

# MerVeille ÉNERGIE

2022 #8

## TRANSPORT MARITIME : LA DÉCARBONATION COMMENCE AU PORT



**EN ASSOCIATION,  
FAISONS BOUGER LES CHOSES!  
ACCÉLÉRONS LES INSTALLATIONS**

#letsgetconnected  
#strongertogether  
#OPS  
#Onshorepowersupply  
#coldironing  
  
#joinus

## EOPSA, UN AVENIR DURABLE

Au port, pour produire de l'électricité, les navires utilisent leurs moteurs auxiliaires (AE). L'électrification à quai a le potentiel de réduire chaque polluant issu des moteurs d'environ 90%, les émissions de gaz à effet de serre de 50% ainsi que de réduire le bruit, les vibrations et l'usure des moteurs.

Les membres d'EOPSA conçoivent et fabriquent les solutions avancées destinées à transformer les escales des navires dans les ports, afin de les rendre plus vertes, plus compétitives et plus stratégiques.

Un avenir véritablement durable repose sur des technologies et des structures sécurisées, efficaces et innovantes.

## AGENDA



**15-16/09/2022**

**Électrification à quai et Multimodalité électrifiée** organisé par l'European Onshore Power Supply Association - EOPSA avec le soutien de la Ville de Cherbourg 1ère manifestation sur la thématique - Cité de la mer - Cherbourg-en-Cotentin

**17-23/09/2022**

**Futurs de l'océan, des mers et des littoraux** Les colloques Cerisy - avec le soutien de l'Ifremer - CNRS - Centre Culturel de Cerisy - La -Salle



**23/09/2022**

**Journée de restitution du projet National EMACOP énergie houlomotrice : des digues à énergie positive** organisée dans le cadre d'EMACOP, par le Cerema et l'IREX - Fédération Nationale des Travaux Publics, Paris 8

**26-30/09/2022**

**Sea Tech Week® 2022** organisé par le Technopôle Brest-Iroise dans le cadre du Campus Mondial de la Mer avec le soutien du CEREMA - Spécial Inde et présentation de nouveaux développements pour le programme EuroSwac ...Parc Brest Expo - Brest

**27-30/09/2022**

**WindEnergy Hamburg** organisé par GWEC, Wind Europe - Hambourg - Allemagne



**29-30/09/2022**

**« Vivre le littoral »** Journées d'Etudes de l'Association Nationale des Elus du Littoral (ANEL) **Grau du Roi Port Camargue**



**4-5/10/2022**

**12<sup>èmes</sup> Assises du Port du Futur** organisées par le Cerema avec le soutien de Lorient Agglomération et la Région Bretagne - Palais des Congrès - Lorient

**05-09/10/2022**

**La Mer - Les rendez-vous de l'histoire** organisés par la Ville de Blois - Blois

**11/10/2022**

**Les journées scientifiques de l'éolien** organisées par IFP Energies Nouvelles et France Énergie Éolienne - Novotel Paris-Est - Bagnolet

**12-13/10/2022**

**12<sup>ème</sup> Colloque National éolien** organisé par France Énergie Éolienne Partenariat média Green Innovation- avec energiesde.la.mer.eu Parc Floral de Paris

**18/10/2022**

**ICOE-OEE 2022** organisé par le Cluster Basque de l'Energy et Ocean Energy Europe - Donostia / San Sebastian

**25-26/10/2022**

**Blue Med Days 2022** organisés par le Pôle Mer Méditerranée - Toulon



**08-09/11/2022**

**Les Assises de l'économie de la mer** organisées Ouest France - Infomer avec le soutien du Cluster Maritime Français - Grand Palais de Lille

**21/11/2022**

**Marine Spatial Planning Forum - Barcelone**

**22-24/11/2022**

**18<sup>ème</sup> journée de l'hydrodynamique - Poitiers**



**27/11>02/12/2022**

**École Éolien Énergies Marines Renouvelables** organisée par GDR EOL EMR. Partenaires : Ifremer, projet ISblue Interdisciplinary graduate school for the blue planet et le soutien de l'ANR- Centre Moulin-Mer Logonna Daoulas - Brest



**30/11 > 01/12/2022**

**Bluetec sea & coastline** organisé by Pollutec. Un nouveau rendez-vous pour répondre aux enjeux environnementaux de la mer et du littoral - Parc des expositions - Nantes



**01/12/2022**

**Les ports maritimes et fluviaux** 4<sup>ème</sup> édition des Assises citoyennes de la Mer et du Littoral organisées par le réseaux des Conseils de Développement Bretons - Ateliers des Capucins - Brest

**07-08/12/2022**

**Forum Energaia 2022 :** les énergies renouvelables et leurs nouveaux usages organisé par la Région Occitanie - Parc des expositions - Montpellier

Pour en savoir plus :

<https://www.energiesdelamer.eu/agenda/>

**Présidente des éditions  
et Directrice des publications**  
SAS Mer-Veille-Energie  
Brigitte Bornemann  
33 (0)6 40 54 00 56

**Rédacteur en chef**  
Valéry Laramée de Tannenberg  
MerVeille Energie #

**Rédaction SAS Mer-Veille-Energie**  
Brigitte Bornemann,  
Dominique Pialot,  
Valéry Laramée de Tannenberg,  
Jean-Claude Lewandowski,  
Séverine Michalak.

**Experts - Contributeurs**  
Yves Henocque - LittOcéan  
Séverine Michalak  
juriste en Droit des EMR  
Marie-Christine Vallet - Europe  
Claude Delahaye

**Contacts**  
MerVeille-Energie /energiesdelamer.eu  
redaction@energiesdelamer.eu

**Administration, Abonnements et Publicité**  
Aziliz Le Grand  
aziliz@mer-veille-energie.eu  
33 (0)6 79 71 77 99

**Communication et réseaux sociaux**  
Élise Martinez  
(B-Bornemann Conseil)

**Webmaster**  
David Lannuzel

**Direction artistique**  
Eric Palliet

**Edition SAS Mer-Veille-Energie**  
Trimestriel/Site et newsletter  
www.energiesdelamer.eu  
33 (0)6 40 54 00 56  
38 route de Leurvean  
29840 Porspoder France  
76 Rue Vaneau  
75007 Paris France

Siret 844 159 137 R.C.S. Brest  
Dépôt légal à parution ISSN 2678-8586  
Digital energiesdelamer.eu  
CPPAP 0326 W 93882

**Abonnements SAS Mer-Veille-Energie**  
5 formules

**Abonnement annuel digital**  
. MerVeille Energie# Trimestriel 130 € TTC  
. Achat au numéro  
Version digitale 40 € TTC  
Version imprimée 45 € TTC + port  
. MerVeille Energie# Trimestriel  
+ site energiesdelamer.eu  
aux articles quotidiens 200€ TTC  
. Abonnement annuel version imprimée (MVE)  
et digital (EDM) 275€ TTC  
. Abonnement annuel site energiesdelamer.eu

Couverture : Port de Göteborg  
Göteborg est le premier port européen à avoir  
proposé l'électrification à quai.



Imprimé par CLOITRE  
ZA Croas ar Nezig  
29800 SAINT-THONAN

Les énergies marines sont durables.  
MerVeille Energie est respectueux  
de l'environnement. Ce numéro est  
imprimé sur papier recyclé.



Crédit : DR

Édito

## Vous avez dit accélération ?

Nous sommes entrés dans l'ère de l'inédit ! L'été 2022 restera comme celui où auront sonné les trompettes annonciatrices des effets annoncés des changements climatiques : sécheresses, vagues de chaleur à répétition et mégafeux en Europe et en Amérique du nord, inondations meurtrières en Asie, chutes de neige au Brésil.

Ces plaies climatiques se conjuguent aux crises anthropiques : guerre en Ukraine, perturbations des chaînes logistiques (la pandémie de Covid n'est pas jugulée), inflation record, explosion du prix des énergies fossiles. Sans oublier un parc nucléaire tricolore (l'ancien château électrique de l'Europe occidentale) qui ne retrouvera pas ses capacités de production habituelles avant 2024. L'Europe occidentale est soudainement saisie d'un vertige : manquera-t-on d'énergie cet hiver ? Le 24 août, le président Macron a surpris son monde en dissertant sur « la fin de l'abondance », « de l'insouciance », « des évidences ».

Et si le salut venait des énergies renouvelables ? C'est l'un des messages diffusés par le gouvernement en amont de la publication de son projet de loi « relatif à l'accélération des énergies renouvelables ». Prévu pour être présenté en conseil des ministres en septembre, ce texte — actuellement en consultation — vise à faciliter le déploiement des moyens de production d'électricité et de gaz verts. Objectif avoué : pallier, en partie, le déficit de production d'EDF. Las, l'examen de l'avant projet de loi laisse sur sa faim. Fondamentalement, il ne s'intéresse qu'au photovoltaïque, à l'éolien marin et à la production de biogaz. Ce qui réduit le nombre de leviers que l'Etat souhaite actionner pour conjurer la crise énergétique.

Nombre d'entre eux sont techniques et produiront peu d'effets rapides. Surtout si les fonctionnaires chargés d'instruire les demandes de permis ou les magistrats devant instruire les recours restent en ordre dispersé.

Finalement, les deux principales mesures restent l'ouverture des « délaissés » routiers et autoroutiers aux projets de centrales solaires et l'obligation d'équiper les parkings de 2 500 m<sup>2</sup> d'ombrières solaires. Les services d'Elisabeth Borne estiment entre 7 et 11 GW le potentiel de production. C'est important, mais cela reste hypothétique.

« De même que les précédentes lois relatives à l'énergie qui se suivent depuis 2015, ce projet de loi ne sera cependant pas suffisant pour engager la révolution attendue des énergies renouvelables dans notre pays, dont les taux de raccordement sont toujours trop faibles », résume l'avocat spécialisé Arnaud Gossement.

Bien sûr, notent les optimistes, le soutien aux énergies « vertes » ne s'arrête pas à ce projet de loi. Le gouvernement vient de confirmer la construction de deux parcs éoliens flottants en Méditerranée, du second parc posé au large de la Normandie et de deux parcs offshore sur le territoire du Parc naturel marin de l'estuaire de la Gironde et de la Mer des Pertuis. Dans d'autres eaux, le gouvernement britannique vient de donner son feu vert à plus de 8 GW de capacités éoliennes marines : deux fois plus que prévu par la France.

Valéry Laramée de Tannenberg



◀ Sous station d'Ailes Marines

Crédit : Saipem

## SORTIS DE MER

Après Saint-Nazaire, premier parc français à sortir de l'eau, qui doit entrer en service fin 2022, plusieurs projets ont franchi cet été des étapes importantes, aussi bien sur la façade atlantique, en Manche qu'en Méditerranée.

À Saint-Brieuc en Manche, les premières fondations jackets fabriquées par Navantia Seanergies - Windar assemblées à Fene et sur le Polder du Port de Brest (sur un total de 62) ont été posées début juillet. La sous-station électrique (Smulders-Eiffage-Engie) du parc éolien en mer d'Ailes Marines (Iberdrola) a été installée par le navire Saipem 7000 (photo) le 5 septembre 2022. Après les travaux de raccordement de RTE avec la pose des câbles Nexans, l'installation des éoliennes est planifiée pour 2023.

Parc en mer de Saint-Nazaire. Premier parc à sortir de mer, EDF Renewables, Enbridge et CCP Investments, ont produit début juin les tout premiers kilowattheures issus de l'éolien offshore tricolore - franco-américain. Le 5 septembre 100% des 80 éoliennes GE Haliade de 6 MW du parc en mer du Banc de Guérande ont été installées par le navire "Vol au vent" de Sodreco, filiale de Jan van de Nul. Le raccordement par RTE est en cours pour une mise en service d'ici fin 2022. La compagnie allemande HTM, avec ses partenaires français Héliberté et GENIWIND MARINE a été retenue par General Electric le 26 juillet pour le transfert par hélicoptère des personnels sur les éoliennes du parc éolien en mer du Banc de Guérande - Saint-Nazaire. Les interventions doivent débuter en septembre avec un mois d'avance. Valemo a obtenu une partie de la maintenance du parc de Saint-Nazaire. C'est Primo Marine qui a travaillé sur le tracé des câbles interéoliennes. Depuis de 1<sup>er</sup> août, les premières des 71 fondations gravitaires

du parc de Fécamp (500 MW, détenu par EDF Renewables, Enbridge et wpd) ont quitté, sur la barge ponton Castoro XI, Haropa Port au Havre pour être installées à 13 kilomètres des côtes. PALFINGER a été choisi comme fournisseur des 71 grues marines PF14000-4.5 LDB ainsi que deux grues télescopiques PTM600 de 20 mètres de hauteur pour la base d'exploitation et de maintenance du parc éolien offshore.

Le parc éolien offshore de 448 MW du Calvados - Courseulles-sur-mer, développé par Éolien Maritime France (EMF) et wpd Offshore France utilisera pour partie des pales d'éoliennes recyclables de Siemens Gamesa.

Le parc éolien en mer Yeu-Noirmoutier EMYN détenu par Ocean Winds France (Engie et EDP Renewables), Sumitomo et la Caisse des dépôts (CDC) - a également franchi une étape avec le rejet d'un deuxième recours. À Dieppe-Le Tréport, mené également par Ocean Winds France c'est l'heure de l'état de référence et d'une mesure de suivi des pontes de seiches réalisée par Idrabio & Littoral.

L'enquête publique doit être terminée d'ici fin 2022 pour le parc éolien en mer de Dunkerque détenu par la société Eoliennes en Mer de Dunkerque (EMD) d'EDF Renewables et Enbridge.

Suivez l'évolution des parcs éoliens en mer français sur la carte du site [d'energiesdelamer.eu](http://energiesdelamer.eu).

# SOMMAIRE

- 2 AGENDA
- 3 ÉDITORIAL
- 4 A LA UNE
- 6 ACTUALITÉ

## Nominations

*Méditerranée : ouverture du dialogue compétitif pour le flottant*

*Appel d'offres annoncés pour les parcs éoliens marins en Centre Manche et Bretagne Sud*

*Sud-Atlantique : deux parcs sinon rien 2021 : année record pour l'éolien marin*

*L'accélération Made in Uk*

*Biden fait adopter son plan énergie*



## 10 FORMATION & RECHERCHE

Comment se former  
aux énergies renouvelables en mer



## 12 RUBRIQUE JURIQUE

Les impacts de la mise en œuvre du mécanisme d'ajustement carbone aux frontières de l'Union européenne sur l'éolien marin européen



## DOSSIER

### 14 ÉLECTRIFICATION À QUAI : LA DÉCARBONATION SE JETTE À L'EAU

*L'électrification des navires à quai sous tension*

*Le port de Marseille en pôle position*

*Le Havre raccordera paquebots et porte-conteneurs*

*À Cherbourg, les émissions des paquebots pèsent autant que celles des ferries*

*"L'électrification est une brique de la décarbonation des ports" : Interviews de Nicolas Trift et Julien Fernandez (Ministère de la Transition Écologique)*

*En Région Sud, haro sur les fumées des navires à quai*

*La guerre des fréquences fait des étincelles*

*La conversion du fluvial*

*L'électricité n'est pas tout*



## 29 LA GRANDE INTERVIEW

**François Houllier**

Président Directeur Général de l'Ifremer

*"un regain d'intérêt pour l'océan partout dans le monde"*

## 31 LISTE DES ENTREPRISES CITÉES

## LES NOMINATIONS DES 4 JUILLET ET 1<sup>ER</sup> SEPTEMBRE 2022

### ENSM : STRATÉGIE ET POLITIQUE



**François Lambert** devient directeur de l'École Nationale Supérieure Maritime (ENSM), après l'avis du CA présidé par Frédéric Moncany et sur la proposition d'Hervé Berville, secrétaire d'Etat chargé de la mer. Il a notamment été délégué général du Gican et directeur de cabinet de l'ancienne ministre de la mer.

### HERVÉ BERVILLE : UN FIN DIPLOMATE À LA MER



Depuis le 4 juillet, **Hervé Berville** est devenu Secrétaire d'État chargé de la Mer auprès du Premier Ministre dans le gouvernement Borne II. Son Ministère comporte parmi ses prérogatives la mise en oeuvre de la politique gouvernementale « dans le domaine de la mer sous ses divers aspects nationaux et internationaux, notamment en matière d'économie maritime, de rayonnement et d'influence maritimes. C'est un fin connaisseur des parcs éoliens en mer en tant qu'ancien député des Côtes d'Armor ».

### ENSM : LE HAVRE



**Un nouveau directeur.** Quelques jours auparavant, le 14 Août **Guillaume de Beauregard** a été nommé directeur de l'ENSM du Havre. **Sophie Nevoux** est adjointe pédagogique par intérim au directeur de site.

### CEREMA : DU RENOUVEAU



**Sébastien Dupray**, Ingénieur en chef des ponts, des eaux et des forêts et titulaire d'un doctorat en ingénierie et sciences de la terre sur les infrastructures maritimes de l'Impérial College London est, depuis le 1<sup>er</sup> septembre 2022, le nouveau directeur de la Direction technique Risques, Eaux, Mer du Cerema. Jusqu'alors, il en était le directeur adjoint.



**Julia Jordan**, qui bénéficie d'une expérience interministérielle de quinze ans au service des politiques territoriales, lui succède à cette fonction. Avant de rejoindre le Cerema, elle a été conseillère relations avec les élus locaux et les collectivités au cabinet d'Annick Girardin, Ministre de la Mer. Elle a notamment piloté le dispositif France vue sur mer opéré par le Cerema.



## MÉDITERRANÉE

### OUVERTURE DU DIALOGUE COMPÉTITIF POUR L'ÉOLIEN FLOTTANT

Cinq mois après la confirmation par l'ancien Premier Ministre, Jean Castex, de la construction de deux parcs éoliens flottants en Méditerranée, le calendrier se précise. Le 2 août, le gouvernement a ouvert un dialogue concurrentiel avec les entreprises ou consortia susceptibles de construire et d'exploiter ces installations. Le Ministère de la Transition a sélectionné treize compétiteurs :

- le consortium BlueFloat Energy, Sumitomo Corporation et Akuo Energy
- Éolienne Occitanie Grand Large et Éolienne Méditerranée Grand Large, deux sociétés de projet d'EDF Renouvelables et Maple Power
- le groupement BayWa r.e - Elicio
- Océole, un partenariat entre Equinor, Q-Energy et Green Giraffe
- Iberdrola
- Ocean Winds, détenue à 50/50 par Engie et EDPR
- RWE - Bourbon
- Moulins du Leonis, composé de Shell et EnBW
- Archipel Energie Marine, composé de Qair - TotalEnergies - Corio Generation
- le consortium WPD
- Vattenfall
- Cobra Instalaciones y Servicios
- Eni Plenitude

Les candidats devront présenter aux services de l'État leur projet de cahier des charges qui devra être adapté aux spécificités du Golfe du Lion et de la façade méditerranéenne. D'une capacité unitaire initiale de 250 MW, les deux parcs pour-

ront voir leur puissance portée à 750 MW. Si le dialogue concurrentiel avec l'Etat doit s'achever d'ici la fin de l'année, le choix des lauréats interviendra à l'automne 2023, pour une mise en service des parcs prévue à l'horizon 2030.

▼ Les parcs devraient entrer en service d'ici à 2030.



Crédit : Equinor

## APPELS D'OFFRES ANNONCÉS

### LES PARCS ÉOLIENS MARINS EN CENTRE MANCHE ET BRETAGNE SUD

Quatre parcs éoliens en mer pour la Manche Est et modification annoncée du calendrier de l'appel d'offres en Bretagne Sud.

Également annoncé par Jean Castex avant son départ de Matignon, le second parc éolien marin en Manche se confirme. Dans une décision, publiée par le *Journal officiel* du 12 août 2022, le Ministère de la Transition Énergétique évoque le lancement « en 2022 » d'une procédure de mise en concurrence en vue de l'attribution d'un parc éolien offshore situé en « Centre Manche ». Devant s'étendre sur une superficie de 250 km<sup>2</sup>, le parc devrait afficher une puissance de 1 250 MW. Le raccordement sera réalisé en courant continu.

Le cahier des charges de la procédure de mise en concurrence comportera « au moins » les mêmes exigences que celles du cahier des charges du premier projet éolien en Centre Manche. Il prendra en compte l'environnement, le patrimoine, la cohabitation avec les usages existants et le développement du territoire, en tenant compte de l'évolution des connaissances, a indiqué le Ministère de la Transition Énergétique.



▲ Le parc s'étendra sur 250 km<sup>2</sup>. Crédit : Cerema.

Sur une autre façade maritime : les dates du calendrier de l'appel d'offres pour le parc éolien offshore de Bretagne Sud ont été modifiées. Les postulants pourront remettre leur offre en février prochain au plus tard.

Le lauréat de ce parc de 250 MW sera désigné dans le courant du premier semestre 2023.

La mise en service des turbines est toujours prévue pour 2030, indique, via twitter, Marc Salmon, chef de projets éolien en mer au Ministère de la Transition Écologique.

La concertation préalable, menée par Damien Levallois (Dreal Normandie), a fait l'objet d'un colloque scientifique « Environnement » - à retrouver dans *MerVeille Énergie #7*, sur les sites de la Dreal et du Business Directory d'energiesdelamer.eu

## SUD-ATLANTIQUE : DEUX PARCS SINON RIEN

**Ils seront situés dans une aire maritime protégée particulièrement appréciée d'espèces d'oiseaux .**

Ce sont deux projets qui devraient faire parler d'eux. Le 29 juillet, le Journal officiel a officialisé la décision du gouvernement de lancer la construction de deux parcs éoliens marins dans la région Sud-Atlantique. D'ici la fin de l'année, un appel d'offres sera lancé pour la réalisation d'un premier parc de 1 000 MW situé au large de l'île d'Oléron.

Originalité : il devra être situé dans une zone de 180 km<sup>2</sup> qui n'était pas soumise au débat public. Initialement, ce parc devait être implanté sur le territoire du Parc naturel marin de l'estuaire de la Gironde et de la Mer des Pertuis. Un choix contesté lors du débat public. Ce qui a incité l'État à en changer l'emplacement.

Problème, souligne la Ligne de Protection des Oiseaux (LPO) : le nouveau site est au cœur de la zone de protection spéciale (ZPS) « Pertuis Charentais - Rochebonne », une aire marine protégée de 8 200 km<sup>2</sup> créée en raison de sa richesse écologique et de l'existence de voies de déplacement des oiseaux.

Situé plus au large encore, mais toujours dans la ZPS, le second parc s'étendra sur une surface maximale de 250 km<sup>2</sup>. Aucune date de lancement de cet appel d'offres n'a été précisée. Le gouvernement entend d'abord réaliser une étude sur les évolutions des technologies et des connaissances pour l'implantation d'éolien en mer pour déterminer sa puissance. Selon le Muséum national d'histoire naturelle de Paris, le « développement de parcs éoliens [dans la ZPS] pourrait conduire à une mortalité d'oiseaux non négligeable ».

▼ Fous de Bassan



Crédit : DR

## 2021: ANNÉE RECORD POUR L'ÉOLIEN MARIN

**La Chine conforte sa place de leader mondial.**

Du jamais vu ! L'an passé, les électriciens ont mis en service plus de 21 GW d'éolien marin. À titre de comparaison, c'est trois fois mieux qu'en 2020 ou autant d'éoliennes installées au large qu'entre 2017 et 2020, indique la dernière étude statistique du Conseil mondial de l'énergie éolienne (GWEC), publiée le 29 juin. Année record donc, 2021 confirme aussi la place de leader de la Chine.

L'an passé, l'empire du milieu a construit 80 % des nouvelles capacités marines.

C'est aussi la quatrième année consécutive que la super puissance asiatique occupe la plus haute marche du podium des installateurs de turbines en mer.

Que peut-en déduire pour l'avenir ? Sous l'impulsion chinoise, l'Asie est appelée à devenir le premier marché mondial de l'éolien offshore.

En 2021, elle abritait 49,5 % des aérogénérateurs marins, contre 50,4 % pour l'Europe. Cette hiérarchie devrait changer dès cette année. Sauf, peut-être, pour le flottant. Le Vieux monde a installé plus de 90 % des machines sur flotteurs.

Mais cela ne représente qu'une centaine de MW de capacités installées. Selon le GWEC, 315 GW de capacités posées et flottantes seront mises en service entre 2022 et 2030. Ce qui devrait porter la puissance du parc mondial à 370 GW à la fin de la décennie, dont 5 % de flottant. À terme, l'Europe devrait retrouver son leadership. En 2030, estime le Conseil, 46 % du parc éolien marin tourneront dans les eaux européennes, contre 45 % en Asie. Un match serré.

*En 2021, la Chine a mis en service 80 % de nouveaux parcs éoliens marins.*



Crédit : Mingyang Smart Energy



## L'ACCÉLÉRATION MADE IN UK

**Londres engage la construction de 7 GW d'éoliennes en mer. Ces installations bénéficieront du contrat pour différence, un mécanisme de sécurisation des investissements privés.**

Le Royaume-Uni a passé la surmultipliée. Le 7 juillet, le ministère britannique de l'économie, de l'énergie et de la stratégie industrielle (Defra) a annoncé les résultats du quatrième appel d'offres de production d'énergies renouvelables. Au total, ce sont 93 projets qui bénéficieront du dispositif des contrats pour différence (CfD). Un CfD est un contrat de droit privé conclut entre un producteur d'électricité décarbonée et l'entreprise publique Low Carbon Contracts Company. Les développeurs sont payés à un taux fixe pour l'électricité qu'ils produisent sur une période de 15 ans : la différence entre le Strike Price (prix reflétant le coût d'investissement) et le Reference Price (moyenne du prix de l'électricité sur le marché britannique). Au total, ce sont 10,8 GW de capacités éoliennes, solaires, houlomotrices, marémotrices et géothermiques qui devraient voir le jour dans les prochaines années : l'équivalent de 14 % du parc électrique britannique actuel !

Dans le lot, l'éolien marin se taille la part du lion : 7 GW de nouveaux projets sont validés par l'administration de Boris Johnson. Ils devront être opérationnels, dans l'idéal, d'ici à 2030. Dans sa programmation énergétique, Londres prévoit de disposer d'un parc de 50 GW d'éolien offshore à la fin de la décennie.

Soit quatre fois la puissance installée actuelle. Parmi les projets éoliens ayant reçu le feu vert du Defra, citons Hornsea 3 (Orsted 2,8GW), Inch Cape (1GW) East Anglia 1 (Iberdrola 1,3GW), Norfolk Boreas (Vattenfall 1,4GW). Leur Strike Price devra osciller autour de 37,35 £/MWh (44 €/MWh).

7 GW de nouvelles capacités éoliennes marine bénéficieront du CfD. ▼



Crédit : Equinor

## BIDEN FAIT ADOPTER SON PLAN ÉNERGIE-CLIMAT

**Les États-Unis adoptent une loi qui devrait dynamiser les investissements bas carbone. Les énergies renouvelables ne seront pas les dernières à en bénéficier.**

C'est la bonne surprise de l'été. Le 12 août, le congrès américain a adopté le projet de loi sur la réduction de l'inflation. Derrière cette appellation absconse se cache le plus important programme de décarbonation de l'économie américaine. Au cours des 10 prochaines années, l'hyperpuissance pourrait consacrer 369 milliards de dollars (367 milliards d'euros) au financement de technologies d'atténuation (baisse des émissions de gaz à effet de serre) et d'adaptation. Grâce à de généreux crédits d'impôts, les entreprises pourraient bénéficier de 30 Md\$ (30 Md€) de soutiens publics en faveur des énergies renouvelables (éolien compris), 10 Md\$ (10 Md€) pour financer des infrastructures bas carbone (bornes de recharge de véhicules électriques).

La loi Biden prévoit aussi la création d'une banque verte. Dotée de 27 Md\$ (27 Md€), elle devra financer des projets de production d'énergies renouvelables, de préférence dans les zones défavorisées.

Complétant des programmes initiés par l'administration démocrate, ce texte devrait permettre d'accélérer la décarbonation de la plus grande puissance industrielle mondiale. Selon trois projections réalisées par le Repeat Project, Rhodium Group et Energy Innovation, les émissions carbonées américaines devraient chuter de 42 % entre 2005 et 2030 : huit points de trop par rapport à l'objectif fédéral de baisse des émissions.

Avant l'adoption du projet de loi, Washington tablait plutôt sur une baisse de 27 % des émissions nationales de CO2 sur cette période.



Crédit : Adam Schultz

Joe Biden a réussi à faire voter d'importants soutiens aux énergies renouvelables. ►



► De nombreux cursus existent pour se former aux métiers demandés par les promoteurs des énergies marines renouvelables.

Crédit : GE Renewable Energy

# SE FORMER AUX EMR : COMMENT S'Y PRENDRE

Les formations menant aux métiers des EMR se multiplient, à tous les niveaux. Tour d'horizon des principales familles de cursus et stratégie à adopter.

Vous vous sentez concerné par la transition énergétique, passionné par les enjeux environnementaux, attiré par le milieu marin... Vous êtes conscient des désordres climatiques qui se multiplient. Vous ne voulez pas rester les bras croisés devant ces bouleversements, mais en devenir acteur. Bref, vous souhaitez faire prendre à votre carrière le virage des énergies marines renouvelables (EMR). C'est le bon moment : le marché de l'emploi dans ce secteur est en plein essor. Les besoins de compétences sont très variés : dans la conduite de grands projets et la construction de parcs éoliens, mais aussi dans le transport et le montage d'équipements de grande taille, la soudure, la chaudronnerie, l'aménagement des ports, la pose de câbles sous-marins, la fabrication de turbines, les aimants, et même les drones sous-marins ou la gestion des ressources halieutiques... Conséquence, les formations dédiées se multiplient. « *Tous les ans, nous adaptons nos cursus, nous en créons de nouveaux* », souligne Guillaume Carpentier, directeur de l'ingénierie et de l'international à l'école d'ingénieurs Esitc-Caen. Mais comment procéder ? Quelle stratégie adopter pour convaincre les recruteurs ? Quel bagage acquérir ? Tout dépend d'abord de votre situation (étudiant, salarié, demandeur d'emploi ou en reconversion...), de vos projets et, bien sûr, de votre niveau d'études.

## FINANCER SA FORMATION

Pour le financement de votre cursus, vous aurez le choix entre plusieurs solutions :

- sur vos deniers personnels ;
- à l'aide d'un prêt bancaire ;
- par votre employeur ;
- grâce à un organisme dédié comme le Fongecif ;
- ou encore en utilisant les droits de votre CPF.

## **A** Au niveau bac + 4-5 : profil généraliste ou cursus spécialisé

Si vous êtes diplômé à bac +4/5 (ou en passe de le devenir), deux cas peuvent se présenter.

### 1. Vous êtes encore en cours d'études

Nombre de formations « généralistes » permettent de décrocher un job dans les EMR. C'est le cas de beaucoup de cursus d'ingénieurs (Centrale, Ensam, Insa...) ou de masters universitaires ; mais aussi de programmes axés sur la construction, l'électronique, etc. Côté management, les débouchés dans

les EMR existent aussi après une Business School ou un IAE - par exemple dans la gestion ou le financement de projet, voire la communication. Pour « muscler » votre profil, un conseil : mettre à profit toutes les options, électifs et autres « spécialisations » de votre cursus consacrées à l'énergie, l'environnement ou la mer. À Grenoble, l'école d'ingénieurs Ense3 propose ainsi un cours entièrement dédié aux EMR.

## 2. Vous souhaitez changer de carrière

La reconversion sera bien sûr facilitée si vous avez déjà une expérience dans l'énergie ou l'environnement. Dans le cas contraire, une formation « complémentaire » (MS, MSc, voire MBA) peut être une bonne solution. Elle vous permettra d'acquérir une spécialisation ou une deuxième compétence. Surtout, elle vous mettra en contact avec des professionnels, qui vous aideront à apprivoiser les rouages et les codes du secteur. Ces cursus, en général assez onéreux, peuvent être suivis à plein temps ou en formation continue, tout en gardant une activité professionnelle. « *Pour ma part, je conseille plutôt ce type de formation après quelques années d'expérience professionnelle*, indique Frédéric Bernadet, président du Trama, le syndicat des entreprises de travaux maritimes et fluviaux. *Mieux vaut attendre d'abord de savoir vraiment quelle direction on veut donner à sa carrière.* » Il existe plusieurs types de cursus spécialisés à bac + 4-5. Citons en particulier :

- **le mastère spécialisé (MS) des grandes écoles**

Il s'agit d'un cursus sur 12 mois (dont 4 mois de mission en entreprise), en petit groupe. Recrutement à bac + 5, ou bac + 4 et 3 ans d'expérience. Les MS sont montés en liaison avec les entreprises, pour répondre à un besoin du marché. Une douzaine de ces MS sont orientés vers l'énergie et les EMR. Exemple, le programme « Expert EMR » de l'Ensta-Bretagne mené avec l'université de Brest (Bretagne occidentale), l'IMT Atlantique et l'École navale, en lien avec la communauté scientifique de Brest (Ifremer, Cerema, SHOM...).

- **le MSc (Master of science)**

Autre cursus propre aux grandes écoles. Destinés surtout à un public international, les MSc sont le plus souvent enseignés en anglais. Ils sont dispensés sur un an (450 heures de cours) pour les diplômés à bac + 4 ou en 15-20 mois (700 h) pour les bac + 3, et s'achèvent par une mission en entreprise. L'ESCP Europe propose ainsi un MSc « Energy Management ».

- **le « diplôme d'université » (DU)** est un programme spécialisé d'une année destiné aux salariés ou demandeurs d'emploi. Les DU ne bénéficient pas du grade « master » ; autrement dit, ils ne sont pas reconnus au plan national.

Ne pas oublier, enfin, le doctorat, de plus en plus prisé des entreprises. Ce cycle en 3 ans axé sur la recherche permet d'acquérir les dernières connaissances sur un sujet pointu, mais aussi des méthodes de travail, et de se forger un profil d'expert. La thèse peut en outre être préparée (et rémunérée) dans un laboratoire privé ou une entreprise.

### B Au niveau bac + 2/3

Les EMR recrutent de nombreux techniciens et techniciens supérieurs, notamment pour le montage des installations, leur suivi, leur maintenance. Trois types de diplômes, pour l'essentiel, préparent à ces métiers :

- **La licence professionnelle** : comme son nom l'indique, elle est conçue avec les entreprises, et prépare à un métier qui affiche des besoins reconnus. Les débouchés à la sortie sont donc quasi assurés. Une bonne vingtaine de « licences pro »

traitent des énergies renouvelables, et notamment des EMR.

- **le BUT (Brevet universitaire de technologie)** : enseigné dans les IUT, c'est le nouveau label qui succède au DUT. Il est conçu lui aussi avec les entreprises, en phase avec les attentes du marché. La plupart des IUT proposent divers BUT dédiés à l'énergie et l'environnement. Parmi ceux-ci, plusieurs préparent aux « Métiers de la transition et de l'efficacité énergétiques ».
- **le bachelor** de certaines écoles d'ingénieurs, qui bénéficie du grade licence.

### C Au niveau bac + 2/3

Là encore, l'offre de formations en lien avec l'énergie et les EMR ne cesse de s'étoffer. D'autant que certains métiers - comme la fabrication de pales d'éolienne - requièrent une main d'oeuvre très qualifiée. Le diplôme le plus reconnu est le CAP. Plusieurs CAP préparent ainsi aux métiers de soudeur, de monteur d'éolienne ou de spécialiste de la maintenance des parcs EMR, avec des compétences spécifiques. Compte tenu de l'étendue des besoins, les bons profils n'ont aucun mal à être recrutés, et les rémunérations sont en général... très correctes. Ajoutons que de plus en plus d'entreprises, faute de trouver sur le marché les profils qu'elles recherchent, créent leur propre formation, en interne.

« *De façon générale, les compétences scientifiques et techniques ne suffisent plus*, estime pour sa part Jean-Bernard Kovarik, vice-président de l'université Gustave-Eiffel. *Les métiers liés à la transition énergétique réclament aussi des capacités d'ouverture, de dialogue, de prise en compte d'autres approches, et une vision globale des enjeux. Et pour cela, la formation humaine et même la culture générale sont indispensables.* » Sans oublier la dimension internationale, autre compétence très recherchée. « *Mais les profils réellement multiculturels sont difficiles à trouver*, déplore Edgar Coulomb, directeur général génie civil d'Eiffage. *Or nous en avons besoin de cette ouverture, à tous les niveaux.* »

Jean-Claude Lewandowski

### OÙ S'INFORMER ?

*Pour choisir son orientation et s'informer sur les métiers des EMR, on peut s'adresser aux antennes locales du CIDJ (Centre d'information et documentation jeunesse), consulter les dossiers de l'Onisep, ou lire la presse étudiante (Studyrama, Le Monde des grandes écoles et universités, L'Étudiant...) et les dossiers spéciaux de certains journaux comme Le Figaro, Le Point, les Echos, Ouest France, Le Télégramme, Le Parisien ou energiedelamer.eu.*

*Ne pas négliger non plus les salons dédiés à l'orientation, organisés dans tout l'Hexagone entre octobre et mars tel que « Pro et Mer » organisé par Bretagne Pôle Naval et La Touline, ou les portes ouvertes sur des formations en lien avec la gestion du littoral avec La Rochelle Université, l'Université de Cherbourg, ou de Brest, Aix-Marseille ou Nice. Les sites web des entreprises et/ou des syndicats professionnels sont également une bonne source d'informations. Une certitude : il faut s'y prendre tôt !*



▼ Les éoliennes marines seront peu affectées par l'instauration de la taxe carbone aux frontières (MACF).

Crédit : DR

## LE FUTUR "MACF" ET L'OMC

Pour se conformer aux règles de l'Organisation Mondiale du Commerce, l'UE devra supprimer les quotas d'émission gratuits dont bénéficie son industrie lourde. Cette contrepartie à l'instauration de la taxe carbone aux frontières (MACF) aura peu d'effets sur l'éolien offshore européen.

La proposition de règlement sur un mécanisme d'ajustement carbone aux frontières (MACF), incluse dans le paquet législatif Fit for 55 publié par la Commission le 14 juillet 2022, permet d'envisager une diminution de l'empreinte carbone globale de l'UE, grâce à l'alignement du prix du contenu carbone des produits importés sur celui des produits domestiques. Ainsi, les entreprises extra-européennes souhaitant exporter vers l'UE des biens des secteurs des engrais, de l'aluminium, du fer et de l'acier, du ciment et de l'électricité vont devoir acquérir sur un marché ad hoc des certificats à un prix dépendant du contenu de ces biens en carbone, corrigé en fonction du prix du carbone déjà acquitté dans le pays d'origine.

Le MACF permettrait de réduire les fuites de carbone deux fois plus efficacement que l'allocation de quotas gratuits, tout en garantissant que le prix du carbone se maintienne à un niveau suffisamment incitatif pour que les producteurs européens se tournent vers une production décarbonée. Rappelons que dès la mise en place du système d'échange de quotas d'émission (ETS), l'Union européenne a mis en place une allocation de quotas gratuits aux secteurs émetteurs les plus exposés à la concurrence internationale, afin de maintenir leur compétitivité et de limiter le risque de fuites de carbone face au dumping réglementaire et fiscal de certains pays tiers.

### Politique climatique

Bien que le MACF constitue davantage un instrument climatique que de politique commerciale, il produira des conséquences évidentes sur les soldes commerciaux de l'UE avec ses principaux partenaires commerciaux d'ici à 2040, en restreignant notamment les importations de biens au fort contenu carbone en provenance d'Inde et de Chine, pour y substituer en partie des importations de biens moins chargés en carbone, comme ceux provenant du Royaume-Uni et de l'Association européenne de libre-échange. Cette situation transitoire inquiète nécessairement les secteurs industriels bénéficiaires de quotas gratuits, ce qui incite à faire coexister temporairement ces derniers avec le futur MACF.

Les institutions de l'UE ont également souligné l'importance du respect des règles de l'OMC par ce futur mécanisme, telles que le principe de non-discrimination envers les importateurs. L'article III du GATT interdit la discrimination entre les importations et la production nationale. Les importations ne peuvent pas être assujetties à une imposition à laquelle les producteurs nationaux ne sont pas soumis. Cependant, les États ont le droit d'imposer une redevance à la frontière équivalente aux taxes ou redevances payées par les producteurs nationaux, à condition toutefois que le prix du MACF suive de près celui des quotas ETS.

## Règles du commerce

Les importateurs ne peuvent pas se voir facturer un MACF sur la totalité de leurs émissions si les producteurs nationaux reçoivent encore une partie de leurs quotas d'émission gratuitement. Si l'allocation gratuite est maintenue provisoirement, le MACF ne peut alors s'appliquer qu'aux émissions supérieures au niveau de référence de l'allocation gratuite.

D'autre part, selon le principe de la clause de la nation la plus favorisée (CNPF), un tarif ne doit pas privilégier ou désavantager les importateurs d'un pays donné. Ainsi, si une valeur d'intensité des émissions par défaut est utilisée pour calculer le prix CBAM, il doit s'agir de l'intensité des émissions mondiale ou moyenne de l'UE. Si des valeurs d'intensité d'émission différentes étaient utilisées pour différents pays d'origine, cela pourrait être perçu comme une discrimination dans la mesure où différents prix MACF seraient facturés uniquement sur la base du pays d'origine des produits.

Néanmoins, des prix MACF différents pourraient être facturés en fonction de l'origine d'un produit, si un prix du carbone avait déjà été payé sur ce produit dans son pays d'origine. Toute disposition d'équivalence de ce type devrait être bien mise en œuvre pour garantir qu'aucun système de tarification du carbone d'un pays ne soit négligé.

## Des restrictions commerciales dans certains cas

Un article du GATT peut également fournir une justification pour une telle mesure. Il stipule que « *sous réserve que ces mesures ne soient pas appliquées d'une manière qui constituerait un moyen de discrimination arbitraire ou injustifiable entre les pays où les mêmes conditions existent, ou une restriction déguisée au commerce international, rien dans le présent accord ne sera interprété pour empêcher l'adoption ou l'application par toute partie contractante de mesures* » et énumère une série de circonstances dans lesquelles des restrictions commerciales pourraient être justifiées :

- pour protéger la vie ou la santé humaine, animale ou végétale ;
- pour préserver des ressources naturelles épuisables si de telles mesures sont prises en conjonction avec des restrictions à la production ou à la consommation nationales.

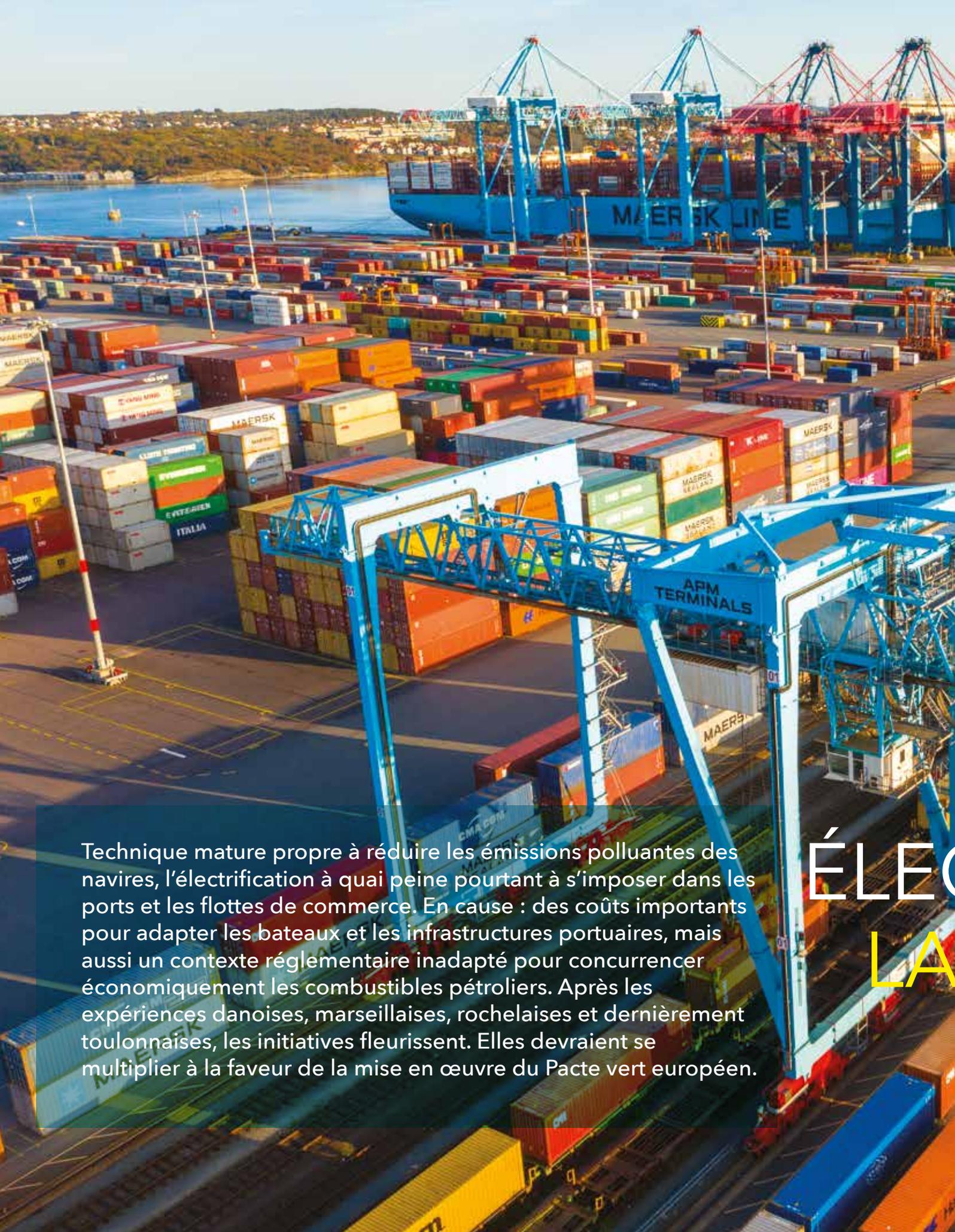
Ces deux circonstances peuvent être liées à des mesures environnementales ou climatiques telles que le MACF, mais dans le respect du chapeau de l'article, à savoir que les mesures de protection du climat ou de l'environnement ne doivent pas constituer une discrimination entre différents pays ou masquer une entrave au commerce international. Il est donc essentiel que le MACF ne soit pas perçu comme une mesure protectionniste, ni par les partenaires commerciaux ni par l'Organe d'appel de l'OMC.

Les différentes options émises dans la proposition de règlement MACF semblent largement répondre aux exigences du droit international. Il garantit que le MACF suive de près le prix des quotas de l'UE et soit actualisé du montant de l'allocation gratuite pour chaque type de produit.

## MENACE OU OPPORTUNITÉ POUR L'ÉOLIEN MARIN EUROPÉEN ?

*Les think tanks E3G et Sandbag ont analysé les effets potentiels du MACF en prenant l'exemple d'un parc éolien construit en mer du Nord. Le budget total de ce parc de 54 turbines (plus de 300 MW) est de 1 milliard d'euros, dont la majeure partie concerne les contrats EPCL des principaux éléments du parc, tous fabriqués dans l'UE, où les aciéristes reçoivent des permis d'émission de Ges gratuits. Si ces permis gratuits étaient supprimés au moment de l'entrée en vigueur du MACF et que les coûts du carbone étaient répercutés sur le produit final, il coûterait plus cher de fabriquer des parcs éoliens en Europe qu'actuellement. Ce qui profiterait avantageusement aux fournisseurs basés à l'étranger. À supposer que le prix du carbone atteigne 60 € / tCO<sub>2</sub>, la répercussion des coûts du carbone augmenterait le prix global de 0,9 %, ce qui n'affecterait probablement pas sensiblement la demande de produits fabriqués dans l'UE pour les parcs éoliens. Cependant, certains éléments pourraient souffrir de la concurrence étrangère : les fondations made in EU deviendraient 6,7 % plus chères. Compte tenu des conditions de transport très particulières de ces éléments, il est peu probable que ceux-ci puissent provenir de zones reculées. Le risque de fuite de carbone lié à ce produit semble donc limité.*





ÉLEC  
LA

Technique mature propre à réduire les émissions polluantes des navires, l'électrification à quai peine pourtant à s'imposer dans les ports et les flottes de commerce. En cause : des coûts importants pour adapter les bateaux et les infrastructures portuaires, mais aussi un contexte réglementaire inadapté pour concurrencer économiquement les combustibles pétroliers. Après les expériences danoises, marseillaises, rochelaises et dernièrement toulonnaises, les initiatives fleurissent. Elles devraient se multiplier à la faveur de la mise en œuvre du Pacte vert européen.



Crédit : DR

# CTRIFICATION À QUAI DÉCARBONATION SE JETTE À L'EAU

DOSSIER RÉALISÉ PAR DOMINIQUE PIALOT



► Göteborg propose de l'électricité aux navires depuis 2008.

Crédit : Port de Göteborg

## L'ÉLECTRIFICATION DES NAVIRES À QUAI SOUS TENSION

Longtemps après le pionnier danois Göteborg, les ports français entament l'électrification de leurs quais pour y raccorder ferries, paquebots et autres porte-containers. Freiné par un manque de normes et les coûts à la charge des ports et des compagnies maritimes, le déploiement de cette solution devrait s'accélérer dans l'anticipation d'une réglementation européenne appelée à se durcir.

Le rejet des paquebots de croisière en raison des nuisances occasionnées dans les villes où ils font halte connaît un nouveau regain depuis la fin de la pandémie Covid-19. Une période pendant laquelle elles sont d'ailleurs apparues de façon plus évidente que jamais aux riverains alors que les navires étaient cloués à quai, sans pour autant couper leurs générateurs électriques alimentés au gasoil. Des générateurs indispensables à leurs besoins divers et variés : ventilation, fonctionnement des organes techniques, réchauffement du fioul lourd, ou, pour les paquebots, climatisation et/ou chauffage, éclairage, eau chaude sanitaire, production de froid, cuisines, etc.

En février 2022, les maires de 25 communes de la Côte d'Azur se sont réunis pour publier dans *Le Monde* une tribune appelant à accélérer la mise en place d'une zone SECA de contrôle des émissions d'oxydes de soufre et de particules en Méditerranée, finalement actée par l'Organisation maritime internationale en juin, pour une entrée en vigueur en 2025. La colère gronde tout particulièrement à Marseille. Le grand port maritime (GPMM), géré par l'État, est pourtant le plus avancé en matière d'électrification des navires à quai, la réponse la plus efficace pour réduire les émissions de SOx (oxydes de soufre), NOx (oxydes d'azote), PM10 (particules fines) ainsi que les nuisances sonores et les vibrations, qui affectent aussi bien les habitants que la faune marine.

Sans compter, même si ce bénéfice n'était pas le premier à l'origine, les réductions d'émissions de gaz à effet de serre générées. Depuis 2017, les ferries de La Méditerranée reliant Marseille à la Corse recourent à cette solution.

### 200 groupes électrogènes installés, mais peu de raccordements effectifs

Mais en dehors de ces pionniers, la France n'en est qu'aux balbutiements. Au Danemark, Göteborg propose le raccordement électrique depuis 2008. Une des nombreuses actions entreprises à l'époque par le port en matière de développement durable pour répondre aux exigences du papetier Stora Enso, désireux d'améliorer son empreinte carbone, dont celle de son transport. « *Ce qui a fait de nous des pionniers et nous a valu de nombreuses récompenses, ce n'est pas l'électrification en tant que telle, mais le fait de l'installer en haute tension* », précise Susann Dutt, alors en charge de ce projet. « *Cela s'est également avéré extrêmement positif pour notre "licence to operate" et nous a permis de poursuivre notre développement* », ajoute celle qui a rejoint l'EOPSA (European Onshore Power Supply Association). Cette association européenne de lobbying en faveur du raccordement électrique a vocation à accélérer le mouvement. Car, depuis l'initiative pionnière de Göteborg, « *On a beaucoup parlé de l'électrification à quai mais les projets concrets restent rares* », regrette Susann Dutt.

En réalité, de nombreux projets pilotes ont vu le jour, mais sans prêter attention à l'harmonisation des normes ou à la réciprocité. « *Alors que plus de 200 groupes électrogènes ont été installés sur les quais européens, seuls quelques opérateurs peuvent en bénéficier* » déplore ainsi l'organisation. Menée par Heerema Marine Contractors, spécialisé dans la construction et la maintenance de structures offshore et renouvelables, l'autorité portuaire et l'énergéticien Eneco, une initiative innovante a vu le jour dans le port de Rotterdam. Il s'agit d'électrifier les quais du canal Caland pour alimenter les navires-grues d'Heerema en électricité verte, produite par des éoliennes terrestres. Un projet né dans le contexte d'une étude de 2008, ayant révélé que les émissions de la zone portuaire et commerciale de Rotterdam étaient équivalentes à celles de la ville de New York et de ses 10 millions d'habitants. « *Mais il a fallu sept ou huit ans pour que ce projet ambitieux voie le jour* » regrette Roland Teixeira, fondateur d'EOPSA. Une preuve, à ses yeux, de la nécessité de changer de braquet.

### Engagements de l'OMI et réglementation européenne

Néanmoins, les projets se multiplient malgré leurs coûts élevés et le manque d'harmonisation qui freine leur déploiement. C'est qu'à la pression de la société civile s'ajoute désormais la perspective d'une réglementation de plus en plus exigeante. Et pour les armateurs qui visent la neutralité carbone en 2050, c'est aujourd'hui la solution la plus mature pour abattre leurs émissions.

En 2018, l'Organisation maritime internationale (OMI) s'était fixée pour objectif de réduire l'intensité moyenne en carbone (CO<sup>2</sup> par tonne-mille) d'au moins 40 % en 2030 et de diviser au moins par deux les émissions totales du transport maritime entre 2008 et 2050 (par rapport à 2008). À compter de 2023, tous les navires, de tous les types et de tous les âges, devront pouvoir présenter leur EEXI (Energy efficiency index for ships in service). Autrement dit, leur indice énergétique et leur consommation. Les armateurs vont également voir arriver prochainement le CII (Carbon intensity index) qui affichera directement les émissions de CO<sup>2</sup>.

Mais parallèlement à ces engagements du secteur, l'Union européenne s'emploie à en durcir l'encadrement. La directive AFID de 2014 sur les infrastructures pour carburants de substitution impose depuis 2018 aux navires de plus de 5 000 tonnes brutes faisant escale dans les ports de l'UE de déclarer sur une base annuelle leur consommation de carburant et leurs émissions de CO<sup>2</sup>. Elle mentionne également le recours au gaz naturel liquéfié (GNL) pour les navires et, d'ici à la fin de 2025, la fourniture d'électricité à quai pour les bateaux de navigation intérieure et les navires de mer dans les ports maritimes et intérieurs. Au-delà de cette directive en cours de révision, le Pacte vert européen prévoit de réglementer l'accès des navires les plus polluants aux ports de l'UE et d'obliger les bateaux à quai à utiliser l'électricité à terre.

### "Ports maritimes et intérieurs" : favoriser les carburants alternatifs

Le paquet de juillet 2021, portant de 40% à 55% l'objectif de réduction des émissions nettes de gaz à effet de serre entre 1990 et 2030, contient 13 propositions de loi, dont plusieurs concernent plus ou moins directement le secteur. Outre la révision de l'AFID, qui vise à accroître la disponibilité du GNL d'ici à 2025 et prévoit l'approvisionnement en électricité à quai

dans les principaux ports de l'UE selon le nombre d'escales annuelles d'ici à 2030, l'inclusion des transports maritimes dans le marché carbone européen EU-ETS a été adoptée par le Parlement européen en juin 2022. Cette mesure concerne les émissions produites à quai dans un port de l'UE, tous les voyages intracommunautaires et 50% des émissions des voyages à destination et en provenance d'un port de l'UE.

### Quelques exemptions sont prévues

La révision de la directive sur la taxation de l'énergie vise à mettre fin aux exonérations fiscales pour les combustibles marins classiques et à encourager l'adoption de solutions de remplacement. Mais c'est le nouveau règlement FuelEU Maritime sur les carburants maritimes durables qui est le plus explicite sur le sujet de l'électrification à quai. À partir de janvier 2030, les navires de transport de marchandises et de passagers faisant escale plus de deux heures dans les ports de l'UE devront se connecter à l'alimentation électrique à quai et utiliser cette électricité pour tous leurs besoins énergétiques.

Sauf s'ils utilisent des technologies à émissions nulles (hydrogène) ou s'ils se trouvent dans une situation d'urgence. Des exemptions seraient autorisées jusqu'à fin 2034 dans les cas où les navires ne peuvent pas se connecter en raison de l'indisponibilité des points de connexion dans le port ou parce que l'installation portuaire n'est pas compatible avec l'équipement embarqué.

Cette flexibilité sera réduite à partir de 2035. Des sanctions harmonisées sont envisagées en cas de non-respect. L'argent ainsi collecté étant destiné à alimenter le Fonds d'innovation et à contribuer au financement du verdissement du secteur, notamment la production de carburants maritimes renouvelables. Dans ce contexte, après les ports de la Côte d'Azur enclavés dans les villes, les choses bougent également à Dunkerque, Cherbourg ou Le Havre. Sans compter le transport fluvial qui prend également la vague.

### D.P.

## CHIFFRES CLÉS

### En 2018, le transport maritime a généré :

**. 2,8% des émissions mondiales de GES**  
**. 13,5% des émissions européennes liées au transport.**

**En escale, un navire consomme en moyenne autant d'énergie que 300 logements.**  
**En 10 heures, un paquebot à quai d'une puissance de 10 MW consomme jusqu'à 20 tonnes de combustible et émet 64 tonnes de CO<sup>2</sup>.**



Crédit : Grand port maritime de Marseille

▼ 20 M€ ont été prévus pour financer les infrastructures portuaires de recharge.

## LE PORT DE MARSEILLE EN PÔLE POSITION

En réponse aux pressions de riverains affectés par les nuisances des ferries, la cité phocéenne est la première à s'être équipée de raccordement à quai, avec le soutien de la Région et en partenariat avec la compagnie pionnière La Méridionale.

Comme le rappelait le président de la Région Sud, Renaud Muselier, en présentant le programme « Escales Zéro fumée » en 2019, « 20 % de la population de Provence-Alpes-Côte d'Azur est exposée à au moins un dépassement des normes de qualité de l'air ». Et la part du secteur maritime pèse lourd dans ce constat : entre 10 et 15 % du total des pollutions atmosphériques sur l'aire marseillaise. « Le poids du transport maritime rattrape celui du transport routier » confirme Anne Claudius-Petit, vice-présidente de la Région et Présidente de la Commission Transition énergétique. Selon AtmoSud, le trafic maritime représente désormais à Marseille 38 % du total des émissions d'oxydes d'azote, contre 42 % pour le trafic automobile. Une situation d'autant plus délicate à l'approche de l'entrée en vigueur en septembre 2022 d'une zone à faible émission (ZFE). À l'issue d'une semaine d'alerte à la pollution à l'ozone, le maire lui-même a lancé une pétition qui a fait grand bruit. Rappelant que 2 500 décès prématurés par an sont dus à la pollution de l'air à Marseille, il y demande l'interdiction par arrêté préfectoral des escales de bateaux polluants dans sa ville durant les pics de pol-

lution, l'accélération de la création de la zone de réduction d'émissions de soufre (SECA, prévue pour 2025), l'élargissement des restrictions à l'oxyde d'azote et aux particules fines et un meilleur contrôle du taux de soufre dans les carburants des navires faisant escale à Marseille, plafonné à 0,1%. Benoît Payan, qui plaide également pour avancer d'un an le calendrier d'électrification des quais recevant des croisiéristes, aujourd'hui prévue pour 2025, a annoncé en parallèle un investissement de 10 millions d'euros dans le projet.

### Travaux parallèles d'Enedis, du port et de La Méridionale

Le port a cependant entamé l'électrification de certains quais depuis plusieurs années. C'est le cas de longue date pour des coffrets basse tension (400 Volts/50 Hz) qui permettent de connecter bord à quai les navires en escale longue ou en réparation, à flot ou en cale sèche. « Mais au-delà d'un mégawatt de puissance, il faut passer en haute tension », observe Sophie Rouan, cheffe du département réseaux eau et électricité du GPMM.

Dès 2008, une équipe se rend donc à Göteborg pour étudier la démarche entreprise par ce port suédois pionnier en la matière, aux caractéristiques semblables en termes de tonnage et d'escales de ferries réguliers. Une première expérience est envisagée avec la SNCM. Elle tombe à l'eau en raison de la situation financière de la compagnie maritime. C'est la Méridionale, qui, dans le cadre de sa politique environnementale, sera la pionnière française. Sous l'impulsion de Schneider Electric qui fournit la solution technologique, avec le soutien financier de l'Ademe et de fonds européens FEDER, le GPMM, La Méridionale et Enedis mènent à bien ce premier projet français d'électrification des quais. Le contrat entre le GPMM et La Méridionale, précisant les tarifs d'achat de l'électricité, est signé en 2014. Dès fin 2016, grâce aux travaux menés de concert par Enedis, le port et la compagnie, ses trois bateaux se connectent au réseau. « Il est nécessaire d'anticiper car cela prend plusieurs années pour augmenter la capacité du réseau », souligne Laurent Stien, chef de projet au pôle mobilité électrique chez Enedis. Surtout quand, comme c'est le cas à Marseille, il faut faire passer les câbles sous l'autoroute et les voies ferrées, ce qui implique des démarches administratives, instruites en deux à trois ans. À l'avenir, Enedis souhaite diviser par deux les délais de raccordement. De son côté, le port s'est équipé en transformateurs permettant de passer des 20 000 Volts délivrés par le réseau aux 11 000 Volts que peuvent recevoir les ferries, où ils sont à nouveau transformés au niveau de 400 Volts. Le tout à une fréquence de 50 Hz. Quant à La Méridionale, elle a équipé ses navires. La Commandant Valentine Cardinale a participé à l'espace Sea-Research invitée par La Touline et La Cité des Métiers lors d'Euromaritime 2022. « Deux paramètres clés sont à prendre en compte pour l'équipement d'un navire, précise son directeur technique Christophe Séguinot. D'abord la puissance nécessaire. Celle-ci varie en effet de 1 mégawatt (MW) pour un porte-containers à 2 MW pour un

ferry et jusqu'à 13 MW pour un paquebot, ce qui nécessite d'installer deux câbles. Ensuite, la configuration du bateau. On dispose par exemple de nettement plus de place sur un porte-containers que sur un ferry ou un paquebot. Sauf lorsque le raccordement à quai est prévu dès la construction, comme pour le Piana. »

## 200 Paquebots raccordés dès 2025

20 millions d'euros sont dédiés aux infrastructures portuaires et 5 M€ à l'équipement des navires dans le cadre du plan « Escales zéro fumée ». La Méridionale a ainsi perçu une subvention de 500 000 €, mais sa facture atteint 3,7 M€ pour ses quatre navires, soit près d'un million par navire. « Comme pour le projet "filtre à particules", le budget a dérapé », constate Christophe Séguinot. En 2014, au regard des prix respectifs de l'électricité et du pétrole, l'investissement n'en présentait pas moins un temps de retour sur investissement de 7,5 ans. Cette perspective s'est effondrée avec les prix du baril en 2017, avant de rebondir de plus belle aujourd'hui sur fond de flambée des cours et de guerre en Ukraine. Mais le port n'entend pas en rester là. Depuis 2019, 90 % des escales corses (1 100 par an sur un total de 3 400) sont connectées grâce aux trois postes à quai du Môle d'Arenc. Parallèlement aux travaux menés au Cap Janet qui devraient s'achever en 2023, ceux des compagnies assurant les traversées vers le Maghreb (500 escales annuelles), soit quatre navires d'Algérie ferries et deux à trois navires de la Compagnie tunisienne de navigation, sont en cours d'équipement. Aujourd'hui, le port fournit de l'électricité distribuée par Enedis qui bénéficie de garanties d'origine. Mais les installations solaires à venir sur les toits de ses hangars et entrepôts, d'une puissance estimée de 9 MW, doivent lui permettre demain de passer à 100% d'autoconsommation.

D.P.

# LE HAVRE RACCORDERA PAQUEBOTS ET PORTE-CONTENEURS

Initié en 2018, le programme d'électrification des quais du grand port de la Manche sera achevé en 2028.

Après le terminal des Flandres de Dunkerque équipé depuis 2018, le quai Pierre Callet du Havre sera le deuxième en France à pouvoir raccorder des paquebots à partir de 2024. Avant que les quais Joannès Couvert et Roger Monnier soient à leur tour équipés l'année suivante, pour une puissance totale de 30 MW. Une réponse apportée à leurs clients internationaux qui, affirme le chargé de mission raccordement électrique des navires à quai, Hervé Géraud, exigent un minimum de garanties sur le plan environnemental.

## 20 millions d'euros pour électrifier Port 2000

L'équipement du port contribue au maintien de leurs escales et participe donc de la compétitivité d'Haropa sur le marché de la croisière en Europe du Nord. Mais il répond aussi aux enjeux de qualité de l'air, dans une ville où, en 2017, les quelques 140 escales de paquebots annuelles ont émis autant de NOx que la circulation automobile. En juin dernier, le Conseil de surveillance d'Haropa Port du Havre a également voté un budget de 8 millions d'euros pour les travaux d'électrification,

à compter de 2025, des terminaux nord (quai des Amériques et quai de l'Atlantique) accueillant les porte-conteneurs. L'électrification de Port 2000, principal quai du Havre, est également prévue d'ici à 2028. Un investissement de 20 millions d'euros est dédié à ce projet qui bénéficie d'un soutien de 11,1 M€ du Plan de relance et d'une contribution de 0,9 M€ dans le cadre du Pacte territorial. Ces projets s'inscrivent dans le cadre du protocole d'accord signé en juin 2021, par Haropa avec les ports du « Range Nord » Anvers, Hambourg, Rotterdam et Bermerhaven, visant à réduire les émissions des navires à quai notamment en déployant le branchement électrique à quai pour la filière conteneurs à l'horizon 2028.

Le groupement portuaire français s'est aussi engagé, dans le cadre du *One Ocean Summit*, en janvier dernier, à réduire l'impact environnemental des escales à l'horizon 2028. Un texte signé par une quinzaine de pays européens, nord-américains et asiatiques, une vingtaine de grands ports maritimes, ainsi que la Banque européenne d'investissements.

D.P.



▼ Connexion électrique des navires à quai, installation au Grand Port Maritime de Marseille

## À CHERBOURG, LES ÉMISSIONS DES PAQUEBOTS PÈSENT AUTANT QUE CELLES DES FERRIES

Un bilan carbone réalisé en partenariat avec EDF a permis d'évaluer les émissions respectives de la cinquantaine de paquebots et du millier de ferries qui y font escale chaque année et de répartir les investissements en conséquence.

ici aussi, tout a commencé avec le projet d'électrification à quai. C'est dans cette perspective que les équipes du port ont rendu visite au grand port maritime de Marseille (GPMM). Mais, dans le cadre du partenariat conclu avec EDF, le périmètre des aménagements s'est élargi. Un bilan carbone a permis d'identifier les axes prioritaires sur lesquels agir. En plus du raccordement des navires à quai, le bâti industriel et la Criée feront l'objet de travaux destinés à en abaisser les émissions.

Mais ce sont bien les fumées des navires à quai qui nuisent à la qualité de l'air, historiquement élevée grâce au vent et à l'absence d'industries émettrices, et à laquelle les habitants sont très attachés. Outre les ferries, qui représentent un millier d'escales annuelles, Cherbourg accueille chaque année entre 50 et 60 paquebots. « Nous pensions que les ferries pesaient largement plus lourd, mais le bilan carbone a confirmé que les émissions des paquebots étaient en réalité équivalentes, et donc de doser les investissements en conséquence », explique Bertrand Marsset, directeur général adjoint de Ports de Normandie. Car les besoins respectifs des deux catégories de navires diffèrent en termes de fréquence et de tension.

### Un événement dédié au sujet en septembre 2022

Le budget global atteint 20 à 30 millions d'euros pour le port, en partie pris en charge par l'Union européenne. En revanche, « en tant que port décentralisé, nous ne bénéficions pas des financements du plan de relance », regrette Bertrand Marsset.

« La Manche, par laquelle transite 50% du trafic maritime mondial, appartient déjà à une zone SECA de contrôle des émissions de soufre », rappelle-t-il. À ce titre, les navires y sont contraints d'utiliser un carburant à la teneur en soufre inférieure à 0,1%. Pour s'y conformer, certains disposent d'une double soute pour permuter lorsqu'ils pénètrent dans la zone réglementée, ou recourent à des systèmes de lavage des fumées. Mais avant d'équiper leurs navires d'une prise permettant le raccordement électrique à quai, dont le coût s'établit entre 500 000 et 1 M€, « Les compagnies ont tendance à repousser ces travaux en prenant comme horizon la date de 2030 fixée par le règlement FuelEU Maritime », observe-t-il.

Au niveau politique cependant, la volonté semble bel et bien réelle. En effet, Benoît Arrivé, maire de Cherbourg-en-Cotentin et vice-président de la communauté d'agglomération du Cotentin, a fait adhérer la ville à l'Association européenne de promotion du raccordement électrique à quai EOPSA dont elle accueillera les 15 et 16 septembre 2022 le premier événement d'envergure. La possibilité d'alimenter à l'électricité les bateaux de maintenance des futures fermes éoliennes au large de Cherbourg est une motivation supplémentaire. À terme, les quais seront équipés de trois postes pour raccorder les ferries et d'un pour les paquebots. Caen en aura un pour chaque catégorie de navire, tandis que Dieppe, qui n'accueille pas de paquebot, pourra également raccorder des ferries.

**D.P.**

# À LA RECHERCHE DU MODÈLE ÉCONOMIQUE

Les bons élèves dont les navires sont équipés bénéficient de droits de port réduits. Mais le prix auquel les autorités portuaires revendent l'électricité aux compagnies fait l'objet d'âpres négociations.

Si les autorités portuaires investissent dans l'électrification des quais, l'attentisme prévaut du côté des compagnies maritimes, à l'exception de quelques pionniers. C'est que l'équipement des navires pour qu'ils puissent se raccorder au réseau électrique à quai, est « *un investissement non productif* », comme le souligne Hervé Géraud, en charge de ce projet chez Haropa pour le port du Havre. Il serait plus juste de dire que le temps de retour sur investissement est totalement dépendant des soubresauts du baril de brut. Ainsi, le prix auquel le Grand port maritime de Marseille (GPMM) revend l'électricité à La Méridionale, âprement discuté entre les deux parties et stipulé par le contrat qu'elles ont signé en 2014, se traduisait à l'époque par un ROI de sept ans et demi. Trois ans plus tard, les cours du pétrole s'étant effondrés, cette perspective s'était éloignée de dizaines d'années. Aujourd'hui, la flambée des prix la ramènerait plutôt à cinq ans... La modifié le code de l'énergie et clarifié le statut juridique de la vente d'électricité aux navires à quai en indiquant que les ports « *n'exercent pas une activité d'achat d'électricité pour revente aux consommateurs finaux mais une activité de prestation de service* », ce qui légitime notamment l'alimentation électrique fournie historiquement par les concessionnaires dans les ports décentralisés.

## Prix de l'électricité et droits de ports

Depuis le 1er janvier 2021, une dérogation à la directive 2003/96/CE sur la taxation des produits énergétiques a réduit la TIFCE (taxe intérieure sur la consommation finale d'électricité) de 22,5 € à 0,5 €/MWh, une mesure qui pourrait être pérennisée dans le cadre de la révision de la directive sur la taxation de l'énergie, alignant ainsi la taxation de l'électricité à quai sur celle des carburants marins.

Si le prix de l'électricité stricto sensu que le port achète à EDF puis revend aux compagnies est transparent, s'y ajoutent des frais afférents à la prestation de raccordement. Mais ces derniers ne dépasseraient pas 5% et seraient dans tous les cas bien loin de leur permettre d'amortir les investissements consentis dans l'aménagement de leurs quais.

C'est plutôt sur l'augmentation des droits de port que ces derniers misent pour couvrir leur coûts fixes (investissements, termes fixes du TURPE, etc.). Des taxes qui, selon le principe du pollueur/payeur, sont au contraire réduites pour les « bons élèves », autrement dit, les compagnies équipées. C'est le cas à Marseille pour La Méridionale, qui aimerait cependant voir cet avantage ré-haussé.

Quoi qu'il en soit, le niveau et la structure des tarifs sont des éléments importants dans le choix d'utilisation du service par l'armateur. À ce sujet, chez Armateurs de France, on regrette un niveau trop important de la part fixe dans les tarifs pratiqués : « *Les ports reçoivent des subventions publiques pour l'électrification de leurs quais, les compagnies, nettement moins* »,

fait observer Pierre-Antoine Rochas, chargé des affaires techniques, sécurité, sûreté et ports d'Armateurs de France. « *Les premières compagnies à s'être équipées ont payé plus cher* », ajoute-t-il. Environ un million d'euros par navire pour les ferries de La Méridionale.

Ce coût est très variable selon le type de navire et son ancienneté. Pour un porte-conteneurs, une étude du port de Hambourg le chiffre entre zéro (s'il est équipé dès sa construction) à 700 000 euros si rien n'a été prévu, pas même l'espace nécessaire.

## Vente directe des énergéticiens aux compagnies maritimes

Dans un rapport publié en décembre 2021, le Commissariat général au développement durable (CGDD) estime qu'« *En rendant quasiment obligatoire l'équipement des navires et l'usage de la CENAQ (connexion électrique des navires à quai), le paquet législatif européen "Fit for 55" en fait une activité monopolistique et non un simple service, ce qui permet théoriquement une couverture totale des coûts par les recettes.* » Les auteurs soulignent cependant que « *le niveau des droits de port, redevances et tarif de vente de l'énergie aura un effet sur la position concurrentielle des ports.* »

De son côté, Roland Teixeira, président de l'association européenne de promotion du raccordement à quai EOPSA (European offshore power supply association), plaide pour la mise en place de conditions favorables à l'émergence rapide d'un marché, « *plutôt qu'à des contraintes comme à Los Angeles (où le raccordement à quai est obligatoire de longue date, ndr)* ».

Certes, la réglementation autorise les subventions publiques, dont l'enveloppe s'élève pour la France à 43 M€. Mais la gouvernance portuaire est complexe. Ainsi, à l'inverse des ports décentralisés, les grands ports maritimes, par exemple, dépendent du Ministère des Transports et non de celui de la mer, et « *les acteurs ne savent à qui s'adresser pour en obtenir.* »

La mise en œuvre du raccordement exige de mettre autour de la table les compagnies, les énergéticiens et les ports, et ces derniers peuvent donner l'impulsion et s'assurer du calendrier. En revanche, EOPSA préconise une relation directe entre les premières et les seconds, « *des acteurs experts et commerciaux* », plutôt que de passer par les autorités portuaires « *dont ce n'est pas le métier* ». Comme c'est le cas, par exemple, pour le projet du canal Caland à Rotterdam, où Eneco fournit directement à Heerema l'électricité produite par ses éoliennes. Pour ce faire, l'association promeut un mécanisme de « *contract for difference* » dans le cadre d'appels d'offres.

D. P.

# " L'ÉLECTRIFICATION EST UNE BRIQUE DE LA DÉCARBONATION DES PORTS. "

Nicolas Trift, sous-directeur des ports, et Julien Fernandez, chef du bureau de la stratégie portuaire de la direction générale des infrastructures, des transports et des mobilités la mer, replacent l'électrification à quai dans le contexte annoncé de la décarbonation du transport maritime et fluvial.

**En France, comme à l'étranger, l'électrification des navires à quai se développe. Est-ce là l'un des fruits du paquet européen « Fit for 55 » ?**

**Nicolas Trift :** Le sujet n'est pas nouveau. Depuis 2017, par exemple, le Grand Port Maritime de Marseille propose des branchements électriques à quai, notamment grâce au travail mené, dans un premier temps, avec La Méridionale et Corsica Linea sur les lignes maritimes pour la Corse (Marseille-Corse). C'est un sujet qui s'est accéléré ces dernières années et s'inscrit au cœur d'une des principales ambitions de la stratégie nationale portuaire annoncée par le Premier ministre en janvier 2021 qui constitue la feuille de route de la transition énergétique et de la décarbonation des ports. L'électricité à quai n'est qu'une des briques de la transition énergétique et de la décarbonation des ports.

**Concrètement, comment réaliser cette « décarbonation » des ports ?**

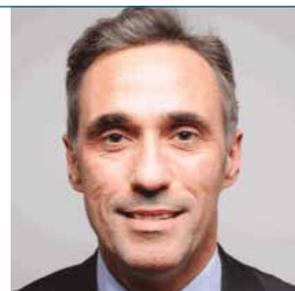
**NT :** L'Europe, à travers le paquet global de 12 propositions législatives « Fit for 55 », est en train de s'accorder sur une réduction globale des émissions de gaz à effet de serre sur une échéance : 2030. En France, la décarbonation des activités économiques dans les ports passe par un ensemble d'actions : sans les citer toutes : la mise en place de branchements électriques à quai en est une, mais aussi la production d'hydrogène pour les besoins industriels ou du transport, la construction et le déploiement des éoliennes en mer comme à Nantes, à La Rochelle ou au Havre ou encore le développement de l'offre d'avitaillement en GNL pour le transport maritime. De ce point de vue, les ports doivent offrir à leur écosystème économique les solutions énergétiques de demain. Les ports sont à ce titre des actifs stratégiques qui ont et auront un rôle de premier plan à jouer dans la décarbonation et la lutte contre le changement climatique de notre économie. Tout comme hier les ports étaient le lieu d'implantation des raffineries, de la pétrochimie, de la sidérurgie, ce sont pour les années à venir des lieux privilégiés d'implantation des nouvelles énergies qui contribuent à décarboner notre économie et lutter contre le changement climatique.

**Quelles conditions ont prévalu au scellement de la brique électrification ?**

**NT :** Cette ambition s'est accélérée en raison de la volonté sociétale de limiter les pollutions à quai : les émissions de



Nicolas Trift



Julien Fernandez

fumées et les nuisances sonores lorsque les navires sont à l'escale dans les ports. Assez vite, l'électrification est apparue comme une solution performante et pertinente pour réduire les émissions de pollutions à quai. La mise en place du branchement à quai des navires, s'est accélérée à la suite de discussions avec les riverains, les collectivités, mais aussi parce que les professionnels ont fait montre d'un réel volontarisme. Si on souhaite continuer à accueillir des ferries ou des bateaux de croisière, il faut notamment accélérer la connexion des navires à quai.

**D'autres initiatives qu'à Marseille et dans les ports de commerce ?**

**NT :** Haropa Port, issu de la fusion des ports de Paris, Rouen et Le Havre, a signé le 21 juin 2021 un protocole d'accord avec les ports d'Anvers, de Rotterdam, de Hambourg, de Brême. Ce faisant, ils s'engagent conjointement à déployer le branchement à quai pour la filière containers d'ici à 2028. De manière générale, une grande partie des ports réfléchit et travaille au déploiement des branchements à quai en particulier ceux accueillant des activités de croisières et ferries. De la même façon, le port de Toulon réalise actuellement de grands travaux pour déployer des branchements électriques sur ses trois quais au 1er trimestre 2023. Ceci permettra le branchement des ferries et des navires de croisière. Toulon étant aussi un port militaire, on peut noter que l'expérience de l'électricité à quai est déjà ancienne et La Marine nationale dispose ainsi à Toulon d'une alimentation à quai pour les navires militaires, au départ pour des raisons de préservation de la flotte et des équipages et désormais aussi pour réduire la pollution atmosphérique et améliorer les conditions de vie des habitants.

**L'international a-t-il mis le cap sur l'électrification des quais ?**

**Julien Fernandez :** Les démarches telles que le partenariat entre Haropa Port et les grands ports du Range Nord permettent de prolonger, de renforcer ou d'engager de nouvelles coopérations entre les ports français et les ports à l'international. Cela permet d'élaborer en commun des solutions techniques et économiques durables à une vaste échelle. Dans cette veine, le One Ocean Summit de Brest a été l'occasion, en février 2022, pour une quinzaine d'États et une trentaine de ports (dont les ports de Los Angeles, Long Beach, Montréal, Tokyo, Busan, Tanger et les grands ports européens), de s'engager à réduire l'impact environnemental des escales d'ici à 2028. Le port de Long Beach au sud de Los Angeles avec le port de Los Angeles ont d'ailleurs présenté au Congrès américain une loi sur la navigation propre en juillet. Elle devrait être votée en décembre 2022. Cela montre que nous sommes dans une approche nationale, européenne et internationale de ces sujets. Ce qui est essentiel car ces thématiques doivent être appréhendées dans leur globalité.

Propos recueillis par Brigitte Bornemann

# LES SYSTÈMES HOULOMOTEURS BORD À QUAI

Le projet national EMACOP (Énergies Marines Côtières et Portuaires) a été initié en 2011 dans le cadre du réseau Génie Civil et Urbain (RGCU) piloté par le ministère de la Transition écologique et de la cohésion des territoires. L'objectif du projet a consisté à analyser les systèmes de récupération des énergies issues de la mer en interaction forte avec les infrastructures côtières et portuaires. Il est géré par Philippe Sergent du Cerema. L'une des cinq énergies marines, l'énergie houlomotrice est apparue comme l'énergie la plus présente et la plus accessible au droit des infrastructures du littoral français. EMACOP s'est concentré sur l'analyse des systèmes houlomoteurs bord à quai en interaction forte avec les infrastructures côtières et portuaires.

Récupérer l'énergie près des infrastructures a un sens dans les sites où le besoin d'alimentation électrique à quai est fort, par exemple les villes portuaires qui connaissent des problèmes de qualité de l'air associés aux émissions des navires. L'énergie produite par les systèmes houlomoteurs bord à quai peut venir compléter les autres sources d'énergie du port et alimenter localement en électricité les infrastructures portuaires. Elle peut assurer au minimum l'éclairage des infrastructures mais aussi alimenter les navires à travers l'électrification des quais.

C'est également valable dans les sites très éloignés de grands centres de production d'énergie comme les îles ou les phares. Les dispositifs peuvent aussi accessoirement

permettre de réduire les franchissements des vagues et les dommages associés. Le Cerema, en partenariat avec l'IREX, a publié un guide en 2020 intitulé « systèmes houlomoteurs bords à quai, guide de conception en phase avant-projet ».

Le 23 septembre 2022, présentation d'exemples en France et à l'étranger. Des recommandations seront proposées pour lever les freins technologiques, réglementaires et économiques actuels.

LA STRATÉGIE FRANCE 2030  
TECHNOLOGIES AVANCÉES DES SYSTÈMES  
ÉNERGÉTIQUES QUI A ABOUTI AU  
LANCEMENT DE PLUSIEURS AAP/AMI.

Réponse à l'Ademe jusqu'au 15/09/2022

AMI INFRA (Ports) :

<https://agirpourlatransition.ademe.fr/entreprises/aides-financieres/20220411/appe-a-manifestation-dinteret-developpement-infrastructures-portuaires>

AMI INDUS :

<https://agirpourlatransition.ademe.fr/entreprises/aides-financieres/20220412/appe-a-manifestation-dinteret-developpement-filiere-industrielle>



## JOURNÉE DE RESTITUTION

### du Projet National EMACOP

**23 septembre 2022**  
de 9h À 17h

à la **FNTP**  
3 rue de Berri 75008 PARIS



▲ À Cherbourg, le port compte alimenter les navires de soutien aux parcs éoliens marins.

## EN RÉGION SUD, HARO SUR LES FUMÉES DES NAVIRES À QUAI

Grâce au plan « Escales zéro fumée » de la Région, soutenu par l'Europe et l'ADEME, les ports de Marseille, Toulon et Nice mènent des actions visant à préserver leurs riverains des nuisances générées par les navires à quai. À commencer par l'électrification.

La Méditerranée représente 15,8% du marché mondial de la croisière maritime, juste derrière les Caraïbes. Dans ce contexte, les ports de la région Sud accueillent chaque année 510 escales de paquebots géants, responsables, selon des chiffres de la région, de 40 % des émissions locales d'oxydes d'azote, 32 % de celles d'oxydes de soufre et 15 % des particules fines. « *Marseille, Toulon et Nice, accueillent de grands navires et sont en grande proximité avec les zones d'habitation* », rappelle Anne Claudius-Petit, vice-présidente de la Région Sud et présidente de la commission Transition énergétique. En outre, malgré les 2,7 millions de touristes véhiculés, certains n'hésitent pas à remettre en doute l'importance des retombées économiques de ce tourisme pour le territoire, au-delà des taxes perçues par les seuls ports. D'où l'initiative du président Renaud Muselier, de lancer dans le cadre de sa « Cop d'avance », un plan « Escales zéro fumée », dont le protocole a été présenté en octobre 2019. Doté d'une enveloppe de 31 M€ en partie abondée par l'Europe au travers du fonds européen de développement régional (FEDER), ce plan est largement dédié à l'électrification des navires à quai : 20 M€ sont destinés au financement des infrastructures portuaires et 5 M€ à l'équipement électrique des navires. Il a été élaboré en partenariat avec ATMO-Sud, acteur his-

torique de la surveillance de la qualité de l'air dans la région, FNE-PACA, les autorités portuaires et les compagnies maritimes. Dès 2013, la Région avait apporté au Grand Port Maritime de Marseille (GPMM), un soutien financier de 230 000 € pour ses premiers travaux d'électrification. Le plan a pour objectif d'étendre à Toulon et Nice ce qui a déjà été fait à Marseille et de compléter l'équipement du GPMM de façon à pouvoir connecter les ferries à destination du Maghreb dès 2023. Pour les paquebots, il faudra patienter jusqu'en 2025. Pour ce faire, le GPMM devra se doter d'un convertisseur 50/60 Hz, un investissement de 9,5 M€ auquel la Région participera largement.

### Premier branchement à Toulon d'ici juin 2023

À Toulon, où les navires de Corsica Ferries effectuent 1 200 escales par an, la densité de l'activité portuaire implique d'aménager trois quais en 50Hz et 60Hz. Bien que 40 % des ferries faisant escale à Toulon y restent moins de 2 heures, une durée trop courte pour se connecter, cet aménagement doit permettre d'éviter 9 000 heures d'émissions de gaz à effet de serre par an.

Le coût global est estimé à 21 M€. Outre 6 M€ pour le port, le plan « Escales sans fumée » apportera 300 000€ (sur un coût d'1 M€) pour chacun des huit navires que Corsica Linea équipera.

Lancé en juillet 2021, la ville espère achever les travaux de génie civil dans les prochains mois et prévoit un premier branchement de navire à quai avant la fin du premier semestre 2023.

Cette ligne sera reliée aux trois quais principaux (Fournel, Minerve et de la Corse) par des potences fixes de huit mètres de haut et d'une puissance de 2,7 mégawatts (MW) pour le branchement des ferries et 10 MW pour les navires de croisière. Le tout sera alimenté par trois sources d'électricité, complémentaires au réseau Enedis local, dont 1 MWc issu d'ombrières solaires.

À Nice (1 515 escales réparties entre ferries, paquebots et navires de marchandises), une étude d'opportunité et de faisabilité technique et financière sur le branchement à quai des petites et moyennes unités de croisières ainsi que les navires de grande plaisance (mega yachts) a été lancée par la métropole Nice Côte d'Azur, en partenariat avec la Région. Une enveloppe de 6 M€ est prévue à cet effet.

### QUE FINANCE LE PLAN « ESCALES ZÉRO FUMÉE » ?

20 M€ pour les infrastructures de connexion électrique des navires

5 M€ pour l'équipement électrique des navires

2 M€ pour encourager le mix énergétique des ports

1 M€ pour le développement d'une filière d'approvisionnement en GNL en Méditerranée

1 M€ pour la mise en place de filtres à particules sur les cheminées de navires

1 M€ pour les associations de défense de l'environnement et les actions

## LA GUERRE DES FRÉQUENCES FAIT DES ÉTINCELLES

Outre des besoins très différents selon le type de navires, une majorité des paquebots et porte-conteneurs sont équipés en 60 Hz, alors que le réseau français, comme beaucoup d'autres, est en 50 Hz. Ce qui implique pour les ports des aménagements supplémentaires et renchérit le coût de l'électricité fournie.

Des porte-conteneurs aux petits bateaux de plaisance, en passant par les ferries et les paquebots de croisière maritime ou fluviale, une grande diversité de navires sont susceptibles de se raccorder à quai. Leurs besoins en termes de fréquence et de puissance d'alimentation électrique sont tout aussi variés, et nécessitent des équipements différents en termes de postes électriques, disjoncteurs, transformateurs... voire convertisseurs de fréquence. « Il y a un enjeu d'harmonisation des infrastructures disponibles à terre sur une façade maritime donnée » constate Pierre Antoine Rochas, chargé des affaires techniques, sécurité, sûreté et ports chez Armateurs de France.

### 50 ou 60 Hz ?

Autre pomme de discorde : alors que la fréquence du réseau français s'établit à 50 Hz, la grande majorité des nouveaux navires, dont une partie sont fabriqués dans des chantiers navals asiatiques, sont équipés en 60 Hz. Selon un rapport du CGDD de 2022, c'est le cas de 94 % des porte-conteneurs de plus de 140 mètres de long et 100 % des navires de croisière de plus de 200 mètres. Les ferries, eux, fonctionnent sur du 50 Hz. C'est pourquoi, à l'instar de Marseille, les premiers ports à s'être équipés ne disposent pas de convertisseur.

### Le poids de l'Amérique

Sophie Rouan, cheffe du département réseaux eau et électricité du port, ne décolère pas. « Toute l'Europe, le Royaume-Uni, l'Asie, l'Australie, une partie de l'Amérique du Sud et de celle du Nord, le Brésil, le Japon, la Corée sont en 50 Hz ; les 17 ports qui relient l'Asie à la Méditerranée sont en 50 Hz ; les rouliers naviguent en mer Baltique ou en Méditerranée, deux zones en 50 Hz. » Mais puisque la Californie est en 60 Hz, les armateurs s'équipent en 60 Hz et exigent des équipements à quai correspondants.

### Choix coûteux

C'est le cas notamment de CGA-CGM dont une partie de l'activité est transatlantique. Or cela coûte beaucoup plus cher de fournir du courant en 60 Hz car deux étapes de conversion sont nécessaires, ce qui accroît en outre les pertes en ligne. « L'Europe devrait imposer que les navires soient équipés en 50 Hz », martèle Sophie Rouan. Une position que partagent les auteurs d'un rapport publié en 2022 par le Commissariat général au développement durable (CGDD) : « Au vu du surcoût très important et des pertes que génère la conversion, l'Union européenne devrait inclure dans les textes en cours de négociation, des dispositions incitant les armateurs à s'équiper en 50 Hz, et à minima obligeant à refléter les surcoûts du 60 Hz dans les charges qui leur sont facturées ». En attendant, Marseille a entamé les travaux pour être en mesure de raccorder les paquebots en 60 Hz, tout comme Le Havre, qui proposera les deux fréquences.

D. P.



► En jouant sur la longueur et l'élasticité des câbles électriques, on peut s'affranchir des effets de la montée du niveau de la mer. à Bordeaux.  
Crédit : Métropole de Bordeaux

## LA CONVERSION DU FLUVIAL

Au-delà des ports qui, comme Bordeaux, la Capitale régionales de la Nouvelle-Aquitaine accueillent tourisme maritime et fluvial, ce sont tous les itinéraires fluviaux qui sont concernés.

« *Le fluvial doit conserver et renforcer l'image verte dont il bénéficie* », souligne Ségolène Ricart, cheffe de produit Plaisance & activités nautiques au service Tourisme de Voies navigables de France (VNF). Or pour l'heure, si de nombreuses bornes électriques jalonnent les cours d'eau français, « *elles sont à la limite de l'obsolescence en termes de fréquence ou de puissance* ». Ainsi, le Nord-Pas-de-Calais en compte près d'une centaine depuis 20 ans, mais elles ne sont pas interopérables. VNF, qui vise la neutralité carbone en 2050 et anticipe une évolution de la réglementation notamment avec la multiplication des ZFE (zones à faibles émissions) en zone urbaine, prend donc le sujet « à bras le corps ». L'électrification des quais répond à deux besoins : le raccordement à quai mais aussi la recharge des bateaux électriques. En partenariat avec Haropa Port, 13 bornes ont été installées depuis 2018 le long de l'axe Seine, en plus de celles dédiées aux escales des bateaux de passagers sur les quais du port parisien de Grenelle. D'autres projets sont en cours sur les terminaux de Rouen et Paris. Avec le soutien de la Commission européenne, Haropa Port et VNF déploient l'installation de 78 bornes fluviales d'approvisionnement en eau et électricité à destination des bateaux de tourisme et de fret.

### Identifier des corridors verts

Entre la croisière fluviale, les péniches-hôtels, les bateaux de promenade ou le locatif de plaisance, avec des densités très différentes sur la Seine, la Garonne, le Rhône, le Rhin ou les canaux, les gabarits et les besoins sont déjà nombreux pour la seule navigation touristique. Pour l'heure, « *les fabricants se montrent timides face au surcoût que représente l'équipement des bateaux alors que les*

*infrastructures n'existent pas vraiment* », constate Ségolène Ricart. Pour y remédier, VNF poursuit une stratégie de corridors verts, qui consiste à identifier des itinéraires avec des loueurs et à travailler avec les gestionnaires de ports de commerce ou de tourisme et les collectivités pour l'installation de bornes. VNF travaille aussi en amont avec Enedis afin de dégrossir les cahiers des charges. Des financements existent dans le cadre de son plan d'aide à la modernisation et à l'innovation (PAMI) : des appels à projets annuels en faveur de l'adaptation de la flotte fluviale aux exigences environnementales et logistiques des clients sont lancés à destination des exploitants de bateaux de transport de marchandises ou de passagers, bureaux d'études, chantiers ou autres prestataires techniques. 40 % de l'enveloppe sont dédiés à l'aide à la motorisation et au verdissement et l'Ademe et les régions peuvent abonder ces financements.

Autre piste : le programme du mécanisme pour l'interconnexion en Europe (MIE), qui soutient les investissements dans les réseaux européens de transport, d'énergie et d'infrastructures numériques.

### À Bordeaux, la croisière fluviale plus avancée

Au Port de la Lune dans le centre de Bordeaux, n'ont donné au port depuis le Moyen-Âge où font également escale certains paquebots maritimes, c'est à destination de la croisière fluviale (mais aussi des grands voiliers, yachts et bâtiments militaires de passage) que les quais sont en voie d'électrification. Le projet, entamé en 2016 par la Métropole en partenariat avec Enedis, a conduit à l'équipement des pontons Albert Londres puis Ariane, avant ceux de Jefferson et Lafayette prévus pour 2023 et 2024. À terme, les cinq paquebots fluviaux ayant leur port d'attache à Bordeaux pourront se connecter. Le tout pour un coût global de 5,3 M€. Les travaux sont d'autant plus complexes et donc onéreux que le port se situe en plein centre-ville de Bordeaux, classé au patrimoine de l'Unesco, et implique d'enterrer les postes de transformation, des équipements équivalents à une pièce de 30m<sup>2</sup>, et de faire passer les câbles sous le tramway.

La Métropole, qui a opté pour la régie, achètera l'électricité et la revendra aux compagnies moyennant une marge. « *À raison de 500 litres / jour / bateau, chaque ponton permettra d'économiser 200 000 litres de gazoil par an* », précise Laurent Nemery, chef de projet tourisme fluvial à la Métropole.

Concernant la croisière maritime, l'accès au centre de la ville étant limité par la hauteur sous le pont Chaban-Delmas, on ne dénombre que 40 à 50 escales par an. « *Et on n'en veut pas plus*, affirme Brigitte Bloch, Vice-présidente Tourisme, événements et équipements métropolitains de Bordeaux Métropole. *Contrairement au tourisme fluvial qui fait des escales d'une semaine et répartit les flux sur le territoire, les escales d'une nuit des paquebots maritimes ne rapportent pas grand-chose à la ville* », ajoute-t-elle.

Pour ces derniers, Bordeaux Port Atlantique, le grand port maritime, envisagerait d'équiper le port de Pauillac sur l'estuaire du Verdon, quitte à acheminer ensuite les touristes vers Bordeaux, notamment par voie fluviale...

D. P.



# L'ÉLECTRICITÉ N'EST PAS TOUT

Des travaux d'économistes chinois et allemands montrent que les autorités portuaires doivent favoriser de diverses manières les navires « électrifiés » pour inciter les armateurs à recourir à l'électrification à quai.

Accueillant sept des dix principaux ports à conteneurs, la Chine a publié une série de réglementations pour favoriser l'utilisation de l'électrification à quai (EAQ). L'EAQ comprend généralement trois modules : un module d'alimentation à quai, un module de connexion quai-navire et un module de réception d'alimentation embarqué à bord. L'objectif : remplacer l'alimentation électrique embarquée des moteurs diesel auxiliaires. Depuis 2020, les navires faisant escale dans les ports côtiers plus de trois heures ou plus de deux heures dans les ports intérieurs sont tenus d'utiliser l'EAQ. Depuis le 1er janvier 2022, les porte-conteneurs en Chine doivent être équipés de cette technologie.

## La loi ne suffit pas

Malgré les réglementations et les incitations, la marine marchande s'électrifie à petite vitesse. Électrifier un porte-conteneurs coûte environ 36 millions d'euros ; l'installation de l'EAQ sur le quai d'un terminal à conteneurs coûte près de 10 millions d'euros. Logiquement, rares sont les navires modernisés et les quais équipés. Selon les travaux de Yin et al. (2020), le taux de couverture est d'environ 50 % côté quais tandis qu'il concerne moins de 1 % des navires en service. Quels arguments inciteront les armateurs à investir dans la modernisation des flottes ?

Des chercheurs de l'Université de technologie de Dalian (Chine), en lien avec des économistes de Hambourg, ont étudié comment l'opérateur du terminal portuaire alloue un navire équipé de l'EAQ à un poste d'amarrage sans prolonger le retard de départ du navire (Dai et al., 2020). Le retard au départ constitue un indicateur du niveau de service d'un terminal à conteneurs. Ce paramètre est couramment adopté par l'opérateur pour l'attribution des quais et l'affectation des grues (BACAP pour Berth Allocation and Crane Assignment Problem). Dans le cas présent, il serait fonction de l'hétérogénéité des quais et des navires avec et sans infrastructure EAQ. Le BACAP doit donc être résolu en tenant compte de la disponibilité différente d'EAQ à chaque poste d'amarrage et navire.

## Optimisation multi-objectifs

L'étude propose un modèle d'optimisation multi-objectifs dédié à la résolution du BACAP pour réduire le coût d'utilisation de l'EAQ, tout en minimisant le retard au départ et les émissions des navires dans le port. Le modèle intègre les décisions sur la position d'accostage des navires, l'heure de début et de départ d'accostage, la durée d'utilisation de l'EAQ en périodes de pointe, mi-pointe et hors pointe, et la durée d'utilisation des moteurs auxiliaires. Les objectifs sont de minimiser simultanément les coûts d'utilisation de l'EAQ (électricité, carburant, redevance portuaire), le retard au départ et les émissions des navires.

Les auteurs de l'étude se sont penchés sur le cas du terminal à conteneurs Burchardkai (CTB) du port de Hambourg, en Allemagne et plus spécialement sur quatre postes d'amarrage dans le CTB, ayant une longueur de quai de 1,44 km et équipés de 20 grues de quai pour desservir les navires qui arrivent. Les infrastructures EAQ sont installées au quai 2 et au quai 4. Une hypothèse de 35 navires arrivant en une semaine a été proposée. Elle tient compte de la longueur du navire, du tonnage de port en lourd (DWT), du tonnage brut (GT), du nombre de conteneurs à manutentionner, des ETA (Estimal Time of Arrival) et des ETD (Estimal Time of Departure). Une heure constitue l'unité de temps pour la planification. L'étude de cas suppose que 50 % des navires qui arrivent sont modernisés. Elle utilise uniquement les périodes de pointe et hors pointe.

La différence de prix relative entre l'électricité et le mazout influencera de manière significative le coût d'utilisation de l'EAQ, puis les résultats de la solution du modèle d'optimisation. Dans le scénario de référence, le prix de l'électricité fournie par le réseau local est de 0,1855€/kWh pour un prix du fioul supposé fixe. L'électricité est facturée au plein tarif en période de pointe et avec une remise de 50 % en période creuse.

### Plus d'électricité, c'est moins de gazole

On constate que la durée d'utilisation de l'EAQ en période de pointe et hors pointe augmente grâce à la baisse du prix de l'électricité. Avec la baisse du prix de l'électricité, la durée d'utilisation des moteurs auxiliaires est diminuée. Lorsque le prix de l'électricité est de 0,03€/kWh, la durée d'utilisation de l'EAQ en période de pointe est de 62 h, la durée d'utilisation de l'EAQ en période creuse est de 181 h, et la durée des navires modernisés utilisant des moteurs auxiliaires est de 4 h. La durée d'utilisation de l'EAQ représente 98,30 % du temps de rotation total des navires modernisés, soit environ le double de la durée d'utilisation de l'EAQ lorsque le prix de l'électricité est de 0,1855€/kWh. La réduction du prix de l'électricité incite les équipages à prolonger la durée d'utilisation de l'EAQ. Cela contribue à la réduction des émissions, mais il faut davantage de postes d'amarrage prêts pour l'EAQ pour répondre à la demande afin d'éviter de prolonger le temps d'attente. Comparé aux solutions les plus connues avec un seul objectif considéré, le modèle d'optimisation multi-objectifs proposé réduit les coûts d'utilisation de l'EAQ, le retard au départ et les émissions des navires respectivement de 27,47 %, 37,51 % et 51,44 %.

### Du courant et des services

Une seconde étude réalisée par des étudiants de la School of Management de l'Université de Shanghai analyse l'impact de la politique d'incitation mise en œuvre par les ports chinois basée sur la priorité d'accostage (BPIP pour berthing-priority-based incentive policy) pour encourager l'installation d'une alimentation à quai côté navire. En parallèle des subventions étatiques (GSIP pour government-subsidy-based incentive policy) favorisent le déploiement de l'alimentation à quai des navires. Si le facteur économique constitue pour les compagnies maritimes un des principaux obstacles à une large application de l'EAQ, celles-ci se soucient également de savoir si le port favorise les navires dotés « électrifiés », comme la priorité à l'entrée et l'accostage. Dans le cadre de la BPIP, les navires équipés d'une « prise électrique » sont servis en priorité. Le ministère des Transports de la République populaire de Chine a déjà publié des règlements dans ce sens, prêts pour l'EAQ. Étant donnée la place primordiale du plan d'attribution des postes d'amarrage pour l'activité portuaire, cette étude se concentre sur la planification quotidienne des mouillages du port pour analyser l'impact du GSIP et du BPIP sur le déploiement de l'alimentation à quai côté navire, l'objectif étant de minimiser les pénalités et la consommation de carburant du navire en attente, le coût de transformation et le coût d'exploitation de l'EAQ côté navire. Les opérateurs portuaires attribuent les postes d'amarrage en fonction d'informations telles que l'heure d'arrivée prévue, l'heure de départ prévue, la disponibilité de l'alimentation à quai côté navire et le temps de traitement. En résumé, si le taux de subvention du gouvernement oscille entre 50 % et 80 %, il peut être préférable de mettre en œuvre le GSIP et le BPIP en même temps. Lorsque le taux de subvention est supérieur ou égal à 80 %, la mise en œuvre du GSIP peut améliorer efficacement le déploiement de l'alimentation à quai côté navire. En revanche, si le taux de subvention est inférieur ou égal à 50 %, il est recommandé de mettre en œuvre le BPIP en premier.

### Séverine Michalak

Expert juridique, Droit des EMR

*Références : Elsevier - Journal of Cleaner Production 351 (2022) 131-406 publié le 26/03/2022 Multi-objective optimization of daily use of shore side electricity integrated with quayside operation Jingjing Yu, Stefan Voß b, Xiangqun Song. Elsevier - Transportation Research Part E (2022) Analytical comparison on two incentive policies for shore power equipped ships in berthing activities Lu Zhen, Wencheng Wang, Shumin Lin.*

**Êtes-vous abonné au trimestriel MerVeille Énergie ?**  
<https://www.energiesdelamer.eu/merveille-energie/>

## ENTRETIEN AVEC FRANÇOIS HOULLIER PDG DE L'IFREMER :

**" UN REGAIN D'INTÉRÊT  
POUR L'OCÉAN PARTOUT  
DANS LE MONDE "**

Soucieux d'une gestion « durable » des ressources océaniques, le patron de l'Ifremer entend aussi contribuer à l'essor de l'éolien marin - par exemple en menant à bien diverses études utiles aux industriels. Il plaide aussi pour la création d'une grande base de données, qui réunirait toute l'expertise accumulée. Enfin, l'Ifremer entend jouer pleinement son rôle dans la « Décennie de l'océan ».

**« Décennie de l'océan », « Croissance bleue », programme « Océan Climat »... Les décideurs comme le grand public sont-ils en train de « redécouvrir » l'importance de l'océan ?**

**François Houllier :** On observe en effet un regain d'intérêt pour l'océan et les sciences océaniques, en France et dans le monde. Un des objectifs du développement durable est dédié à l'océan ; la 2<sup>ème</sup> conférence des Nations Unies consacrée à l'océan vient de se tenir à Lisbonne, après le One Ocean Summit de Brest ; « Océan Climat » programme prioritaire de recherche, est doté de 40 millions d'euros ; le président de la République s'est rendu par deux fois aux Assises de l'économie de la mer, à Montpellier puis à Nice... Autant de signes d'un nouvel élan, qui touche aussi le grand public.

**Dans ce contexte, quelle est la stratégie de l'Ifremer ?**

L'Ifremer n'est pas seul en France à faire de la recherche sur l'océan - mais il est le seul institut qui lui soit dédié. Notre champ d'intervention s'étend de la surface de l'océan aux grandes profondeurs, du littoral à la haute mer, de Bologne à Bastia, sans oublier les outremer. Et nos compétences concernent les sciences de la nature, mais aussi les sciences économiques et sociales.

Trois grandes finalités guident notre action. D'abord, l'exploitation et la gestion durables - j'insiste sur ce terme - des ressources physiques (à commencer par les énergies marines) ou biologiques (poissons, micro-algues...). Ensuite, la protection de l'océan et la prévention des risques associés : interactions océan/climat, restauration de la biodiversité (étang de Thau, ports ou certains milieux comme les bancs d'huîtres en Iroise), prévention des risques (érosion des côtes...). Troisième finalité : réunir toutes les données scientifiques sur tous ces sujets et les mettre au service des différents acteurs - État, collectivités, associations, entreprises.



**Dans le cadre de l'opération « Décennie de l'océan », quelles actions envisagez-vous ?**

Nous avons proposé plusieurs actions labellisées dans ce cadre. D'abord, le programme de recherche Océan-Climat, avec le CNRS, qui traitera de sujets en phase avec les priorités de la Décennie : changement climatique, pollution marine, observation et modélisation de l'océan. Nous faisons aussi figurer dans ce programme les outremer (rappelons que la France est le deuxième pays au monde par sa zone maritime exclusive), les grands fonds et les océans polaires.

Deuxième action : l'Ifremer gère, avec le CNRS, plusieurs observatoires des grands fonds, munis de capteurs (caméras, par exemple), en mer d'Iroise, en Méditerranée, dans l'Atlantique. Nous allons en installer deux autres, au large de Mayotte, pour observer un volcan sous-marin et, avec le Japon, en Nouvelle-Calédonie.

Ce sont des investissements qui peuvent atteindre plusieurs dizaines de millions d'euros. Nous avons proposé la mise en réseau de ces observatoires, au plan mondial. Il en existe quelques dizaines.

Autre initiative, « One Ocean Science », avec l'IRD et le CNRS. Il s'est agi d'offrir au public un « tour du monde » des sciences océaniques, avec 37 vidéos de 2 minutes, produites par 37 institutions (dont 4 françaises) de 33 pays, chacune traitant d'un sujet spécifique - le déplacement des populations de poissons pour la Norvège, le réchauffement de l'océan profond pour l'Ifremer, l'élévation du niveau des mers pour le CNES... Ce projet a déjà touché plus de 9 millions de personnes en deux mois.

**Il a été question, récemment, d'un démonstrateur destiné à explorer les grands fonds. Où en est ce projet ?**

Il n'y a pas de financement en France pour un tel pilote. À Lisbonne, le président de la République a été très clair : priorité à la connaissance et à l'exploration - mais l'exploitation n'est pas à l'ordre du jour. Reste qu'il faudra bien un jour vérifier la viabilité de ce type d'activité, en mesurer les impacts et savoir où sont les limites.

## " L'ÉOLIEN POSÉ N'EST PLUS UN SUJET D'AVENIR. EN REVANCHE, IL RESTE BEAUCOUP À FAIRE SUR L'ÉOLIEN FLOTTANT "

**Quels sont aujourd'hui vos grands axes de recherche, en particulier sur les EMR ?**

Les sujets liés à l'énergie revêtent une importance accrue, notamment avec le contexte international actuel. Notre action est d'abord tournée vers l'appui de l'État : nous lui fournissons des informations sur les zones les plus propices pour installer des parcs éoliens. Où est la ressource en vent ? Comment articuler la création d'un parc avec la pêche, le tourisme ? Quels impacts sur la biodiversité marine ?

Ensuite, nous participons à la création de l'observatoire de l'éolien en mer, piloté par l'État. Nous y plaidons pour une expertise scientifique collective, qui fasse la synthèse des connaissances et expériences accumulées en France et dans le monde : impacts sur la pêche, sur la biodiversité... Ce sera une sorte d'état de l'art, incontestable, renseigné par les chercheurs et mis à la disposition de tous les acteurs. Nous devons éviter de tout reprendre à zéro à chaque projet de parc éolien.

Enfin, nous menons des études techniques qui contribuent à l'essor des EMR. Notre bassin d'essais à Plouzané, près de Brest, le plus grand de France, permet d'étudier des éoliennes en modèle réduit. Pour des premiers essais en mer, nous avons un autre site d'essais à Sainte-Anne-du-Porzic. Et sur un site de Centrale-Nantes, nous testons des éoliennes à taille réelle. Nous menons aussi des études sur l'ancrage, sur les matériaux, sur l'énergie de la houle, sur les hydroliennes...

**Compte tenu des perspectives de pénurie d'énergie, ne faudrait-il aller plus vite et plus loin ?**

Sans doute. Dans cette optique, avec Centrale-Nantes, nous lançons une fondation partenariale, « Open C », de présenter une offre unique aux industriels et aux organismes publics. Nous participons aussi à l'Institut France Énergies Marines, qui favorise les collaborations entre organismes de recherche publique et acteurs privés.

**Sur quel modèle économique reposent vos relations avec les écoles et avec les industriels ?**

Avec Centrale-Nantes, nous avons un partenariat stratégique. Nos compétences et nos infrastructures de recherche (bassins d'essai, notamment) sont complémentaires. Ensemble, nous avons monté l'Institut Carnot MERS (« Marine Engineering Research for Smart, Sustainable and Safe Sea »), le premier dédié à l'océan, qui bénéficie du soutien financier de l'État pour explorer les sujets d'avenir. Quant aux industriels, ils paient à coût complet l'utilisation de nos sites d'essai.

**Y a-t-il selon vous des énergies marines encore peu ou pas utilisées, et promises à un grand avenir ?**

Il est clair que l'éolien posé n'est plus un sujet d'avenir. En revanche, il reste beaucoup à faire sur l'éolien flottant : modéliser le comportement de l'éolienne et son couplage avec le flotteur et l'état de la mer... Nous travaillons aussi, plus modestement, sur les hydroliennes, sur la houle ou sur des digues qui récupèrent l'énergie des vagues. Mais nos ressources ne sont pas infinies.

**L'Ifremer est très mobilisé sur le transfert des connaissances en direction du grand public. Comment procédez-vous ?**

Nous menons en effet de nombreuses actions destinées au grand public, tout en restant dans le registre scientifique. Nous menons ainsi une opération de science participative, avec des caméras posées au



fond des mers : les élèves des écoles visionnent les films, repèrent et identifient les organismes vivants, participant ainsi à l'aventure collective. Par ailleurs, avec Dassault Systèmes, l'Académie d'Aix-Marseille et l'Onisep, nous élaborons des ressources pédagogiques numériques - observation d'épaves, robotique sous-marine... - pour les élèves des lycées et collèges. Dernier exemple : deux de nos chercheurs se sont associés à une troupe de théâtre pour un spectacle « d'immersion auditive » dans les grands fonds.

**Cette démarche vulgarisatrice vise-t-elle, d'une certaine façon, à mieux faire accepter certains projets ?**

Notre objectif n'est pas de faire accepter des projets dont les citoyens ne voudraient pas. L'objectif des sciences participatives, c'est de satisfaire la curiosité des citoyens « amateurs » ou de leur permettre d'acquérir des connaissances qui les concernent d'une manière ou d'une autre en menant des projets conjoints avec des chercheurs. Les projets mêlant art et science visent à procurer au « grand public » une expérience sensible de phénomènes ou de milieux qu'il ne connaît pas.

**Compte tenu de l'acuité des questions qui se posent, l'Ifremer fait-il face à des mouvements de contestation ?**

Les sujets sensibles ne manquent pas. D'abord, la question des grands fonds : certains refusent toute exploration, ou réclament un moratoire... Nous pensons que cette exploration est nécessaire. Mais il ne faut pas faire n'importe quoi. Nous devons concilier le besoin de connaissances et la préservation de la virginité de certains milieux.

Sur la pêche, il y a également des interrogations. Notre mission est d'apporter des connaissances qui éclairent la prise de décision. Certains pêcheurs ou des ONG peuvent être contrariés par les éléments objectifs que nous apportons. Mais nous ne sommes pas décideurs. De même, les EMR sont un sujet potentiellement conflictuel. Certains voudraient que nous prenions parti pour ou contre. Ce n'est pas notre rôle.

*Propos recueillis par Jean-Claude Lewandowski dans le cadre d'un partenariat avec Alters Media dirigé par Didier Raciné.*

### À NOTER

Mission Océan 2030 "Régénérer notre océan et nos eaux" – Déploiement de la mission et rôle d'IFREMER avec Claudiane Chevalier lors de WestMed à Sea Research - Euromaritime (28/06/2022)

Colloque de Cerisy - Futurs de l'océan, des mers et des littoraux, François Houllier, intervient « Pêche, biodiversité marine et sécurité alimentaire ». Denis Lacroix, délégué à la prospective anime le débat « Visions de l'océan et des littoraux » 17-23/09/2022

«Énergie, Bords à quai » des projets soutenus par l'Ifremer sont présentés à la journée nationale de restitution EMACOP organisée par le CEREMA et l'IREX à Paris 23/09/2022

5

# FORMULES

## POUR S'ABONNER AU TRIMESTRIEL MERVEILLE ENERGIE ET AUX ARTICLES QUOTIDIENS D'ENERGIESDELAMER.EU

### Restez connectés !

Vous pouvez toujours continuer à recevoir les newsletters d'energiesdelamer.eu gratuitement, mais vous n'aurez pas accès à l'intégralité des articles.

1

**ABONNEMENT ANNUEL  
DIGITAL**  
**MerVeille Energie#  
Trimestriel**  
**130 € TTC**

2

**ACHAT AU NUMÉRO**  
**Version digitale 40 € TTC**  
**Version imprimée 45 € TTC + port**

# MerVeille ÉNERGIE

PUBLICATIONS  
MER-VEILLE-ENERGIE

3

**ABONNEMENT ANNUEL  
DIGITAL**  
**MerVeille Energie#  
Trimestriel**  
**+ site energiesdelamer.eu**  
**Intégralité**  
**des articles quotidiens**  
**200 € TTC**

4

**ABONNEMENT ANNUEL  
MerVeille Energie#  
Trimestriel**  
**+ site energiesdelamer.eu**  
**Intégralité des articles**  
**quotidiens**  
**version digitale**  
**275 € TTC**

5

**ABONNEMENT ANNUEL  
SITE DIGITAL**  
**energiesdelamer.eu**  
**Intégralité**  
**des articles quotidiens**  
**120 € TTC**



**ABONNEMENT  
NEWSLETTER**



**ABONNEMENT  
SITE INTERNET**



**ABONNEMENT  
TRIMESTRIEL**

## LISTE DES ENTREPRISES CITÉES

Académie d'Aix-Marseille	30	EDPR	07	IHTM	02	Région Bretagne	02
Ademe	19, 24, 30	Eiffage	04,11	Iberdrola	07, 09	Région Occitanie	02
Ailes Marines	32	Elicio	07	IFP Energies Nouvelles	02	Région Sud	18, 24
Akuo Energy	07	EMACOP	02, 30	Ifremer	02, 05, 11, 29, 30	Région Sud-Atlantique	08
Alters Média	30	EnBW	07	IMT Atlantique	11	Repeat Project	09
ANEL	02	Eneco	17, 21	Insa	10	Réseau des Conseils	
Archipel Energie Marine	07	Enedis	18, 19, 25, 26	IRD	29	de Développement Bretons	02
Armateurs de France	21, 25	Energy Innovation	09	IREX	09,23, 30	Rhodium Group	09
AtmoSud	18, 24	Engie	04, 07	La Méridionale	16, 18, 19, 21, 22	RWE	07
BayWa r.e	07	Eni Plenitude	07	La Rochelle Université	11	Sangbag	13
Blue Float Energy	07	Ensam	10	La Touline	11, 19	Schneider Electric	19
Bordeaux Port Atlantique	26	Ense3	11	Le Monde	11, 16	Shell	07
Bourbon	07	ENSM	06	Low Carbon Contracts Company	09	SHOM	11
Bretagne Pôle Naval	11	Ensta Bretagne	11	LPO	08	SNCM	19
Carnot MERS	30	Éolienne Méditerranée Grand large	07	Maple Power	07	Smulders	04
Centrale Nantes	30	Éolienne Occitanie Grand Large	07	Mingyang Smart Energy	08	Stora Enso	16
Cerema	02, 06, 11, 30, 23	EOPSA	02, 16,17, 21	Ministère des Transports	21	Sumitomo Corporation	07
CGA-CGM	25	Equinor	07, 09	Moulins du Leonis	07	TotalÉnergies	07
CIDJ	11	Esitc Caen	10	MNHN de Paris	08	Tramaf	11
Cité des Métiers de Marseille	19	Euromaritime/Sea-Research	19, 30	Novotel	02	Université de Brest Occidentale	11
Cluster Basque de l'Énergie	02	Femmes dans le Vent - EOPSA	16	Ocean Energy Europe	02	Université de Cherbourg	11
Cluster Maritime Français	02	EuroSWAC	02	Ocean Winds	07	Université de Shanghai	28
CNRS	02, 29	FEDER	19, 24	Océole	07	Université de Technologie	
Cobra Instalaciones y Servicios	07	Fédération Nationale des TP	02	One Ocean Summit	19, 23, 29	de Dalian	27
Commissariat Général		FNE-PACA	24	Onisep	30	Université Gustave-Eiffel	11
au Développement Durable	25	France Energie Eolienne	02, 30	Organisation Maritime		Valemo	02
Conseil Mondial de l'Énergie	08	GDR EOL EMR	02	Internationale	16, 17	Vattenfall	07, 09
Corio Generation	07	GE Renewable Energy	10	Orsted	09	Ville de Cherbourg	02, 20
Corsica Ferries	24	GENIWIND MARINE	02	Ouest France	02, 11	Voies Navigables de France	26
Corsica Linea	22, 25	Grand Port Maritime		Pôle Mer Méditerranée	02	WestMed	30
Dassault Systèmes	30	de Marseille	16, 18, 19, 20, 21, 22, 24	Pollutec	02	Wind Europe	02
Dreal Normandie	07	Green Giraffe	07	Port of Göteborg	16	WPD	07
E3G	13	GWEC	02	Ports de Normandie	20		
École Centrale de Nantes	10	Haropa Port	19, 21, 23, 26	Primo Marine	02		
École Navale	11	Héliberté	02	Qair	07		
EDF	03, 20, 21	Heerema Marine Contractors	17, 21	Q-Energy	07		

En Bretagne,  
le vent a un sens,  
celui de l'avenir.



Ailes Marines

LE PARC ÉOLIEN AU LARGE  
DE LA BAIE DE SAINT-BRIEUC

Scannez le QR Code pour retrouver  
les informations sur les travaux