabrication des équipements en prévision des futurs projets (notamment l'AO10) pour que cela se fasse en France, il faudra adapter les infrastructures de production existantes, voire en développer de nouvelles », analyse Florian Mouchel. Ainsi le port de Port-La Nouvelle investit 600 millions d'euros pour devenir un port en eau profonde. « Une partie de l'investissement est destinée à la création d'un terminal de 40 hectares pour l'industrie éolienne offshore flottante. Ces investissements sont plus élevés que pour les quais traditionnels, car nous devons par exemple pouvoir installer la grue qui monte les pièces sur le

La fin de la construction des premiers parcs va mettre la filière en pause. Ci-dessus : fondation de la sous-station du parc de Dieppe-Le Tréport. Ci-dessous, fondations du parc de Fécamp.



PARC ÉOLIEN EN MER DE FÉCAMP - LAURENT CRITOT



Le nombre d'emplois de l'éolien en mer a légèrement baissé en 2024 et le ralentissement devrait s'accroître.



flotteur, ce qui nécessite une charge utile plus importante que dans les ports traditionnels », explique Hans Kerstens, directeur général de ce port d'Occitanie, qui reçoit déjà des flotteurs et des éoliennes pour les fermes pilotes sur une première tranche de 7 hectares. Le reste de l'extension sera prêt en 2026. « Pour nous, en tant que port, et pour les utilisateurs, il est important d'avoir une continuité entre les différents appels d'offres (AO6, AO9...). S'il y a des lacunes entre les projets, les coûts augmenteront pour les développeurs », souligne Hans Kerstens. Une attente qui oblige aussi le port à chercher du trafic alternatif.

TROU D'AIR

À court terme, la filière doit faire face au « trou d'air » consécutif à l'attribution d'un seul parc offshore entre 2014 et début 2023, celui de Dunkerque en 2019 (AO3 pour 600 MW). Le nombre d'emplois dans l'éolien en mer en France est ainsi passé de 2 084 en 2018 à 8 300 en 2023. Mais ce chiffre a stagné en 2024, avec 8 254 emplois. Et 2025 ne s'annonce pas sous les meilleurs auspices. Le rythme de construction de nouveaux parcs offshore est en ralentissement : trois sont déjà en service et trois autres vont l'être en 2025, 2026 puis 2027, sans oublier les deux fermes pilotes flottantes en cours d'achèvement en Occitanie. L'usine de nacelles General Electric à Montoir-de-Bretagne a réduit son recours à la sous-traitance en 2024, tout en annonçant des licenciements. Des remous auxquels Éric

Masson, chef de marché CCI Business EnR, est confronté depuis des années. « Avec les entreprises que j'accompagne, je suis très clair sur la nécessité de rester raisonnables dans leur diversification vers l'éolien. Elles peuvent aussi faire plus d'efforts pour aller vendre leurs solutions éolien offshore ailleurs qu'en France. Et au sein d'une spécialité technique, elles peuvent s'adresser à d'autres secteurs que celui de l'éolien en mer », prévient-il. Le pragmatisme face à l'incertitude. ■

Suspense sur l'AO10

La publication de la PP3 conditionne-t-elle le lancement du 10^e appel d'offres éolien en mer ? Pour Florence Simonet, « tant que la PPE3 n'a pas été publiée, l'AO10 ne peut pas être lancé ». En effet, l'objectif de 8 à 10 GW pour cet appel d'offres dépasse largement celui affiché par la PPE2 (2019-2028). Marc Ferracci, ministre de l'Industrie du gouvernement de François Bayrou, n'a ainsi pas ménagé ses efforts pour tenter de publier le décret actant la PPE 3 cet été. Mais sa parution au *Journal Officiel* fin juillet a été empêchée par l'ancien Premier ministre « pour que soient conduites la concertation et les consultations nécessaires ». Il faisait notamment référence au projet de loi Grémillet sur l'avenir énergétique de la France, qui a suscité de nombreux remous cet été avec la tentative de moratoire sur les énergies renouvelables voulu par l'extrême droite à l'Assemblée nationale, et heureusement rejeté. Adopté par le Sénat le 8 juillet, le projet de loi devait repasser devant l'Assemblée nationale fin septembre, avec une commission mixte paritaire prévue mi-octobre. La démission du gouvernement Bayrou a toutefois bouleversé à nouveau le calendrier parlementaire et l'adoption de cette PPE 3. Combien de temps l'AO10 devra-t-il attendre ?

Projets éoliens, que faire en plus de la concertation ?



Les conflits autour des projets éoliens sont un véritable talon d'Achille de l'accélération de cette énergie renouvelable.

Si la concertation est obligatoire, elle échoue parfois à apaiser ces conflits. La médiation environnementale offre un nouvel outil aux développeurs et aux collectivités.

PAR HANNAH MOWAT, MÉDIATRICE INDÉPENDANTE

C'est un fait avéré que le temps de développement d'un projet éolien est long en France, de sept à dix ans en moyenne. C'est précisément à ces délais que la loi sur l'accélération des énergies renouvelables est censée s'adresser. Mais s'il y a des gains de temps à chercher dans les procédures juridiques et administratives, le facteur humain – l'opposition aux projets – lui, n'est pas aussi malléable, et heureusement. La France n'est pas la Corée du Nord. On entend souvent que les projets d'éolien terrestre sont très conflictuels, mais quel est l'impact de ces conflits sur la phase de développement, et quelles approches sont utilisées pour les maîtriser ?

J'ai creusé ce sujet lors d'un diplôme universitaire sur la gestion des conflits à l'université de Paris, ce qui m'a amenée à discuter avec une quinzaine de développeurs actifs en France de tailles et cultures variables. J'ai découvert que les conflits non seulement ralentissent, mais sont aussi un facteur important d'abandon des projets. J'ai aussi découvert qu'ils ne sont pas anodins, qu'ils peuvent être violents, agressifs, émotionnellement durs à traverser. Un gros clash entre deux mondes qui ne se comprennent pas...

LES LIMITES DE LA CONCERTATION

Comment dépasser ces conflits ? Il apparaît clairement que les développeurs réfléchissent sérieusement à leurs moyens de les résoudre, y passent du temps et y accordent une grande importance. Le plus souvent, ils recourent à la concertation, ce qui est compréhensible puisque c'est ce qui est attendu par la loi.

La concertation consiste à faire précéder une décision d'une consultation des parties concernées. Au cours de mon enquête, j'ai découvert une véritable mobilisation de la part des développeurs dans un accompagnement local de leurs projets. Ils partagent activement de l'information sur leur projet, fournissent des explications de façon continue, adaptée et précise à travers des permanences, des réunions, des lettres d'information. Suite à cet engagement, j'ai constaté la déception, et parfois la consternation, des chefs de projet lorsque la conflictualité perdure.

Dans une démocratie telle que la France, il n'y a pas de formule magique pour faire disparaître les conflits. Pourtant, il existe des méthodes qui ont été spécifiquement développées autour de leur gestion.

LA MÉDIATION : UNE NÉGOCIATION ASSISTÉE

Peu utilisée, en tout cas en France, pour s'adresser à des conflits environnementaux, la médiation est une approche profondément ancrée dans la recherche de moyens d'avancer quand la communication est impossible, à cause d'une situation trop conflictuelle. Elle est employée dans bien de domaines comme les conflits familiaux, sociaux, de couple, voire diplomatiques.

La médiation implique la présence d'un tiers formé, qui s'engage à être impartial, neutre et indépendant. Pour beaucoup, la médiation est inspirée de la négociation raisonnée dont le principe est de passer outre les positionnements des parties, de se focaliser autant que possible sur les intérêts des parties – ou leurs besoins –, d'inventer des options collectivement pour un gain partagé sur la base de critères objectifs.

Les défenseurs de la médiation environnementale mettent en avant sa capacité à favoriser la compréhension mutuelle, construire une vision commune du problème posé, améliorer la qualité et la pertinence des solutions proposées, favoriser l'acceptation et l'appropriation sociale du projet, accroître la participation des citoyens à la vie publique.

UN MÉTIER PEU CONNU

Quand on enquête sur l'expérience de la médiation, les développeurs disent l'utiliser mais ne pas sentir d'amélioration sur l'efficacité de leurs projets. Mais la plupart la confondent avec la concertation, à cause de son image trop floue et d'une offre encore trop dispersée. En réalité, la

Offres de médiation

Il existe plusieurs structures qui offrent la médiation environnementale, y compris pour les projets d'énergies renouvelables, comme par exemple Dialter ou Médiation Environnement. Pour l'instant il n'existe pas de réseau national de médiateurs environnementaux.

médiation environnementale est encore peu connue, ce qui explique sa présence discrète dans la boîte à outils des développeurs d'énergies renouvelables et des collectivités. Dans le doute, les acteurs sérieux misent sur un débat public, une méthode qui a ses qualités mais qui est aussi antinomique avec certains des principes de la médiation. Après tout, l'étymologie du mot débat est « se battre, se quereller ». La médiation cherche à mettre en mouvement des perspectives, à créer des espaces intimes pour dévoiler ses fragilités et ses besoins, chose souvent difficile dans un contexte de débat.

La médiation demande une certaine ouverture d'esprit de la part de toutes les parties concernées et la possibilité d'entrer en négociation, pour en faire un projet qui trouve un sens dans son territoire autant que dans un portefeuille ou dans un mix énergétique national. Les projets d'énergies renouvelables devront autant que possible repousser les limites des contraintes techniques pour tenter de bénéficier d'une acceptation sociale. Un défi que le secteur est prêt à relever ? Certes, il existe une opposition à l'éolien qui est menée en France sur une base idéologique par des associations structurées au niveau national. Si elles parviennent parfois à semer la discorde localement, l'acceptation d'un projet éolien revient cependant en définitive aux habitants des communes concernées.

Avec la nouvelle loi sur l'accélération des énergies renouvelables, le moment est propice pour tenter autre chose et apaiser les conflits. La main des développeurs devient beaucoup plus forte. Et si on l'utilisait pour la tendre ? Le médiateur, ici, joue un rôle clé. ■

Visite d'élus du parc éolien de Chamole, dans le Jura, inauguré en 2018.



Réunion sur site du comité de suivi du projet éolien du Mesnil, à Dialan-sur-Chaine (Calvados), toujours en cours.



JEAN LOUIS DUFOUR

« Un système énergétique propre reviendra moins cher que notre système actuel »

Comment faire pour réduire les prix de l'électricité ? Le chercheur du think tank européen Bruegel, Conall Heussaff, spécialiste des politiques énergétiques et climatiques, plaide notamment pour une plus grande intégration à l'échelle européenne et une flexibilité accrue de la part des consommateurs. PROPOS RECUEILLIS PAR LOU-EVE POPPER

Quelle sera la part des énergies renouvelables d'ici 2030 en Europe ?

Conall Heussaff : Cela dépend de la perspective que vous adoptez. L'objectif est d'atteindre 42,5 % de sources renouvelables dans le mix énergétique global, contre 25 % aujourd'hui. Des progrès doivent donc être réalisés rapidement dans les cinq prochaines années. Concernant le mix électrique, la part des énergies renouvelables est plus élevée puisqu'elles représentent déjà environ 50 % de l'électricité produite, avec un objectif de 60 à 70 % d'ici 2030. Les atteindrons-nous ? C'est évidemment impossible à dire : il est certain que des progrès sont en cours, mais la question est de savoir si nous allons réussir à électrifier suffisamment rapidement les transports, le chauffage et l'industrie. Pour le moment, cette électrification n'a pas vraiment encore pris son envol, malgré un déploiement des technologies propres.

Cette part croissante des énergies renouvelables conduira-t-elle à une hausse des prix de l'électricité, comme cela est souvent avancé en France ?

C. H. : Je ne le pense pas. Actuellement, le coût des énergies renouvelables sur leur durée de vie est inférieur à celui des sources d'énergie fossile. En France, si l'on regarde le coût actualisé de l'électricité, les énergies renouvelables demeurent même compétitives par rapport à la technologie nucléaire. Le problème est que lorsque vous atteignez des taux élevés de pénétration des énergies renouvelables dans le système électrique, vous devez cependant investir dans d'autres composants pour les équilibrer. Il faut plus d'infrastructures de réseau et de capacités de secours. Malgré ces investissements supplémentaires, de nombreuses études de modélisation estiment qu'un système énergétique propre reviendrait moins cher que notre système actuel.

Que faut-il faire pour s'assurer que la demande d'électricité augmente dans les prochaines années ?

C. H. : Il y a deux mesures clés à prendre. La première est de s'assurer que le coût de l'électricité est suffisamment abordable pour que les gens puissent faire les investissements nécessaires. L'autre élément est le coût

d'investissement des technologies d'énergies propres. À l'heure actuelle, le coût initial des pompes à chaleur et des véhicules électriques est souvent plus élevé que celui des technologies fossiles correspondantes. C'est d'ailleurs une tendance générale des technologies d'énergies propres : on dépense plus d'argent au départ, mais ensuite moins pour faire fonctionner le système. Il faut donc mettre en place un soutien financier à destination des consommateurs et entreprises, afin de les aider à surmonter cet obstacle initial.

La réforme du marché européen de l'électricité a généralisé l'utilisation des Contrats pour la différence. Qu'en pensez-vous ?

C. H. : Avec les Contrats pour la différence [équivalent du complément de rémunération en France, ndlr], l'État s'engage à rémunérer les producteurs si le prix du marché de gros à court terme est plus bas que le prix du contrat, ce qui pourrait arriver si la demande d'électricité chute. Toute la question est maintenant de savoir comment l'État va répercuter le coût de ce soutien public et sur quelle catégorie de consommateurs. Au nom de la compétitivité, il peut par exemple décider d'épargner l'industrie et faire supporter l'essentiel des coûts sur les ménages... Afin d'éviter que cela mène à des politiques socialement injustes et aussi pour éviter les distorsions de concurrence, l'UE devra donc se doter d'un cadre strict sur le recouvrement des coûts pour les Contrats pour la différence.



Conall Heussaff
est analyste
du think tank
européen Bruegel,
spécialiste
des politiques
énergétiques
et climatiques.

Comment le coût global de l'électricité pourrait-il être mieux réparti entre les différents groupes de consommateurs ? Aujourd'hui, les ménages et les PME supportent l'essentiel des coûts pour préserver l'industrie...

C. H. : C'est un problème très difficile à résoudre puisqu'il s'agit de trouver un équilibre entre compétitivité et coût de la vie. Je pense qu'il n'est pas raisonnable d'attendre

des consommateurs qu'ils supportent tous les coûts afin d'épargner les grandes entreprises très énergivores. De plus, nous devons électrifier les secteurs du chauffage et des transports, ce qui implique que les ménages achètent des véhicules électriques et installent des pompes à chaleur chez eux. Or, si les prix de l'électricité sont trop élevés, ils ne passeront pas le cap. Pour éviter d'avoir des entreprises qui ferment ou des ménages dans l'incapacité de payer leurs factures d'électricité, il faudrait lisser les coûts dans le temps. L'État pourrait prendre en charge une partie du coût pendant une période de dix ans et se rétribuer plus tard, lorsque les bénéfices de ces investissements commenceront à se concrétiser, c'est-à-dire lorsque l'intégration de plus de renouvelables aura permis de réduire les prix et de décarboner notre système.

D'après vous, pour réduire les prix de l'électricité, il faudrait encourager plus de flexibilité de la part des consommateurs. Mais cela implique qu'ils soient beaucoup mieux informés sur le fonctionnement du marché de l'électricité...

C. H. : Tout à fait. Il faut absolument fournir des informations aux consommateurs sur la formation des prix de l'électricité et ce qui les influence. Cela dit, je pense qu'il est irréaliste d'attendre de chaque ménage et de chaque entreprise qu'ils suivent les prix de l'électricité à l'heure près, chargent leurs véhicules électriques ou fassent leur lessive en fonction du marché. Il faut plutôt mettre en place des solutions simples, comme par exemple avoir des prix qui changent au maximum deux ou trois fois par jour ¹. On aurait par exemple un prix plus bas la nuit, un prix plus élevé en soirée, et un prix moyen

en journée. Les foyers pourraient alors adapter leur consommation en conséquence.

Vous plaidez aussi pour une plus grande intégration transfrontalière en Europe...

C. H. : Oui. Le système européen est un grand réseau interconnecté. Et si nous voulons tirer le meilleur parti des ressources dont nous disposons et réduire le prix de l'électricité, il faut que nous puissions travailler en bonne intelligence entre pays européens. De fait, quand le vent souffle dans le nord de l'Europe, l'électricité peut être envoyée vers

le sud, et lorsqu'il fait soleil dans le sud, l'électricité peut être envoyée vers le nord. Nous avons également besoin de plus de coordination entre les États européens en termes d'investissements. Actuellement, chaque pays réfléchit à l'énergie à l'échelle nationale et surinvestit dans les technologies dont il estime avoir besoin, sans penser que le voisin pourrait lui fournir la ressource énergétique. Or si chaque pays surinvestit dans son coin, les prix seront forcément plus élevés.

L'Europe retrouvera-t-elle sa compétitivité face aux États-Unis et à la Chine ?

C. H. : Les États-Unis ont un avantage économique de taille puisqu'ils ont accès à de l'énergie domestique bon marché, comme les combustibles fossiles, ce dont l'Europe ne dispose pas. Il est donc peu probable que nous rattrapions notre retard et soyons totalement compétitifs. Ceci étant dit, nous avons plus de chances de combler ce fossé en poursuivant une stratégie de décarbonation et de coopération européenne qu'en important l'énergie des États-Unis. Ce faisant, nous serons également plus sécurisés : notre propre système énergétique sera entièrement sous notre contrôle et les ressources que nous utilisons seront domestiques.

Le nouveau nucléaire français entraînera-t-il une hausse ou une baisse des prix de l'électricité ?

C. H. : Cela dépend du coût final de la construction des centrales. Si l'on est optimiste, on peut dire que la construction de ces centrales ne changera pas beaucoup les prix de l'électricité. Mais force est de constater que la plupart des projets de construction de centrales nucléaires dans le monde se sont révélés plus coûteux que prévu. Si cela se produit avec

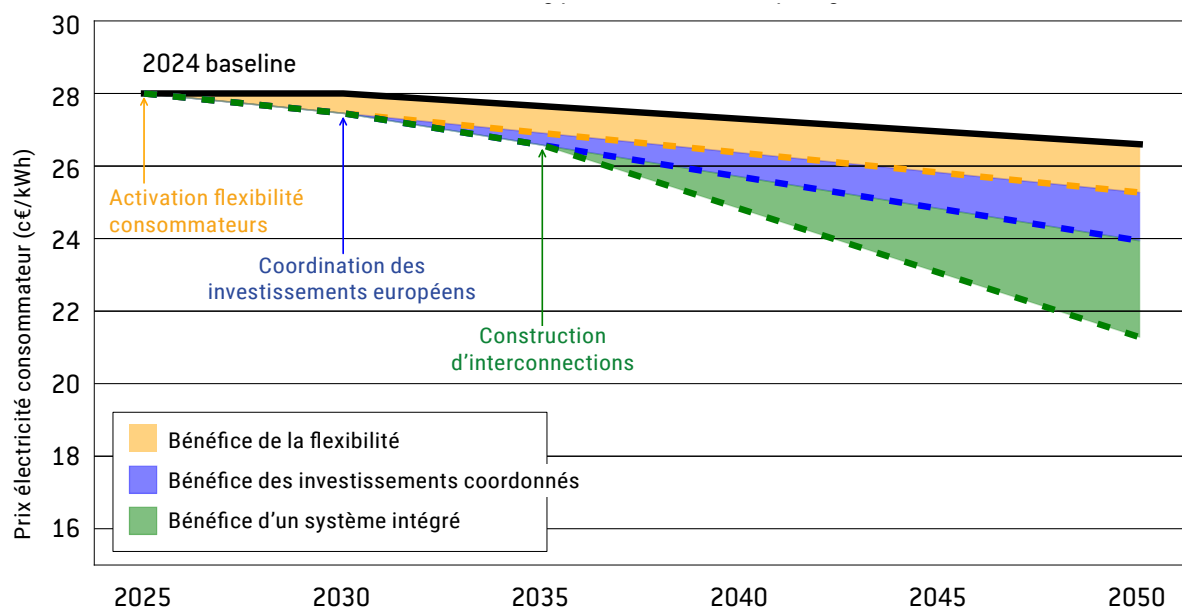
Pour aller plus loin

Conall Heussaff a publié l'an dernier deux articles portant sur les enjeux du marché de l'électricité : « The changing dynamics of European electricity markets and the supply-demand mismatch risk » (Bruegel Policy Brief, Issue n° 14/24, July 2024) et « Decarbonising for competitiveness: four ways to reduce European energy prices » (Bruegel Policy Brief, Issue n° 31/24, December 2024). À retrouver sur : www.bruegel.org/publications

les projets français, il est donc peu probable que cela réduise les prix de l'électricité. Cela pourrait même les rendre plus élevés pendant un certain temps. ■

1. C'est par exemple le sens de la réforme du dispositif « heures creuses » en France. À partir de novembre, les heures creuses actuellement situées en matinée (7 h-11 h) ou en début de soirée (17 h-23 h) seront déplacées sur l'après-midi (11 h-17 h), période où l'énergie photovoltaïque est plus abondante et moins coûteuse, surtout en été.

Mesures pour abaisser le prix de l'électricité en Europe



Note : Prix donnés à titre indicatif. Ne constituent pas une projection des prix énergétiques futurs.

SOURCE : « DECARBONISING FOR COMPETITIVENESS: FOUR WAYS TO REDUCE EUROPEAN ENERGY PRICES », CONALL HEUSSAFF, BRUEGEL, DÉCEMBRE 2024.

Les vertus de l'hybridation

En Espagne, les centrales hybrides, associant éolien et solaire, se développent depuis quelques années sous l'impulsion de développeurs tels qu'EDP. Avantageuses d'un point de vue économique, elles permettent également de rendre des services au réseau électrique souvent congestionné. Explications. PAR ARNAUD WYART

Les centrales hybrides combinent au moins deux sources de production différentes. Pour être considérées comme une seule et même unité, celles-ci doivent cependant être connectées au réseau électrique via le même point de raccordement. En Espagne, ce type de centrale associe généralement des parcs éoliens existants et des installations photovoltaïques, mais d'autres hybridations sont possibles. « Cela peut concerner des parcs éoliens ou solaires flottants, adossés à des barrages hydroélectriques, comme on en trouve au Portugal, ou encore du solaire thermique associé à du photovoltaïque, par exemple », indique Heikki Willstedt, directeur de la politique énergétique et du

changement climatique de l'Association espagnole de l'énergie éolienne (AEE). Un cadre réglementaire a d'ailleurs été mis en place dès 2020 dans le pays. Pour qu'une centrale y soit considérée comme hybride, il faut que la nouvelle unité de production soit située à moins de 10 km de l'ancienne. « L'ancienne installation doit également représenter au moins 40 % de la puissance combinée des deux installations. En outre, les développeurs sont dans l'obligation de mettre en place deux compteurs, ainsi qu'un système de management de l'énergie », explique Étienne Thomassin, directeur général d'EDP Renewables en France. Les acteurs comme Iberdrola et EDP ont ainsi été les premiers à mettre en œuvre des centrales hybrides en Espagne. Pour EDP, il s'agit de la centrale de Cruz de Hierro, connectée au réseau en 2023 et située au nord-ouest de Madrid : un parc de 22 éoliennes (mis en service en 2000) et 25 000 panneaux photovoltaïques bifaciaux, pour une puissance

L'Espagne compte déjà 14,4 GW de centrales hybridant énergies renouvelables ou stockage.

En Espagne, EDP a installé une centrale solaire de 13,8 MW au pied du parc éolien Cruz de Hierro de 14,5 MW, situé à Santa María del Cubillo, en Castille-et-León.

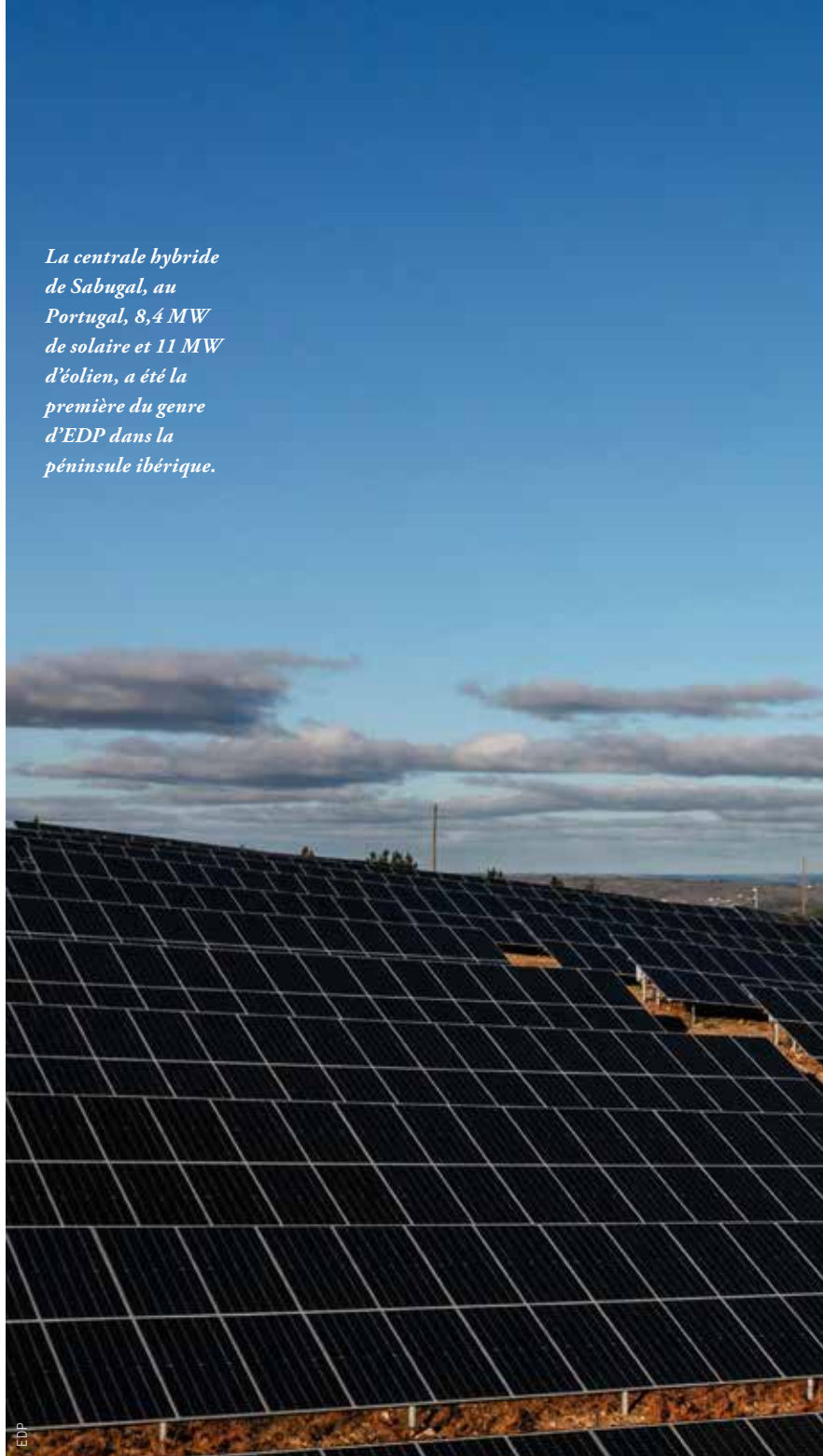


combinée de 28,75 MW. L'entreprise dispose désormais de trois centrales hybrides dans le pays, pour un total de 100 MW (300 MW au niveau européen). « *Nous comptons environ 1 200 parcs éoliens en Espagne, ce qui représente un fort potentiel*, précise Heikki Willstedt. *Depuis, nombre d'entre eux ont d'ailleurs été adossés à des installations photovoltaïques. D'après les données de Red Eléctrica, le gestionnaire de réseau espagnol, les centrales hybrides éoliennes affichent près de 6,4 GW de puissance. Si l'on prend en considération les autres cas (parcs solaires hybridés, etc.), le chiffre monte à 14,4 GW.* »

CADRE RÉGLEMENTAIRE FAVORABLE

Pour les développeurs, le principal intérêt de l'hybridation réside en effet dans l'optimisation des coûts de raccordement. Un parc éolien de 15 MW, par exemple, ne produit pas tout le temps à pleine puissance et le câble connecté au réseau, dimensionné pour une puissance de 15 MW, n'est donc pas utilisé à son plein potentiel. Le déploiement de modules photovoltaïques, *a fortiori* au pied des éoliennes, offre ainsi aux développeurs la possibilité de mieux rentabiliser leur investissement initial. En Espagne, si les centrales hybrides répondent aux conditions réglementaires citées plus haut, les développeurs bénéficient également de certains avantages économiques. « *En raison des problèmes de congestion que connaît le pays, les raccordements au réseau sont très chers*, assure Étienne Thomassin. *L'hybridation, elle, permet de faire une simple mise à jour du contrat existant et le processus est plus rapide. Par ailleurs, l'obtention d'une connexion au réseau nécessite le dépôt d'une forme de garantie et dans le cas des centrales hybrides, celle-ci est moins élevée.* » En outre, l'hybridation est très avantageuse pour le réseau. Elle offre la possibilité d'injecter beaucoup plus d'électricité tout au long de l'année, sans nécessiter une augmentation de sa capacité, ce qui permet d'éviter des travaux de renforcement. La production des centrales hybrides est également moins variable, l'éolien et le solaire étant naturellement complémentaires (la production éolienne se fait essentiellement le soir et la nuit, tandis que le solaire produit pendant la journée). Toutefois, un bon dimensionnement de la nouvelle installation est essentiel. « *En cas de vent fort, par exemple, avec un parc éolien qui fonctionne à pleine puissance, on doit brider l'une des deux centrales une partie du temps, d'autant plus si la capacité d'injection est trop limitée. Avec un bon dimensionnement par rapport au parc existant et au câble de raccordement, le bridage est inférieur à 10 % du temps* », affirme Étienne Thomassin. EDP parvient ainsi à augmenter jusqu'à 40 % la production de ses trois centrales hybrides installées en Espagne par rapport aux anciens parcs éoliens.

La centrale hybride de Sabugal, au Portugal, 8,4 MW de solaire et 11 MW d'éolien, a été la première du genre d'EDP dans la péninsule ibérique.



PROCHAINE ÉTAPE : LE STOCKAGE

Dans le pays comme ailleurs, les développeurs installent des centrales solaires près de parcs éoliens leur appartenant et grâce à la présence de deux compteurs, les nouvelles unités n'interfèrent pas avec le modèle économique déjà en place. L'électricité produite par les éoliennes est généralement vendue à des clients (notamment de grandes entreprises) dans le cadre de contrat d'approvisionnement à long terme, ou elle est revendue à l'opérateur du réseau. La valorisation de l'énergie solaire, elle, se fait de la même manière, mais avec d'autres acheteurs. Selon l'AEE, les futures centrales hybrides devraient



d'ailleurs signer davantage de contrats d'approvisionnement avec le secteur industriel, qui affiche de gros besoins. À ce titre, l'Espagne va passer prochainement à l'étape supérieure avec l'ajout de moyens de stockage, dans le but d'apporter plus de stabilité à la production des centrales hybrides. Heikki Willstedt évoque plusieurs projets énormes devant être mis en service d'ici 2028. « On parle de centrales associant 300 à 400 MW d'énergie éolienne, 200 à 300 MW d'énergie solaire et 100 à 200 MW de batteries. » De son côté, EDP compte développer d'autres centrales hybrides en Espagne, en Pologne et au Portugal, le pays européen le

plus avancé dans ce domaine. L'entreprise y a notamment installé une centrale solaire flottante sur le barrage hydroélectrique d'Alqueva (dont elle gère la production), situé près de Moura dans le sud du pays, et le site accueillera prochainement un parc éolien, ainsi qu'un parc solaire au sol. Une initiative complexe. « Plus on mutualise les sources de production et plus on doit procéder à des arbitrages afin de brider une des centrales en fonction des conditions météorologiques et tarifaires. Cela demande la conception de nouveaux outils de management », précise Étienne Thomassin. De son côté, la France affiche un net retard. Elle ne compte qu'une seule centrale hybride éolienne et l'hybridation peine à attirer les investisseurs. « Le réseau français est bien maillé et suffisamment solide, assure Étienne Thomassin. Pour le moment, il y a moins de congestions, mais la situation va évoluer. L'intérêt est réel et des modèles économiques se développent. Cependant le cadre réglementaire est beaucoup moins favorable. » ■



Quand les pales s'invitent sur nos toits

Une société française, La Paletière, développe des tuiles en pales d'éoliennes recyclées. Les premières installations auront lieu d'ici à quelques semaines. Divers tests techniques sont en cours pour, à terme, industrialiser la solution.

CLAIRE BAUDIFFIER

L'agence d'architecture WAO, spécialisée notamment dans l'économie circulaire, travaille depuis trois ans sur le projet d'une ferme urbaine¹ à Stains, en Seine-Saint-Denis. Minh Man Nguyen, associé cofondateur, ingénieur et architecte, s'est demandé dès le début s'il serait possible de réutiliser des pales d'éoliennes pour couvrir la halle de ce lieu (500 m²), puisque ce projet vise 90 % de réemploi. « J'avais eu l'occasion d'échanger avec un enseignant-chercheur du consortium Rewind², c'est ce qui m'a donné cette idée-là. J'ai alors commencé à discuter avec Yoann Malinge, ingénieur, et des industriels de l'éolien, pour savoir comment envisager cela, raconte l'architecte. Précisons tout de même que le projet de Stains est une expérimentation, le maître d'ouvrage est très sensible à l'économie circulaire et a fait le choix de nous laisser tester quelque chose d'ambitieux et d'innovant. » La Paletière – c'est le nom de la société – teste donc actuellement l'utilisation de tuiles en pales d'éoliennes. « Concrètement, nous

Prototype de tuiles de 80 x 50 cm, fabriquées à partir de pales d'éoliennes recyclées.

travaillons pour cela avec Suez, qui est en train de démanteler ses premiers parcs [Lire Le Journal de l'éolien n° 55, ndlr]. Il collecte la ressource et nous livre des tronçons qui vont jusqu'à 2 x 4 mètres, en privilégiant les parties les plus plates. Nous n'acceptons pas les parties au-delà d'une certaine courbure. Nous les coupons ensuite aux dimensions souhaitées, sachant que l'on vise des tuiles de 80 x 50 cm pour qu'elles soient facilement transportables et mises en palettes, et en même temps suffisamment grandes pour qu'il n'y ait pas besoin de réaliser trop de découpes lors de la pose », développe Yoann Malinge, cofondateur de La Paletière. Pour cela, l'entreprise collabore avec un menuisier industriel de la région de Nantes, qui dispose d'outillage spécifique, puisqu'on ne coupe pas des pales (en matériau composite bois et fibres de verre) comme du contreplaqué... « Côté finitions, l'idée est de proposer des tuiles préperçées et aux bords traités. Nous faisons aussi des tests de ponçage et peinture, qui pourront être des options proposées. »

QUEL COÛT ?

Ces options auront bien sûr des coûts supplémentaires, sachant que l'objectif est de rendre ces tuiles compétitives. « Nous serons plus chers que des produits type tôle/polycarbonate, mais moins chers que des tuiles en ardoise. En général, on dit qu'on vise le coût des tuiles en terre cuite, sachant qu'on propose là un matériau très atypique avec une esthétique marquée », poursuit Yoann Malinge. La Paletière fait actuellement réaliser divers tests pour voir comment les tuiles se comportent à l'arrachement, à la flexion, à l'eau, au choc de la grêle... « Pour se rendre compte, en général, les tuiles classiques cassent si elles subissent un choc de 150 kg. Dans nos tests, entre 4 et 5 tonnes ont été larguées sur nos tuiles en pales, et c'est l'outil de mesure qui a fini par casser, pas les tuiles... », indique Minh Man Nguyen.

PROTOTYPE À ÉPROUVER

D'ici cet été, les tuiles devraient être installées sur une serre de 120 m² sur le site de Stains, ainsi que sur un abri à vélos de 64 m² dans le XX^e arrondissement de Paris. « C'est un prototype que l'on va éprouver. On ne pose pas ces



WAO PARIS



WAO PARIS

*Les tuiles doivent recouvrir la serre de 120 m²
d'une ferme urbaine à Stains, en Seine-Saint-Denis.*



RONAN GUERMEUR

Yoann Malinge, cofondateur de La Paletière, et Minh Man Nguyen, ingénieur architecte, cofondateur de WAO architecture.

tuiles en disant qu'elles sont étanches, car si c'était le cas, des questions d'assurance rentreraient dans la discussion. C'est pour cela que ce premier projet est une halle, il n'y a pas nécessairement besoin d'étanchéité. Mais l'idée néanmoins est de travailler, avec des couvreurs notamment, pour qu'elles soient effectivement étanches. Globalement d'ailleurs, nous souhaitons collaborer avec cette profession, puisque l'idée est que les couvreurs sachent et veuillent poser cette solution. »

La Paletière devrait donc s'engager dans un processus avec le Centre scientifique et technique du bâtiment (CSTB) pour mettre en œuvre les différents essais et vérifications, qui permettraient de prouver l'étanchéité, et donc de permettre l'assurabilité (via un avis technique, par exemple). « Comme pour tout ce qui concerne le réemploi, il y a une complexité, puisque ce sont des matériaux déjà utilisés, donc ici en l'occurrence déjà exposés au vent, à des différences de température... On ne sait pas combien de temps ils vont pouvoir encore durer. Tous ces paramètres

« Durant les tests de résistance, entre 4 et 5 tonnes ont été larguées sur nos tuiles en pales. L'outil de mesure a fini par casser, pas les tuiles », Minh Man Nguyen, WAO Architecture.

devront aussi être travaillés », indique Aurélie Bareille, responsable de la division certification & évaluation à la Direction enveloppe du bâtiment du CSTB.

3000 TONNES D'ICI 2028

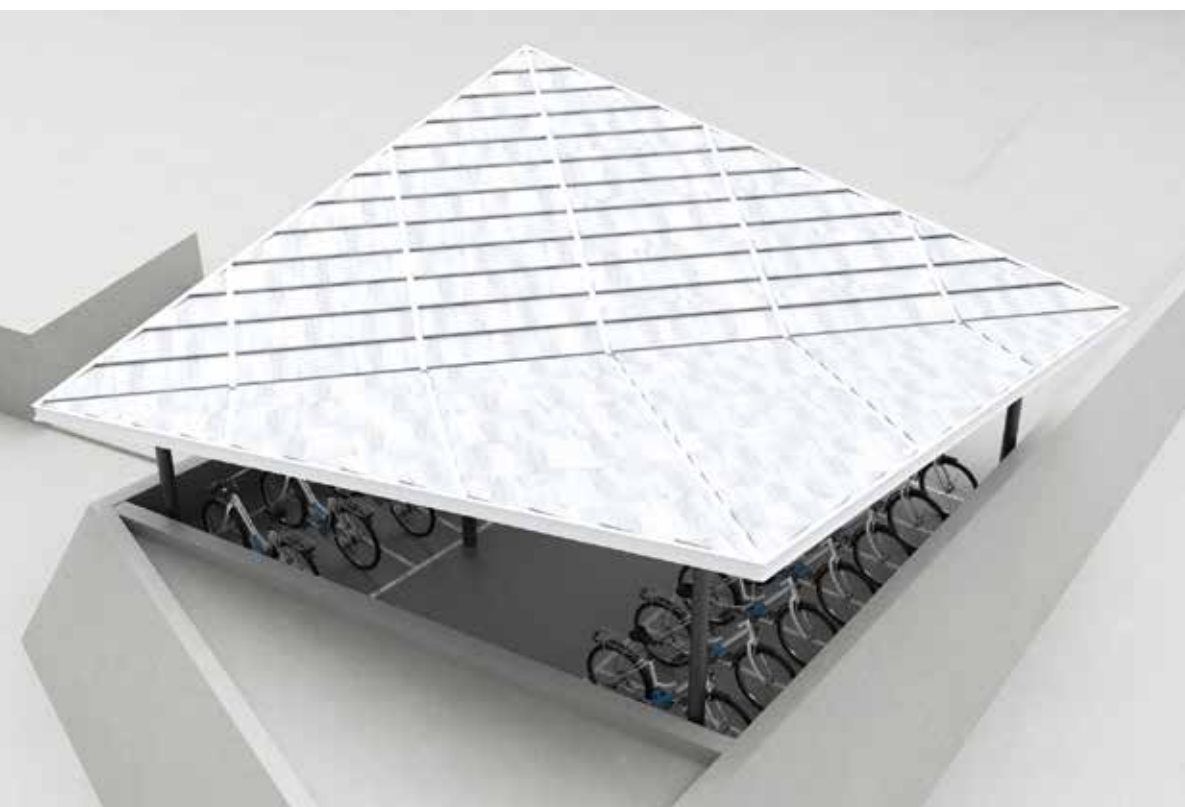
« C'est un vrai challenge de se lancer dans cette production de tuiles. Si l'on avait fait de meubles, nous n'aurions pas été soumis à tout le process normatif des bâtiments. Car en sus des tuiles, nous travaillons aussi sur une réutilisation des pales en bardage », souligne Minh Man Nguyen. L'objectif de La Paletière est de réfléchir avec d'autres agences d'architecture à diverses applications, de créer une filière industrielle mais aussi d'avoir une production conséquente de tuiles pour pouvoir répondre à des maîtres d'ouvrage qui semblent de plus en plus intéressés.

« L'Ademe estime à entre 10 000 et 15 000 tonnes de pales à démanteler chaque année désormais. Dans notre scénario conservateur, nous pourrions avec La Paletière en réemployer 3 000 tonnes d'ici à 2028-2029, sachant que l'on ne peut valoriser qu'entre 50 et 70 % des pales, puisqu'on ne traite que les parties plates », détaille Yoann Malinge. La Paletière, dont le siège est à Nantes et qui compte aujourd'hui cinq collaborateurs, lève des fonds pour davantage se structurer, et planche aussi sur l'analyse du cycle de vie (ACV) de ses tuiles. ■

1. La Ferme des possibles 2. Plus d'infos ici : fermedespossibles.fr
2. Rewind travaille au niveau international sur le démantèlement, la réutilisation et le recyclage des systèmes éoliens pour accroître la circularité : rewind-project.eu



WAO PARIS



En attendant d'avoir les avis techniques nécessaires, La Paletière prévoit d'installer ses tuiles sur des constructions telles que des abris à vélos, ombrières, etc.

WAO PARIS

obsta
op2p3

**VOTRE EXPERT
EN BALISAGE
AÉRIEN**

www.obsta.com

obsta
LINK

**Contrôle à distance
de votre parc de balisage**



OFD | Bi-couleur
Moyenne
Intensité

**Rencontrez-nous Stand E8
15-16 septembre Parc Floral Paris**

**FRANCE
renouvelables**
système électrique pilotable

Retour des nuits noires en Allemagne

Les exploitants éoliens avaient en Allemagne jusqu'au 1^{er} janvier pour équiper leurs éoliennes d'un balisage circonstancié, afin que leurs feux de position ne s'allument qu'à l'approche d'un aéronef. Un chantier inspirant. PAR VINCENT BOULANGER

Quand on traversait la campagne la nuit dans le nord de l'Allemagne, c'était un peu Disneyland. Les feux des parcs éoliens clignotaient à un rythme non coordonné et leur nombre donnait parfois le sentiment de se trouver face au « skyline de Hong Kong », s'amuse Carl Undéhn, habitant du Land de Schleswig-Holstein, qui affiche la densité d'éolienne par km² la plus élevée du pays. C'est pourtant dans ce Land qu'aurait été équipée la première éolienne d'un balisage circonstancié, en mars 2015. Ici encore que deux ans plus tard, un parc de 17 machines mettait un tel système en service. Sous l'impulsion de son ministre de la Transition énergétique, le Vert Robert Habeck – devenu ensuite vice-chancelier du gouvernement d'Olaf Scholz –, le Schleswig-Holstein avait en effet introduit une incitation financière dès 2016 pour que les feux des éoliennes s'éteignent la nuit, afin d'augmenter leur acceptabilité. Si elles ne se déclenchent qu'en cas de besoin, les balises des éoliennes peuvent en effet rester éteintes environ 90 % du temps, estime l'Agence pour l'éolien et le solaire (Fachagentur Wind und Solar). La révision de la loi Énergie renouvelable (EEG) de 2017 a été l'occasion d'imposer le balisage circonstancié à l'ensemble des parcs du pays, en fixant l'échéance au 1^{er} juillet 2020. Un objectif trop ambitieux à l'époque. « L'échéance a sans cesse été repoussée, quatre fois en tout, rappelle Wolfram Axthelm, directeur général de la Bundesverband WindEnergie (BWE), l'association allemande des professionnels de l'éolien. D'abord, parce qu'il y a eu un problème de certification des systèmes, puis des soucis venant des autorités chargées de délivrer les autorisations pour équiper les éoliennes, qui ne s'attendaient pas à recevoir autant de demandes. Mais c'est maintenant effectif depuis le 1^{er} janvier, l'Allemagne veut vraiment que ces systèmes soient utilisés partout où ils sont permis. Il y a en effet des exceptions aux abords des aéroports où la signalisation lumineuse doit être continue. » Il faut dire que la contrainte pour passer à l'acte était forte, puisque les contrevenants s'exposaient à une amende de 10 euros par kW et par mois de retard, ramenée à 2 euros par kW et par mois de retard une fois le parc mis en conformité.

DERNIERS AJUSTEMENTS

Toutes les éoliennes s'éteignent-elles désormais la nuit en Allemagne ? Pas tout à fait. BWE avait évalué à environ 16 000 le nombre d'éoliennes existantes devant être équipées¹. Les nouveaux parcs le sont pour leur part dès la mise en service depuis quelques années. Certains Länder n'ayant pas

réussi à délivrer les autorisations à temps, toutes les éoliennes ne sont pas encore mises au pas, mais leur « grande majorité » l'est, selon Wolfram Axthelm. À cela s'ajoute le fait que les exploitants et les fournisseurs de solutions ont dû travailler vite. « Les appels de clients, qui nous disent que leur parc ne s'est pas éteint la nuit, est notre pain quotidien, explique Thomas Herrholz, directeur général de Dark Sky, fabricant de systèmes de balisage circonstancié et filiale d'Enertrag. Cela vient en partie des systèmes de sécurité des éoliennes. Dès qu'une alarme surgit, les feux ne s'éteignent pas. Il nous faut donc vérifier les choses les unes après les autres, les interfaces, l'état des balises, etc. C'est ce qui nous occupe en ce moment, nous sommes dans une phase d'optimisation mais l'équipement des machines lui-même est terminé. Je pense que d'ici six mois, nous en aurons fini avec les réglages techniques. » Thomas Herrholz témoigne toutefois qu'en tant que citoyen, il apprécie de voir les parcs éteints tôt le matin de part et d'autre de l'autoroute qui le mène au travail. Difficile en revanche d'avoir une idée de l'impact sur la population allemande de la généralisation du balisage circonstancié. « Nous n'avons pas encore de sondages valables ou d'analyses scientifiques sur ce sujet, car l'application est trop récente, selon Wolfram Axthelm. Mais nous savons que dans les Länder qui avaient prescrit l'utilisation de ces systèmes avant le début de cette année, la réaction des citoyens était positive. »

FIABILITÉ DES SYSTÈMES

Sur le plan technique, différentes solutions ont vu le jour, des technologies de radars et d'autres s'appuyant sur les transpondeurs des aéronefs. Dans le premier cas, les radars détectent l'objet volant et envoient un signal pour que les éoliennes s'illuminent. Dans le second cas, des récepteurs sur les éoliennes ou au sein des parcs reçoivent les signaux qu'émettent en permanence les transpondeurs des engins volants et déclenchent le balisage à leur approche. « Pour des raisons de sécurité, c'est en réalité l'inverse qui se produit, précise Olivier Perot, fondateur et dirigeant d'OvP Solutions (et ancien président de France Énergie Éolienne) qui distribue en France les balises de

*En sept ans, l'Allemagne
a dû équiper environ
16 000 éoliennes existantes
de balisage circonstancié,
impliquant souvent de
changer aussi les balises.*

BWE/JENS MEIER



LANTHAN SAFESKY



BORALEX

En France, des essais de balisage circonstancié ont été menés sur un parc de Boralex en Ardèche.



LANTHAN SAFESKY

La technologie de balisage circonstancié fondée sur les signaux envoyés par les transpondeurs des aéronefs domine largement le marché allemand.

Ci-dessous, aux Pays-Bas, l'État incite les parcs à s'équiper de balisage circonstancié, ce qu'ont fait ces parcs de la province de Zeeland en mars 2024.



LANTHAN SAFESKY

Lanthan et promeut le système de balisage circonstancié de la filiale Lanthan SafeSky. Le système envoie en permanence un signal qui éteint les balises. Si on détecte un avion, ce signal cesse et les balises s'allument. Si le système de détection a un défaut, ou qu'un problème quelconque survient dans l'éolienne, le signal d'extinction est levé et les balises restent allumées par défaut. » « Au départ, nous avons déployé des systèmes basés sur des radars, rapporte Thomas Herrholz. Nous en exploitons quatre en Allemagne, qui sont relativement importants. Nous en avons un par exemple dans la région de l'Uckermark [dans le Land du Brandebourg, ndlr] auquel sont connectées 400 éoliennes. Ensuite, nous avons développé deux solutions fondées sur les transpondeurs. » Les reports successifs de l'obligation d'équiper les parcs allemands sont ainsi en partie dus au temps qu'il a fallu pour que cette technologie soit reconnue et certifiée par les autorités. Assez rapidement cependant, elle s'est imposée, essentiellement parce qu'elle est moins coûteuse à déployer que les radars.

Aujourd'hui, une petite dizaine de fournisseurs de balisage circonstancié a vu le jour en Allemagne. Après avoir équipé les éoliennes du pays, ils s'orientent vers les marchés à l'étranger. Plusieurs pays à travers le monde autorisent en effet ces systèmes. En Europe, ils sont acceptés, voire promus en Autriche, en Norvège, aux Pays-Bas et probablement bientôt au Royaume-Uni. L'exemple allemand a fait école.

FRANCE : RÉINVENTER LA POUDRE

En France, la pollution lumineuse générée par les éoliennes ferait partie des premiers sujets de critique des riverains, selon Stéphanie Ledanois, déléguée générale adjointe en charge de l'expertise et de la transformation chez France Renouvelables, « d'où notre motivation absolue pour faire aboutir les évaluations des systèmes de balisage circonstancié, qui permettraient de gagner dans l'acceptabilité des parcs de façon conséquente ». Un groupe de travail interministériel, regroupant professionnels, aviation civile et militaire, s'est ainsi constitué il y a huit ans sur le sujet. « L'exemple allemand avait mis en lumière le balisage circonstancié comme une solution prometteuse, mais l'Armée se montrait réticente à son égard, relate-t-elle. Nous avons donc ouvert la discussion à d'autres solutions : l'orientation des feux vers le ciel et le panachage des feux, consistant à réduire l'intensité lumineuse des éoliennes situées au centre

d'un parc. » Aujourd'hui, seules les balises orientées vers le ciel sont acceptées par l'aviation civile et l'Armée. Les expérimentations se poursuivent sur les autres options, dont le balisage circonstancié. Des vols tests ont par exemple été effectués en 2022 et 2023 aux abords du parc éolien des Sources de la Loire, en Ardèche, exploité par Boralex, qui a été équipé du système de Lanthan SafeSky. « Les essais ont été menés avec un chasseur Rafale de l'armée de l'air et avec un hélicoptère Gazelle de l'armée de terre, détaille Olivier Perot. De son côté, la Direction générale de l'aviation civile (DGAC) a effectué des tests techniques pendant plusieurs mois dans l'espace aérien de Toulouse. Ces évaluations ont été positives, puisqu'elles ont montré que le système réagissait exactement comme il le devait. » Ensuite, de longs mois se sont écoulés, avant qu'enfin les discussions reprennent en avril. « Nous savons que nos ministères de tutelle se battent pour faire avancer le sujet et que l'aviation civile est également prête à évoluer, assure Stéphanie Ledanois. Mais l'Armée ne s'est pas montrée convaincue par les tests, pour des raisons qui nous semblent assez obscures. Il nous manque un élément déclencheur, probablement une volonté politique, pour que ça aboutisse. » En attendant, le groupe de travail poursuit ses travaux d'évaluation technique, avec de nouveaux tests à la clé, pour lever toutes les inquiétudes. « Un ex-Premier ministre pas si ancien, Michel Barnier, avait déclaré qu'il souhaitait améliorer la vie des gens, se souvient Olivier Perot. Ce système-là améliore la vie des gens, en l'occurrence celle des riverains de parcs. Il ne coûte absolument rien à l'État, et est facile à déployer. Si nous parvenions à avoir une oreille attentive, nous devrions avoir un soutien politique fort avec de tels arguments. » ■

1. Seules les éoliennes de plus de 100 m de haut doivent comporter des balises.

Obliger ou inciter ?

Le choix qu'a fait l'Allemagne d'imposer le balisage circonstancié à tous ses parcs éoliens a permis de créer un marché, des solutions éprouvées et des entreprises œuvrant désormais à l'export. Sans cette obligation, l'équipement des parcs aurait en outre pris de longues années. Néanmoins, cette façon de faire n'a pas eu que des avantages. « Les exploitants de parcs ont été obligés de s'équiper pour éviter une pénalité très élevée, résume Thomas Herrholz. Les fournisseurs de solutions comme nous ont été fortement mis sous pression par des clients qui vivaient cela comme une obligation et non comme une opportunité. Ils devaient supporter les coûts sans avoir d'autre avantage financier que celui d'éviter une amende. L'ambiance sur ce marché n'a pas toujours été parfaite. Je trouve que l'exemple des Pays-Bas est plus intéressant. L'État y incite financièrement les exploitants à équiper leur parc. C'est une situation gagnant-gagnant. »



LE pionnier de l'assurance des EnR

04 78 42 68 46 ou info@alexis-assurances.com
1 rue Louis Juttet, 69410 CHAMPAGNE AU MONT D'OR
Courtier d'assurances immatriculé à l'Orias – N°18001240

www.alexis-assurances.com

Saturation visuelle : une mise au point bienvenue



Dans un arrêt remarquable du 13 décembre 2024, le Conseil d'État affine la méthodologie que doit suivre le Préfet lorsqu'il instruit une demande d'autorisation environnementale en vue de l'exploitation d'un parc éolien susceptible de générer un phénomène de « saturation visuelle ».

PAR ALIX-ANNE SAURET, AVOCAT SENIOR,
CABINET ANDREANI-HUMBERT

Saisi d'un pourvoi formé contre un arrêt de la Cour administrative d'appel de Douai confirmant le refus de délivrance de l'autorisation environnementale, le Conseil d'État précise, dans son arrêt du 13 décembre 2024 (CE, n° 465368), que pour caractériser l'existence d'un phénomène de saturation visuelle et refuser d'autoriser un parc éolien, le Préfet peut tenir compte :

- des projets éoliens déjà autorisés, qu'ils soient, ou non, en cours d'exploitation ;
- mais aussi des projets de parcs éoliens, faisant l'objet d'une instruction concomitante, qu'il s'apprête à autoriser.

En revanche, la Haute Juridiction censure la prise en compte, comme en l'espèce, des projets ayant donné lieu à un refus de délivrance, quand bien même ces décisions ne seraient pas devenues définitives. Cet arrêt participe ainsi d'une volonté du juge administratif de guider précisément l'instruction de la demande d'autorisation environnementale par le Préfet, lorsqu'il a à connaître des projets éoliens pour lesquels un risque de saturation visuelle est susceptible d'être occasionné. D'ailleurs, le Conseil d'État avait déjà en 2023 posé les jalons de cette méthodologie dans deux arrêts notables.

D'abord, dans un arrêt du 1^{er} mars 2023 (CE, n° 459716), le Conseil d'État affirmait que la caractérisation d'un effet de saturation visuelle généré par l'implantation d'un parc

éolien pouvait induire des inconvénients pour la « *commodité du voisinage* » au sens de l'article L.511-1 du code de l'environnement. Pour rappel, les dispositions de l'article L.181-3 du code de l'environnement imposent au Préfet de refuser de délivrer l'autorisation environnementale, si les mesures qu'elle comporte ne permettent pas d'assurer la protection des intérêts visés à l'article L.511-1 du même code, et de prévenir les inconvénients pour la « *commodité du voisinage* ». Concrètement, cela signifie que le Préfet dispose d'outils réglementaires pour refuser d'autoriser un parc éolien, s'il considère que celui-ci engendrera une situation de saturation visuelle. Ensuite, par un second arrêt du 10 novembre 2023 (CE, n° 459079), le Conseil d'État a précisé que pour apprécier les inconvénients pour la commodité du voisinage, liés à l'effet de saturation visuelle, le juge administratif pouvait tenir compte « *de l'effet d'encerclement résultant du projet en évaluant, au regard de l'ensemble des parcs installés ou autorisés et de la configuration particulière des lieux, notamment en termes de reliefs et d'écrans visuels, l'incidence du projet sur les angles d'occupation et de respiration, ce dernier s'entendant du plus grand angle continu sans éolienne depuis les points de vue pertinents* ». Ce double encadrement de la phase d'instruction et de l'office du juge tend donc à uniformiser la caractérisation du phénomène de saturation visuelle.

TENTATIVE DE DÉFINITION

Pour autant, si l'on peut se féliciter des récents apports jurisprudentiels en la matière, ces précisions ne suffiront pas à résoudre les difficultés d'appréciation de l'impact paysager des parcs éoliens qui est nécessairement empreinte de subjectivité. En effet, si aucune définition n'est pour l'heure posée par les textes, le guide relatif à l'élaboration des études d'impacts des projets de parcs éoliens terrestres, publié par le ministère de la Transition écologique en 2016, proposait déjà de retenir que « *lorsque la présence de l'éolien s'impose dans tous les champs de vision, il y a saturation visuelle* ». Pour tenter d'objectiver cette notion, dès 2020, plusieurs guides ont été mis à disposition des porteurs de projets par les services instructeurs, afin de proposer des indices auxquels sont associés des « seuils d'alerte », dont l'analyse permet de caractériser, ou au contraire d'exclure, un phénomène de saturation visuelle. Ces critères, bien connus des développeurs, sont :

- l'indice d'occupation de l'horizon : c'est-à-dire la somme des angles de l'horizon interceptés par des parcs éoliens ;
- l'indice de densité : qui comptabilise les éoliennes



distantes de moins de cinq kilomètres, et qui donne lieu à un ratio entre le nombre d'appareils et l'indice de saturation des horizons ¹ ;

– l'espace de respiration : considéré comme le plus grand angle continu sans éolienne depuis les points de vue pertinents (en particulier les lieux de vie).

Si l'effort de définition est louable, les différences d'appréciation retenues selon les directions régionales de l'environnement, de l'aménagement et du logement (Dreal) peuvent néanmoins conduire à une différence de traitement entre les projets selon leur localisation, alors même que les guides établis par les services de l'État sont dénués de valeur contraignante ². L'administration auteure d'un guide n'a donc pas le droit de refuser d'autoriser un parc parce qu'il ne respecterait pas le contenu de ce guide. Elle ne peut le faire que sur la base de la méthodologie posée par le Conseil d'État.

MÉTHODE D'APPRÉCIATION

Pour tenter d'uniformiser la jurisprudence, les Cours administratives d'appel (CAA) analysent les projets au regard des « seuils généralement admis » pour chacun des trois indices précités. Toutefois, et c'est là où l'appréciation au cas par cas prend tout son sens, l'éventuel dépassement des seuils ne conduit pas automatiquement à caractériser une situation de saturation visuelle. En effet, il est indispensable pour le Préfet comme pour le juge de vérifier sur les photomontages produits par le pétitionnaire pour les besoins de la demande d'autorisation environnementale, si des filtres visuels, topographie des lieux, présence de bâti, de végétation, etc., permettent d'atténuer la perception du parc ³. Dans le cas contraire, en revanche, le juge n'hésitera pas à annuler l'autorisation délivrée comme dans un arrêt du 5 juillet 2024 rendu par la Cour administrative d'appel de Bordeaux (CAA de Bordeaux, n° 22BX00336) s'agissant d'un projet dont la taille avait pourtant été ramenée de six à trois éoliennes, dès lors que :

– le projet se situait dans une zone dans laquelle le phénomène de saturation visuelle était avéré depuis plusieurs lieux de vie, celle-ci accueillant déjà 38 parcs autorisés (230 éoliennes) dans un rayon de 20 km ;
– pour le village le plus exposé au risque de saturation visuelle, « l'indice d'occupation des horizons est de 138°, pour un seuil généralement admis de 120°, serait de 230° en tenant compte du parc en projet », et « que l'indice de respiration, déjà réduit à 128° pour un seuil d'alerte compris entre 160° et 180°, serait de 73° seulement en tenant compte du projet » ;

– le projet même réduit contribuait à aggraver le phénomène de saturation déjà caractérisé.

Dans une espèce analogue, la Cour administrative d'appel de Versailles a également précisé qu'un « projet peut être refusé s'il est susceptible de générer un phénomène de saturation visuelle à partir d'un seul point d'observation pertinent, y compris si toutes les éoliennes existantes ou autorisées ne pouvaient être perçues à partir de ce point d'observation. Il n'est pas nécessaire de pouvoir appréhender l'encerclement depuis un seul point et de voir l'ensemble des machines en même temps depuis un seul lieu » (CAA Versailles, 23 décembre 2024, n° 22VE02902). En conclusion, dans la mesure où la saturation visuelle emporte un risque de refus de l'autorisation environnementale ou d'annulation en cas de recours de tiers, il est indispensable pour les porteurs de projets d'anticiper au mieux les impacts visuels associés au projet en faisant réaliser, en tant que de besoin, une étude de la saturation visuelle particulièrement exhaustive. ■

Malgré les efforts de définition, la saturation visuelle s'apprécie au cas par cas.

1. CAA Bordeaux, 24 octobre 2023, n° 21BX03101.

2. Voir CAA Lyon, 1^{er} février 2024, n° 23LY02797 ; CAA de Nancy, 30 juin 2021, n° 20NC01499.

3. Voir CAA Bordeaux, 14 janvier 2025, n° 22BX01100.

Éolien en mer : un cap à tenir malgré les turbulences

2024 a été une année charnière pour l'éolien en mer. Si des avancées significatives ont été observées, le secteur a enregistré les premiers signes de tassement d'activité depuis 2018 et a besoin de davantage de visibilité pour poursuivre sa structuration. PAR FRÉDÉRIC TUILLE

En une décennie, l'éolien en mer s'est imposé comme un pilier de la transition énergétique, en France comme en Europe. À fin 2024, le Vieux Continent comptait 20,7 GW de capacités offshore installées, dont seulement 1,5 GW pour la France. Des chiffres qui sont appelés à croître rapidement, les objectifs affichés étant de 60 GW à fin 2030 pour l'Union européenne, et de 18 GW à fin 2035 au niveau national. C'est dans ce contexte que la Fondation Open-C, mandatée par le Cluster maritime français, publie chaque année l'*Observatoire des énergies de la mer*. L'édition 2024¹ dresse un bilan contrasté d'un secteur qui couvre toutes les énergies marines, y compris l'hydrolien, l'énergie houlomotrice ou le solaire photovoltaïque flottant, mais dans lequel l'éolien en mer représente plus de 95 % de l'activité. Côté avancées, l'année a marqué une accélération nette. Deux nouveaux parcs ont été raccordés au réseau : Saint-Brieuc (496 MW) et Fécamp (497 MW). Trois projets commerciaux d'éolien flottant ont été attribués, tandis que trois appels d'offres pour des parcs posés ont été lancés. Le rapport souligne aussi le lancement d'un appel à projets doté de 183 millions d'euros pour aider les ports à adapter leurs infrastructures à l'industrie de l'éolien flottant. Fin 2024, la France comptait trois parcs en production et la filière affichait une progression de 13 % de son chiffre d'affaires annuel.

EN ATTENTE DE LA PPE

Mais tout n'est pas rose. Pour la première fois depuis 2018, la filière accuse un repli de ses effectifs (- 1 %, soit 8 254 équivalents temps plein) et une baisse des investissements (3 milliards, - 20 %). Le nombre de sites d'éolien en mer en travaux connaît une diminution sur un an (2,1 GW étaient en construction en 2024 dont 633 MW ont été mis en service). Cette réduction du nombre de parcs en chan-



CAPA CORPORATE-C.BEYSSIER

tier a naturellement entraîné un ralentissement des investissements avec, mécaniquement, des commandes d'équipements et de prestations en baisse qui ont abouti aux reculs observés. Les professionnels pointent du doigt les retards accumulés dans les calendriers des appels d'offres, notamment dans la seconde moitié des années 2010.

Si les deux à trois prochaines années sont sécurisées, avec le raccordement de quatre nouveaux sites déjà attribués, l'horizon de la fin de la décennie reste flou. Le secteur réclame une feuille de route claire et ambitieuse, incluant un appel d'offres attendu dès cette année pour encadrer la mise en service de 8 à 10 GW supplémentaires. L'avenir immédiat de l'éolien en mer est suspendu à l'adoption de la nouvelle programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE). Or, aucun nouvel appel d'offres ne pourra être lancé tant que ce document stratégique ne sera pas validé (lire p. 11). Prévue désormais pour la fin 2025, la PPE accuserait alors plus de deux ans de retard. Malgré ces incertitudes, un cap symbolique a été franchi : avec plus de 8 000 emplois et 4 milliards d'euros de chiffre d'affaires, la France dispose désormais d'une véritable filière industrielle dédiée à l'éolien offshore. Reste à maintenir l'élan, et surtout, la visibilité. ■

1. <https://merenergies.fr/rapport-oem-2025/>

Chiffres clés du secteur des énergies marines

	Chiffres 2023	Chiffres 2024
Équivalents temps plein	8 301	8 254 (-1 %)
Chiffre d'affaires	3,5 Md€	4 Md€ (+13 %)
Chiffre d'affaires à l'export	1,4 Md€	1,6 Md€ (+10 %)
Investissements	3,8 Md€	3 Md€ (-20 %)

SOURCE : OBSERVATOIRE DES ÉNERGIES DE LA MER 2025

Éolien offshore mondial : un souffle court en 2024

Avec 8 GW mis en service en 2024 dans le monde, l'éolien offshore rejoue une partition bien connue : la Chine en tête, l'Europe dans son sillage. À court terme, la filière fera face à des vents contraires ralentissant ses principaux moteurs. À moyen terme, l'horizon s'éclaircit, ouvrant la voie à une nouvelle phase de croissance. PAR KATHIA TERZI

Le marché mondial de l'éolien offshore a marqué le pas en 2024. D'après le *Global Offshore Wind Report 2025*¹ du Global Wind Energy Council (GWEC), 8 GW de puissance nouvelle ont été raccordés en 2024, soit 26 % de moins que l'année précédente. Pour autant, le pipeline global reste solide : 45 GW sont en construction et 56 GW de projets ont été attribués par appel d'offres sur l'année.

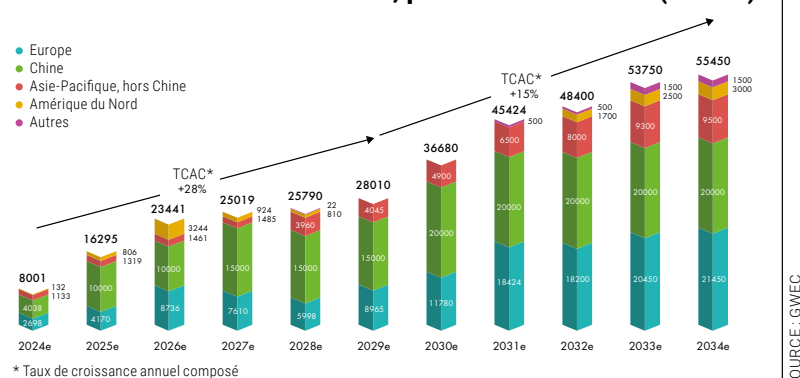
Le parc mondial en service totalise désormais 83,2 GW. La Chine reste – et de loin – le premier moteur du marché. Avec 4 GW ajoutés, elle concentre presque la moitié des nouvelles installations mondiales. En Europe, les mises en service ont atteint 2,7 GW. Le Royaume-Uni conserve son leadership régional avec 1,2 GW supplémentaire, suivi par l'Allemagne (730 MW) et par la France (658 MW).

RALENTISSEMENT SUR LE COURT TERME

Après le ralentissement observé en 2024, le GWEC a revu à la baisse ses projections pour la période 2025-2029, réduites d'un quart par rapport aux prévisions antérieures. Cette révision s'explique par plusieurs facteurs économiques et géopolitiques. L'inflation, la hausse des coûts du capital et les tensions dans les chaînes d'approvisionnement ont fragilisé la rentabilité des projets. Les incertitudes politiques, notamment le changement de cap énergétique aux États-Unis, ajoutent des risques supplémentaires pour les investisseurs.

En Amérique du Nord, les prévisions de nouvelles installations ont été réduites de moitié, notamment à cause des menaces de révocation de permis existants et de l'imposition de droits de douane sur les importations tous azimuts. L'Europe subit également une correction sévère avec une baisse de 30 % des prévisions d'installations. Plusieurs appels d'offres ont échoué au Royaume-Uni et au Danemark. Des projets de grande envergure ont été abandonnés

Marché offshore annuel mondial, prévision 2025-2034 (en MW)



SOURCE: GWEC

faute de rentabilité suffisante. Les retards dans le développement des infrastructures de raccordement électrique en Allemagne, en Belgique et aux Pays-Bas aggravent encore la situation. Enfin, la Chine, leader mondial incontesté, n'échappe pas aux révisions avec une baisse de 14 % de ses prévisions de croissance. Cette correction s'explique principalement par le lent développement des projets en eaux profondes et l'abandon des tarifs d'achat fixes au profit d'un mécanisme indexé sur le marché.

Malgré les turbulences actuelles, les perspectives à moyen et long termes demeurent favorables. En 2034, la capacité offshore cumulée pourrait atteindre 441 GW. Les installations annuelles pourraient franchir le cap des 30 GW d'ici 2030, et des 50 GW en 2033. L'Asie-Pacifique devrait capter 60 % des nouvelles installations de la décennie, portée par la Chine mais aussi par l'émergence de nouveaux marchés comme la Corée du Sud, le Japon, le Vietnam ou les Philippines. En Europe, une reprise du rythme d'installation est attendue dès 2026, avec un triplement anticipé par rapport à 2024. L'Amérique du Nord resterait en troisième position mondiale, tandis que l'Amérique latine pourrait voir ses premiers projets commerciaux émerger au début des années 2030. ■

1. <https://bit.ly/3TWJcve>

RÉABONNEZ-VOUS DÈS MAINTENANT !

WEB
(AVAILABLE
IN ENGLISH)
+
PRINT

SCANNEZ-MOI



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

BON DE COMMANDE



Choisissez votre abonnement print + web

SOLO (1 magazine au choix)

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

DUO (2 magazines au choix)

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

TRIO (3 magazines)

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

* Europe et Dom-Com

☐ **LE JOURNAL DES ÉNERGIES RENOUVELABLES**

☐ **LE JOURNAL DU PHOTOVOLTAÏQUE**

☐ **LE JOURNAL DE L'ÉOLIEN**

Retrouvez nos derniers hors-séries**

Le Journal des énergies renouvelables

- ☐ La climatisation renouvelable (avril 2020)25€
- ☐ La mobilité électrique renouvelable (avril 2021)25€
- ☐ L'agriculture et les EnR (avril 2022)25€
- ☐ La géothermie (avril 2023)25€
- ☐ Bois-énergie (avril 2024)25€
- ☐ Les métiers des renouvelables (mars 2025)25€

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

Le Journal du Photovoltaïque

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

Le Journal de l'éolien

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

Nom : _____
Prénom : _____
Société : _____
N° TVA intra. : _____
Adresse : _____
Code postal : _____
Ville : _____
Téléphone : _____
Email : _____

Montant total : € + Frais de port * €

France métropolitaine : 1,95 €, Europe/Dom-Com : 3,95 €, Monde : 5,95 € * Seulement pour toute commande de numéros

Montant total de la commande : €

Bon de commande à retourner à :

OBSERVATOIRE DES ÉNERGIES RENOUVELABLES

20 ter rue Massue, 94300 Vincennes - France
Tél : 01.44.18.00.80



☐ Règlement par chèque bancaire
à l'ordre d'Observ'ER

ou

☐ Règlement par virement bancaire
ou mandat administratif

À joindre au bon de commande
lors de l'envoi

Avec nom, prénom et raison sociale dans l'ordre de virement
IBAN : FR76 4255 9100 0008 0047 5262 288
BIC : CCOPFRPPXXX

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



EXPERT DU RECRUTEMENT

DIRIGEANTS ET CADRES *DEPUIS PLUS DE 20 ANS*



Energies renouvelables



Environnement



Digital

www.elatos.fr

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



windPRO

Le logiciel d'étude de vos projets Eolien – Photovoltaïque – Stockage

PRODUCTIBLE EOLIEN

Calcul du productible P50, évaluation des pertes (sillage, plan de fonctionnement, puiss. max. d'injection, ...) et incertitudes

Interfaçage avec WAsP et CFD

ACOUSTIQUE EOLIEN

Evaluation de l'impact acoustique (ISO 9613-2, NORD2000, ...)

Optimisation du plan de fonctionnement en fonction de limites réglementaires

DUREE DE VIE EOLIEN

Evaluation des conditions du site (IEC 61400-1 ed.4)

Estimation de la durée de vie des composants

EXPLOITATION EOLIEN

Evaluation détaillée des pertes
Calcul d'indices énergétiques
Réévaluation du productible

DONNEES

Téléchargement de fonds de carte, et de données topographiques, météorologiques et climatiques

Visualisation et traitement de données météorologiques (correction long-terme, extrapolation verticale, ...)

Base de données des modèles d'éoliennes du marché



PRODUCTIBLE PV

Calcul du productible tenant compte des effets de masques (relief, éoliennes, modules PV)

Téléchargement de séries temporelles d'irradiance Heliosat

STOCKAGE

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

OPTIMISATION

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

PHOTOMONTAGES

Création de photomontages
Ajout d'aménagements pour les vues rapprochées
Interfaçage avec SketchUp

INTEGRATION

Calcul de Zone d'Influence Visuelle et de la visibilité par un radar

Evaluation des effets stroboscopiques (éolien) et de miroitement (PV)