

Capgemini  invent



FRANCE
renouvelables
système électrique pilotable

Observatoire de l'éolien

— 2024 —





Cliquez ici pour :
Retour sommaire

Éditorial

Avec en 2023 une production de plus de 50 TWh, l'éolien terrestre et en mer représente désormais plus de 10 % de la consommation nationale annuelle d'électricité. L'éolien confirme sa place de troisième source de production française d'électricité derrière le nucléaire et l'hydraulique, tout en s'engageant sur la trajectoire de la deuxième place qui devrait être atteinte entre 2025 et 2026.

Les premières tendances de l'année 2024 confirment la bonne performance de l'année antérieure, avec au premier semestre 2024, une production d'électricité d'origine éolienne supérieure de 16 % par rapport à la production de 2023, sur la même période.

Cette performance s'explique par l'entrée en production progressive des parcs éolien en mer de Saint-Nazaire, Saint-Brieuc et plus récemment de Fécamp, qui en 2023 ont produit environ 1,5 TWh d'électricité, mais également à l'augmentation des performances des nouveaux modèles d'éoliennes qui sont désormais en capacité de produire dès que les régimes de vent franchissent 4 mètres par seconde, contre un minimum de 6 mètres par seconde il y a moins d'une dizaine d'années.

3

Les ménages et les entreprises en France peuvent ainsi bénéficier de la qualité et de la compétitivité d'un des modes de production renouvelable et décarboné désormais le plus performant et compétitif, avec le solaire photovoltaïque.

Comme l'a prouvé le récent exemple britannique, le moratoire sur l'éolien terrestre décidé il y a une dizaine d'années par le Parti conservateur et la sortie du marché européen de l'électricité ont privé les Britanniques d'une des sources de production d'électricité les plus compétitives. En France, l'éolien s'est d'ailleurs révélé ces deux dernières années comme un moyen efficace d'atténuation des prix de l'électricité, participant, à plus de 50 %, au financement du bouclier tarifaire. Fort de ce constat, le nouveau gouvernement britannique a décidé du grand retour au Royaume Uni de l'éolien terrestre avec un objectif de doublement des capacités installées d'ici 2030 pour les porter à 30 GW.

En lisant ces lignes, nous pourrions nous dire que désormais la démonstration de l'utilité et de la performance de l'énergie éolienne est démontrée par les faits et que nous n'aurions plus qu'à nous concentrer sur l'atteinte des objectifs de 45 GW d'éolien terrestre et de 18 GW d'éolien en mer en 2035, à travers notamment la sécurisation de la Programmation Pluriannuelle de l'Énergie.

Éditorial

Les récentes élections européennes et législatives nous rappellent néanmoins que plusieurs forces politiques, en portant des propositions de moratoires sur l'éolien en mer et/ou l'éolien sur terre aux échelles françaises et européennes, portent désormais aux vues de tous les Français, un projet politique enfermant notre pays et notre continent dans une dépendance mortifère aux énergies fossiles.

Énergies fossiles, entièrement importées de pays parfois hostiles. Énergies fossiles, dont le prix est fixé par des cartels de pays au détriment de la souveraineté et de l'équilibre économique et social de la France. Énergies fossiles, dont les effets dévastateurs sur notre bien commun qu'est le climat ne sont plus à démontrer.

Nous en avons pris la mesure ces dernières semaines, le combat pour défendre l'énergie éolienne n'est en fait ni plus ni moins qu'un combat pour défendre notre souveraineté, notre pouvoir d'achat et notre compétitivité. Alors regardons droit devant et battons-nous contre les politiques énergétiques pro-énergies fossiles qui acteraient la mise sous tutelle énergétique de la France, et ainsi son déclin.

4



Anne-Catherine de Tourtier – Présidente de France renouvelables

Résumé à l'intention des décideurs

Une filière qui a passé un cap en 2023 et qui poursuit une croissance soutenue entre éolien terrestre et éolien en mer



31 447 ETP

dans l'éolien à fin 2023



2^{ème} source

d'énergie renouvelable
électrique en France



4^{ème} pays

producteur d'électricité
éolienne en Europe



10 %

de la production électrique
couverte par l'énergie
éolienne



Éolien terrestre



Éolien en mer

6



Production en 2023 ¹

48,7 TWh

1,9 TWh



Puissance raccordée à fin 2023 ²

22 GW

800 MW



Objectifs PPE 2028 ³

34,7 GW

5,2 à 6,2 GW



Investissements domestiques en 2022
(hors énergie vendue)

2,8 Mds €*

3,2 Mds€**



Nombre d'emplois ⁴

23 607 ETP

7 840 ETP

* Source : ADEME « Marchés et emplois dans le secteur des énergies renouvelables et de récupération » – Estimation provisoire

** Source : Observatoire de l'Energie de la mer 2023

¹² Source : RTE - Bilan électrique 2023

³ Source : Stratégie Française pour l'énergie et le climat
Programmation Pluriannuelle de l'Energie (2024-2028)

⁴ Recensement France Renouvelables

Chiffre clés de l'éolien en 2023



1,3 GW*

de capacité éolienne
mise en service sur
l'année



50,6 TWh

d'électricité produite à
partir d'énergie éolienne



31 447 emplois

directs et indirects



Une production
équivalente à la
consommation électrique
de **23 millions de
personnes**

Les chiffres clés



Plus de **9 500 éoliennes** en France réparties sur près de **2 391 parcs** (dont 3 en mer) à fin 2023.



L'éolien est la **2^{nde} source d'énergie renouvelable électrique** après l'hydraulique, et la **3^{ème} source** de production d'électricité en France.



La France est le **4^{ème} pays producteur d'électricité d'origine éolienne en Europe** (10 %+ de la production européenne).



Environ 124 MW éoliens ont été repowerés en France ces dernières années.

* On distingue puissance raccordée et mise en service. Plusieurs tranches de parcs offshore (à hauteur de 0,4GW) ont été raccordée en 2023 mais leur mise en service est comptabilisée à partir de mai 2024.

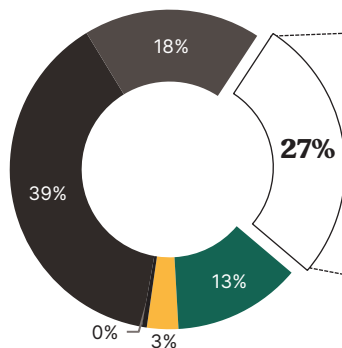
Sources : Ministère de la transition écologique, Agence ORE, RTE, Engie

La place de l'éolien dans le mix énergétique français

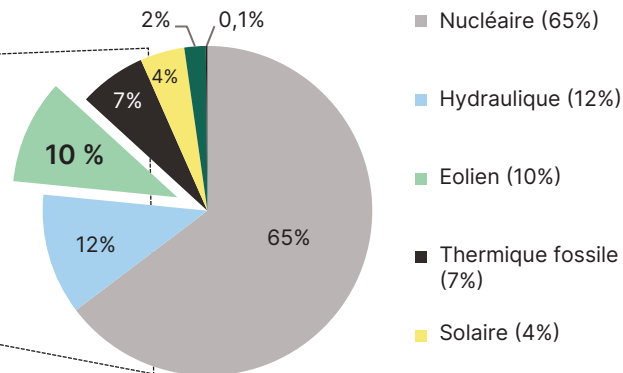
L'électricité correspond à 27 % de la consommation d'énergie en France. En 2023, l'éolien a représenté pour la première fois 10 % de la production d'électricité française.

Répartition de la **consommation d'énergie finale** en France en 2023

- Pétrole
- Gaz naturel
- Electricité
- EnR thermiques et déchets
- Chaleur
- Charbon



Les sources de **production d'électricité** en France en 2023



494,7 TWh...

Production totale d'électricité en 2023

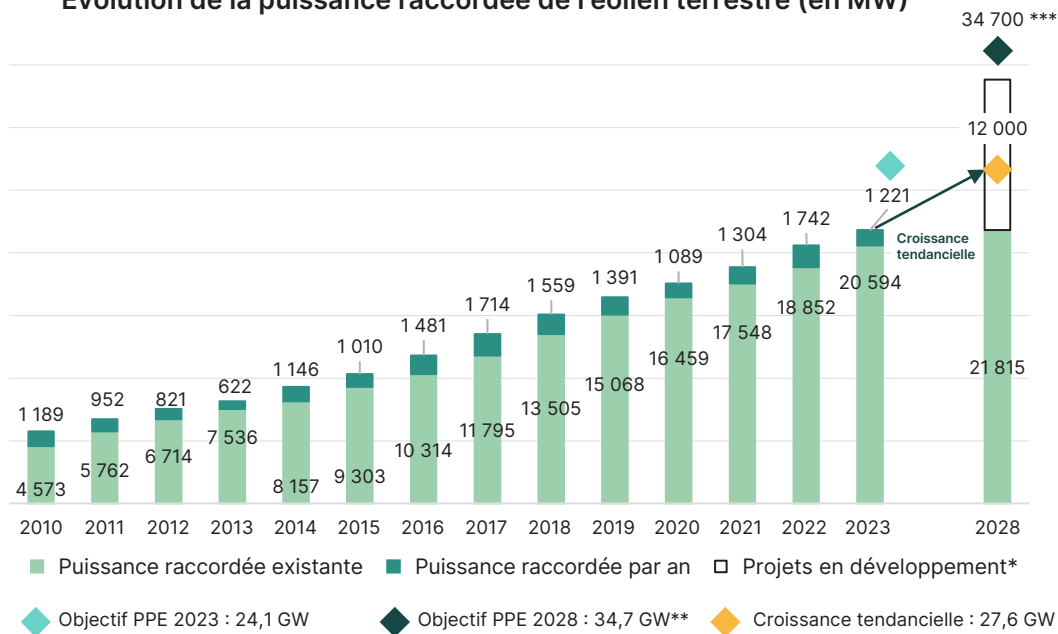
...dont 50,6 TWh

D'origine éolienne
(+12 TWh par rapport à 2022)

Sources : Bilan électrique 2023, SDES, Bilan annuel de l'énergie

La France améliore sa dynamique mais celle-ci reste insuffisante pour atteindre les objectifs de la PPE 2028

Évolution de la puissance raccordée de l'éolien terrestre (en MW)



Pour atteindre les objectifs de la PPE 2028, il est nécessaire de doubler le rythme de l'installation de la puissance raccordée pour installer 12 GW supplémentaires et accélérer l'attribution des projets. Au rythme actuel le pays sera privé de 7GW d'éolien terrestre.

9

Source : Agence ORE

* Projets ayant fait l'objet d'une proposition d'entrée en file d'attente ou d'une proposition technique et financière acceptée
 ** Option haute de la PPE 2028 *** chiffre uniquement valable pour l'éolien terrestre

Les bénéfices multiples du marché de l'éolien

Le développement de l'éolien en France s'accompagne de bénéfices, à toutes les échelles, et pour toutes les parties prenantes.

SOCIÉTÉ ET ÉCONOMIE

L'éolien est une source d'énergie **renouvelable et bas carbone**. C'est une technologie **compétitive en termes de coûts et de rapidité de déploiement**. Le développement de la filière est aussi **porteur d'emplois, d'activité économique** et contribue à la **souveraineté industrielle** de la France.

Un coût de production de 82 €/MWh et un temps de déploiement de 7 ans pour l'éolien terrestre.

ENTREPRISES

Les **Corporate Power Purchase Agreements (CPPA)** permettent aux développeurs éoliens et aux entreprises de signer un contrat d'achat d'électricité renouvelable de gré à gré, à un prix fixe, et à long-terme. Ce prix peut donc être décorrélé des coûts du marché, et **aider les entreprises à s'approvisionner en électricité bas carbone, à un prix compétitif et sécurisé sur le long-terme** dans un contexte de forte volatilité des coûts de l'énergie.

Presque 500 GWh de contrats annoncés sur 2023, soit 2,6x le volume cumulé des CPPA en France à fin 2022.

ÉTAT

L'éolien devient une source de revenus considérable pour l'Etat. Par le biais du mécanisme de **complément de rémunération (CR)**, l'ensemble de la filière éolienne a **reversé au budget général de l'Etat plusieurs milliards d'euros** au titre des années 2022 et 2023.

Plus de 5,79 milliards € ont été restitués au budget de l'État pour 2022 et 2023 à travers le mécanisme de CR.

10

COLLECTIVITÉS

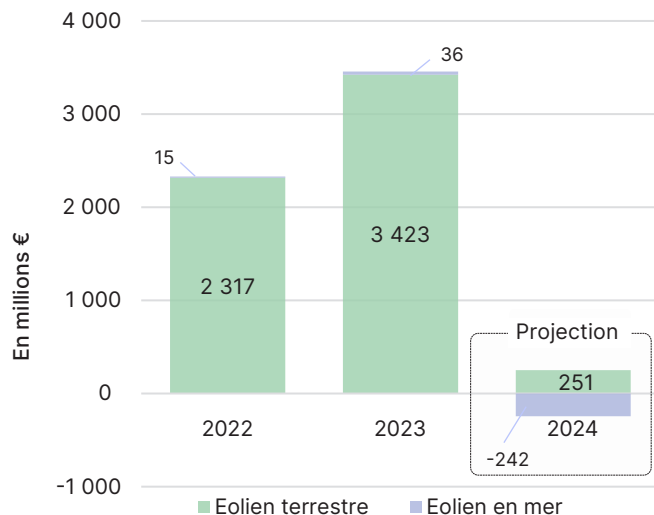
La combinaison de **l'imposition forfaitaire des entreprises de réseaux (IFER)** pour l'éolien terrestre ou la **taxe sur les éoliennes en mer** permettront à la filière de contribuer aux budgets des collectivités à hauteur de **plusieurs milliards d'euros sur le long-terme**. Les collectivités pourront donc réinvestir ces bénéfices pour diminuer les impôts locaux et/ou financer des projets d'intérêt public sur leurs territoires.

L'IFER pour l'éolien terrestre a apporté environ 184 M€ aux collectivités territoriales, tandis que ce montant avoisine les 10 M€ pour l'éolien en mer.

En 2 ans, la filière a d'ores et déjà remboursé 50 % de la somme investie par l'État entre 2003 et 2021

Grâce au complément de rémunération, la filière éolienne est une source de plusieurs milliards d'euros de revenus pour l'État français et un amortisseur de la volatilité des prix du marché pour les consommateurs.

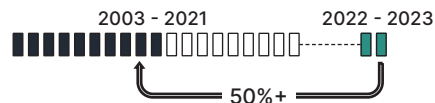
Historique et projection des contributions pour l'État liés au mécanisme de soutien de l'éolien



Source : Evaluation 2024 des CSPE à compenser, Commission de Régulation de l'Énergie (Délibération N°2024-139)

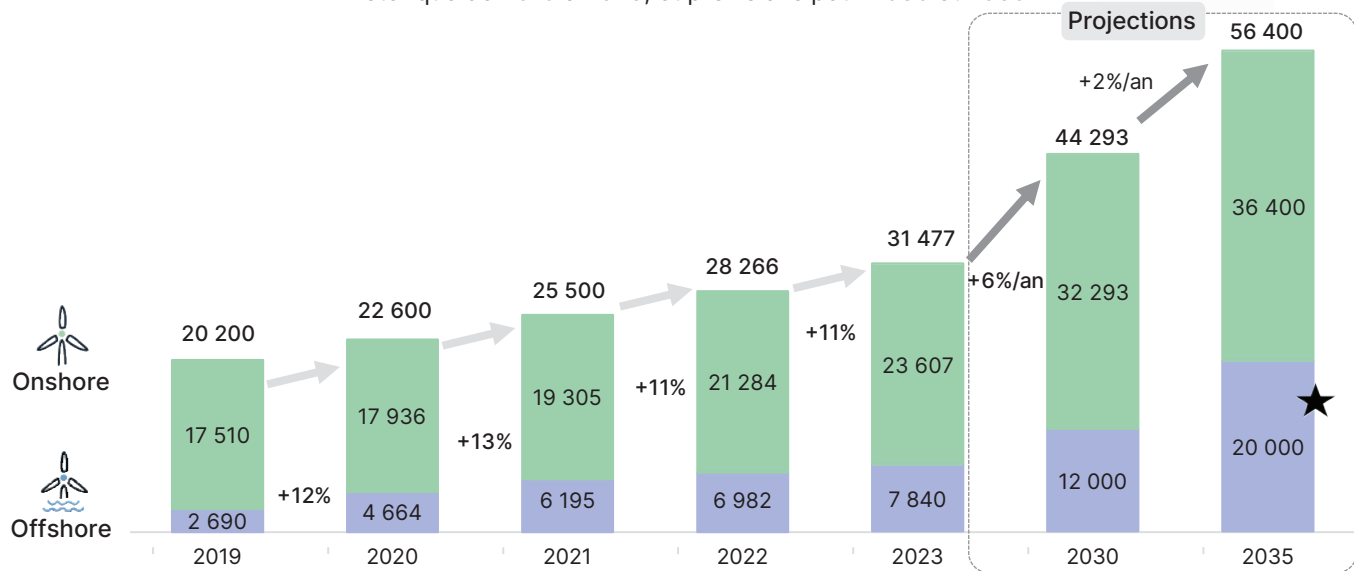


En 2 ans, la filière a remboursé 50 %+ de la somme investie par l'État entre 2003 et 2021 dans le cadre du CR :



L'emploi dans le secteur éolien maintient une croissance à deux chiffres depuis 5 ans, et prévoit de dépasser les 40 000 emplois d'ici 2030

Trajectoire de croissance des emplois dans les secteurs éoliens terrestre et en mer
Historique de 2019 à 2023, et prévisions pour 2030 et 2035



12

La croissance de l'emploi est soutenue par le maillon de la chaîne de valeur « études et développement », qui représente un tiers des emplois en France et a connu une augmentation de **15 % entre 2022 et 2023**.

Sources : Analyse France Renouvelables ; Analyse Capgemini Invent

★ Objectif fixé par le Pacte Eolien en mer

Une industrie éolienne en mer française présente sur toute la chaîne de valeur et sur l'ensemble du territoire



2,8 Mds€ *

valeur totale prévisionnelle de l'investissement domestique terrestre¹ en 2022



830 M€

valeur prévisionnelle totale des exportations en 2022



144 M€

Montant des investissements portuaires en 2023 pour les EMR



1,46 Md€

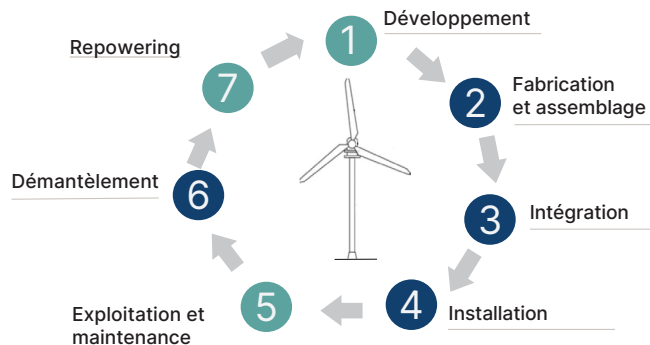
Chiffre d'affaires réalisés par les entreprises de l'éolien en mer à l'export



3,8 Md€

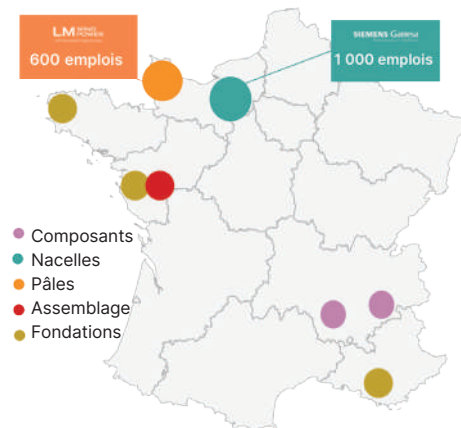
Montant des investissements de l'éolien en mer en 2023

De la conception au recyclage : une industrie éolienne française présente sur tous les maillons de la chaîne de valeur



*Source : ADEME « Marchés et emplois dans le secteur des énergies renouvelables et de récupération » ** Source : Observatoire des énergies de la mer 2023
¹ L'investissement domestique = valeur des actifs éolien installés sur le territoire français

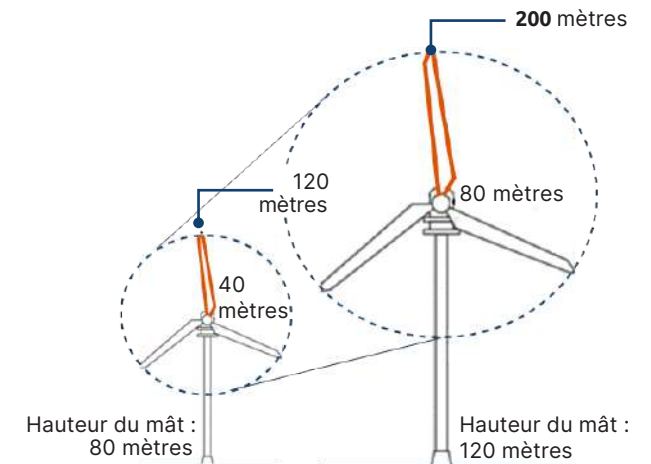
Les activités industrielles de l'éolien en mer sont concentrées dans le Nord-Ouest et le Sud-Est



13

La filière entre dans une dynamique de repowering bénéfique pour l'ensemble des parties prenantes

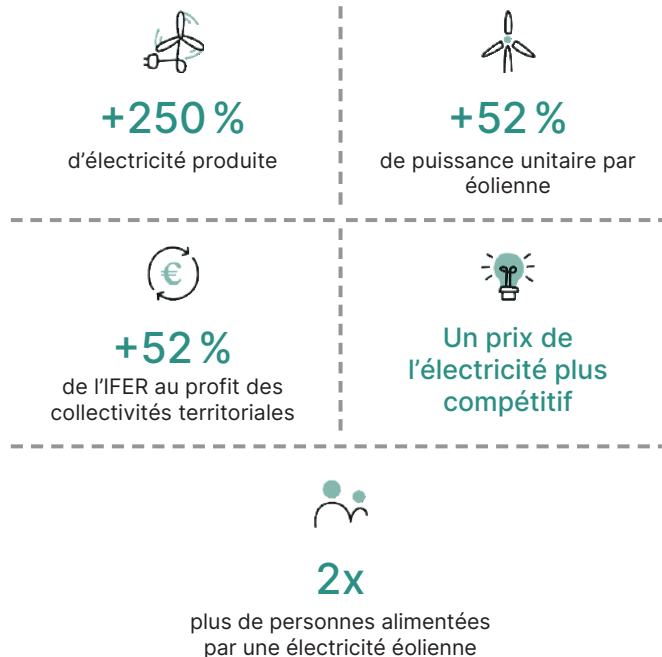
Le repowering d'une éolienne



À date plus de **124 MW ont été démantelés pour un repowering** depuis 2018.

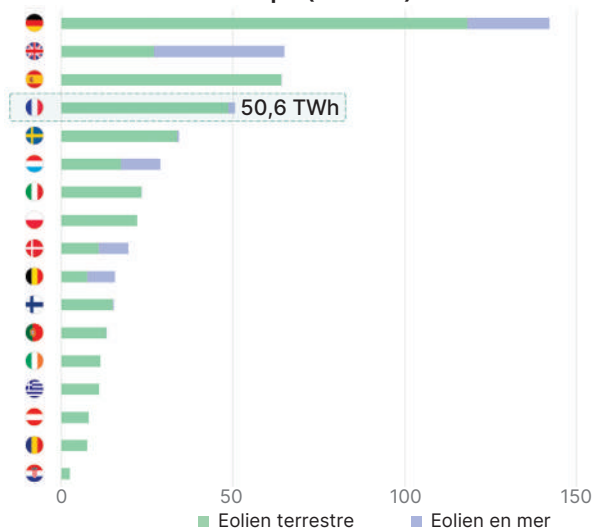
La dynamique de repowering devrait encore s'accélérer dans les prochaines années.

Une éolienne « repowerée » c'est :



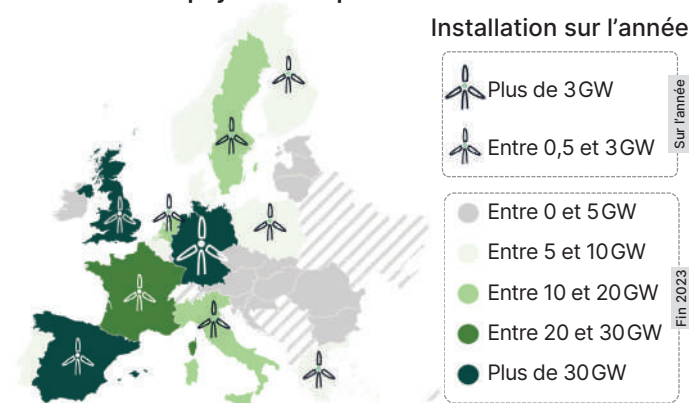
Une dynamique qui fait de la France un acteur majeur du développement de la filière en Europe

Production d'électricité d'origine éolienne en Europe (en TWh)



Bien que l'énergie éolienne ne représente que 11 % de la consommation énergétique de la France, le pays demeure le **4^{ème} plus grand producteur d'électricité éolienne en Europe.**

Puissance éolienne terrestre et en mer installée par pays en Europe à fin 2023



L'objectif européen (hors RU) pour 2030 est d'atteindre **425 GW**, ce qui implique une augmentation de 200 GW en 6 ans, soit de 30 GW par an.

En 2023, **16,2 GW de nouvelles capacités éoliennes** ont été installées dans l'UE, portant la capacité totale à 218 GW. Avec 1,3 GW raccordés en 2023, la France représente environ 10 % des nouvelles capacités installées en Europe.

Sommaire

1. Marché et économie de l'éolien en France

A. Société et économie	p. 18
B. État français	p. 23
C. Entreprises	p. 29
D. Collectivités	p. 33
E. Convictions	p. 39

2. Les emplois dans l'éolien en 2024

A. État des lieux et dynamique	p. 42
B. Éolien terrestre et en mer	p. 50
C. Projections	p. 58
D. La formation	p. 62

16

3. Bilan et prospective

A. Chiffres-clés	p. 66
B. Éolien terrestre et en mer	p. 69
C. Industrie éolienne	p. 86
D. L'éolien en Europe	p. 97

4. Annexes

Annexes, Carte d'identité des acteurs par région, Les formations	p. 101
--	--------

1

Marché et économie de l'éolien en France

17

Les bénéfices multiples du marché de l'éolien

Le développement de l'éolien en France s'accompagne de bénéfices, à toutes les échelles, et pour toutes les parties prenantes.



SOCIÉTÉ ET ÉCONOMIE

L'éolien est une source d'énergie **renouvelable et bas carbone**. C'est une technologie **compétitive en termes de coûts et de rapidité de déploiement**. Le développement de la filière est aussi **porteur d'emplois, d'activité économique** et contribue à la **souveraineté industrielle** de la France.



ENTREPRISES

Les **Corporate Power Purchase Agreements (CPPA)** permettent aux développeurs éoliens et aux entreprises de signer un contrat d'achat d'électricité renouvelable de gré à gré, à un prix fixe, et à long-terme. Ce prix peut donc être décorrélié des coûts du marché, et **aider les entreprises à s'approvisionner en électricité bas carbone, à un prix compétitif et sécurisé sur le long-terme** dans un contexte de forte volatilité des coûts de l'énergie.



ÉTAT FRANÇAIS

L'éolien devient une source de revenus considérable pour l'Etat. Par le biais du mécanisme de **complément de rémunération**, l'ensemble de la filière éolienne a reversé au budget général de l'Etat plus de **5,8 milliards d'euros** au titre des années 2022 et 2023.

18



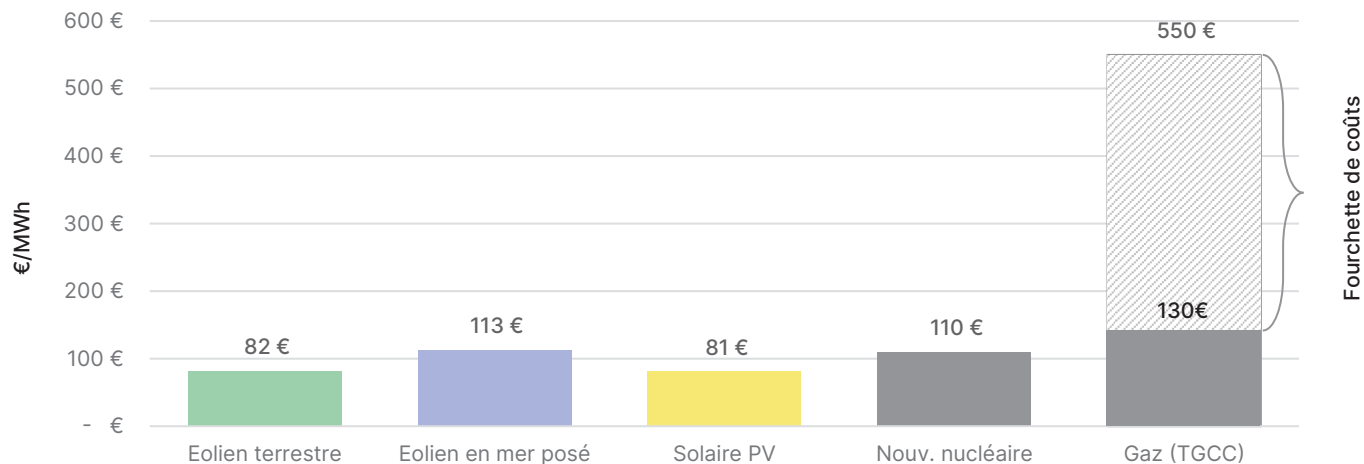
COLLECTIVITÉS

La combinaison de **l'imposition forfaitaire des entreprises de réseaux (IFER)** pour l'éolien terrestre ou la **taxe sur les éoliennes en mer** permettront à la filière de contribuer aux budgets des collectivités à hauteur de **plusieurs milliards d'euros sur le long-terme**. Les collectivités pourront donc réinvestir ces bénéfices pour diminuer les impôts locaux et/ou financer des projets d'intérêt public sur leurs territoires.

Une source d'énergie vertueuse pour la société

L'éolien est une technologie hautement compétitive sur le plan économique.

Estimation des coûts de production d'électricité par technologie en France



19

Nota bene :

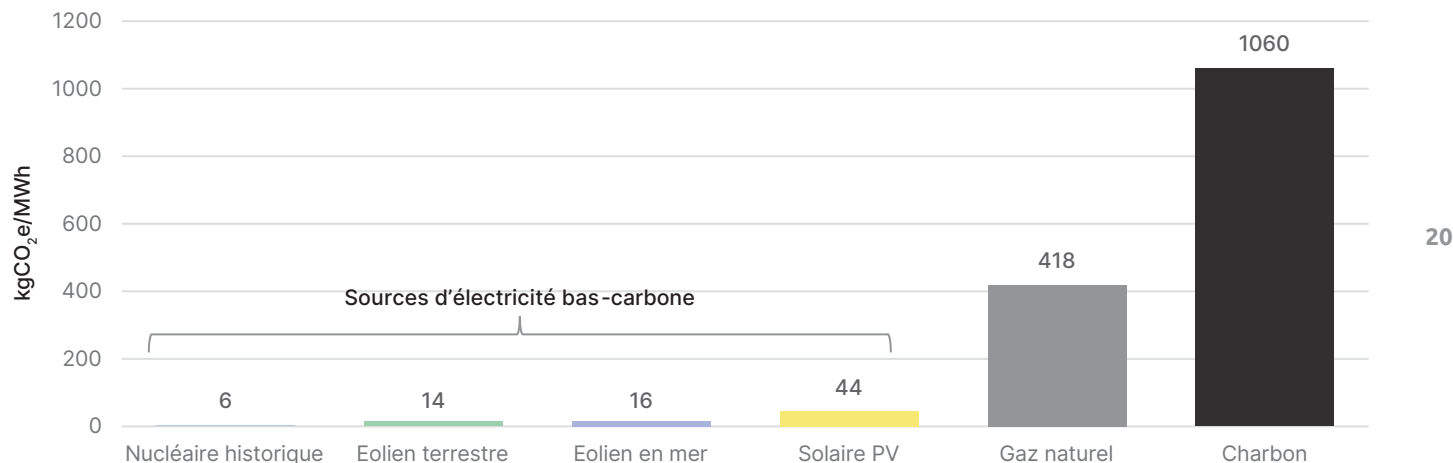
- Pour coûts éolien (terrestre et en mer) et solaire PV, prix moyen pondérés des offres retenues sur les périodes PPE2 des AO d e la CRE
- Pour éolien en mer posé, le coût du raccordement (estimation France renouvelables) a été ajouté au prix AO CRE
- Pour coût nouveau nucléaire, estimation de la Cour des Comptes pour Flamanville 3
- Pour turbines à gaz à cycle combiné (TGCC), traitement des données LCOE ADEME. Hypothèses : prix du carbone à 60 €/tCO₂ – fourchette basse avec un prix de gros du gaz à 50 €/MWh – fourchette haute avec un prix du gaz à 300 w€/MWh (pic des prix à l'été 2022)

Sources : Commission de Régulation de l'Energie, SFEN, ADEME

Une source d'énergie vertueuse pour la société

L'éolien est un levier d'action décisif pour lutter contre le dérèglement climatique.

Émissions de gaz à effet de serre par technologie de production d'électricité en France



En 2023, l'éolien a permis d'éviter les émissions de **20+ millions de tonnes de CO₂e***.

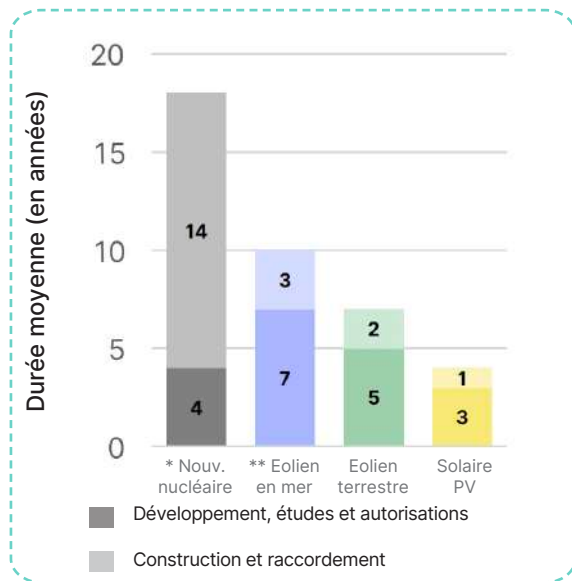
Les installations éoliennes sont très peu émettrices de gaz à effet de serre sur l'ensemble de leur cycle de vie, et le développement de l'éolien est **nécessaire à l'atteinte des objectifs de lutte contre le réchauffement climatique**.

** Hypothèse : électricité générée par les éoliennes serait remplacée par la génération de centrales à gaz*

Sources : ADEME, Bilan électrique RTE 2023

Une source d'énergie vertueuse pour la société

Grâce à son potentiel de déploiement rapide sur notre territoire, l'éolien est stratégique pour réduire au plus vite notre dépendance aux énergies fossiles.



* Retour d'expérience du chantier Hinkley Point C

** Sous réserve que l'Etat soutienne le développement de l'éolien en mer

Un potentiel de déploiement à exploiter pour atteindre nos objectifs énergétiques

- + La rapidité des phases de construction et de raccordement des installations de production d'électricité renouvelable permet d'accélérer notre approvisionnement en électricité bas carbone. De plus, les premiers électrons des premières éoliennes raccordées sont envoyés avant même que toutes les éoliennes d'un parc soient installées, ce qui accélère la rapidité du déploiement de la filière.
- + L'éolien en France se distingue par une forte marge de progression sur la phase de développement (*entre 5 et 7 ans en moyenne*), on estime que le temps de développement est deux fois plus long que la moyenne européenne. Des procédures administratives plus souples permettraient d'accélérer les démarches d'autorisation et de consultation publique, et donc de raccourcir les délais de déploiement des parcs éoliens.
- + La stratégie française pour l'énergie et le climat prévoit une augmentation de 10% de la production d'électricité d'ici 2030 (+55% d'ici 2050), avec pour but de soutenir l'électrification de notre société et de sortir de la dépendance aux énergies fossiles. Pour que cette ambition soit atteinte d'ici 2030, et que cette production supplémentaire d'électricité reste bas carbone, seules les énergies renouvelables – dont l'éolien – sont une solution viable sur notre territoire. Compte-tenu des temps de développement et de construction, la mise en service de nouvelles centrales nucléaires n'interviendra pas avant 2035-2040 et en pourra couvrir ce besoin moyen-terme d'augmentation de la production d'électricité bas carbone.

21

Sources : BBC, EDF, Commission de Régulation de l'Energie, Stratégie française pour l'énergie et le climat

Une source d'énergie vertueuse pour la société

L'éolien est une filière porteuse d'emplois, et hautement stratégique pour la souveraineté industrielle française.

Une filière éolienne en plein essor⁽¹⁾...

- Un vivier d'emplois en augmentation constante depuis de nombreuses années, et une perspective de croissance sur le long-terme pour respecter les objectifs inscrits dans la PPE*
 - 30 000+ ETP à fin 2023
 - 40 000+ ETP projetés à fin 2030**
- Des emplois générés essentiellement par des TPE/PME qui irriguent l'ensemble du territoire
 - Presque 80% des emplois de l'éolien sont couverts par des TPE / PME
- Une volonté des entreprises du secteur de recruter à court terme comme à long terme
 - 2/3 des entreprises de la filière souhaitent recruter davantage dans les années à venir



...qui alimente la réindustrialisation française⁽²⁾

- Des investissements dans l'appareil industriel pour fabriquer les composants et assurer la maintenance des turbines en France
 - 3,8€ Mds investis pour l'éolien en mer en 2023
 - 100+ bases de maintenance déployées sur le territoire pour assurer la surveillance, l'entretien et la réparation des éoliennes
- Des projets d'envergure qui font appel à des compétences techniques de pointe
 - Chantiers de l'Atlantique : 600 000+ heures nécessaires à la construction d'une sous-station électrique offshore
- Une expertise industrielle qui s'exporte à l'étranger
 - Du côté de l'éolien en mer, 2 entreprises françaises sur 3 ont entrepris des activités vers l'export en 2023



22

Le vivier d'emplois et l'expertise industrielle de l'éolien continuent de croître en France, ce qui fait de la filière un atout stratégique pour la France

Sources : ⁽¹⁾Etude France Renouvelables 2024, ⁽²⁾Observatoire des énergies de la mer 2024 ** Projection France renouvelables basée sur les prévisions de recrutement des entreprises * PPE : Programmation Pluriannuelle de l'Energie

L'éolien, une technologie qui participe au financement du bouclier tarifaire énergie

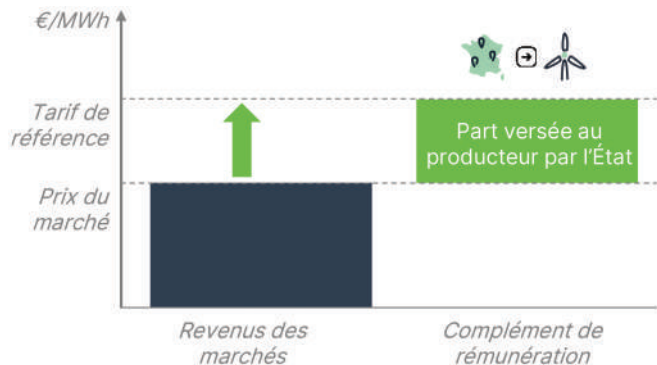
En 2023, l'éolien reste une source de revenus pour l'État à travers le complément de rémunération proposé dans le cadre des appels d'offres de la CRE.

Principe du complément de rémunération

Les candidats à un appel d'offres (AO) d'un parc éolien proposent un **tarif de référence** auquel ils souhaitent vendre leur électricité pendant les 20 premières années d'exploitation du parc. Les candidats qui remportent l'AO vendent ensuite l'électricité produite par leur parc sur le marché de l'électricité, selon **deux scénarios**.

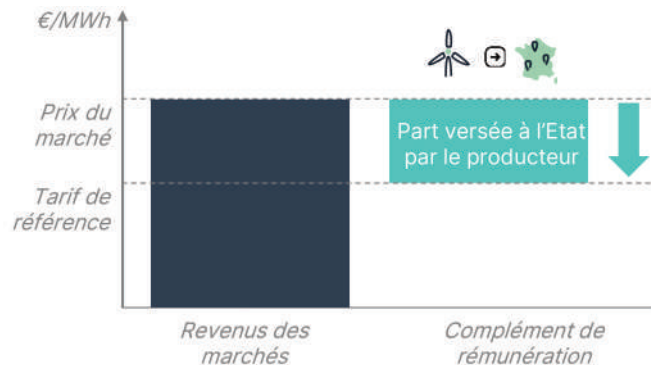
Scénario 1 :

Le prix du marché est inférieur au tarif de référence du, l'État verse un complément de rémunération au producteur.



Scénario 2 :

Le prix du marché est supérieur au tarif de référence du projet éolien, le producteur reverse à l'Etat la différence.



23

Source : Commission de Régulation de l'Énergie (CRE)

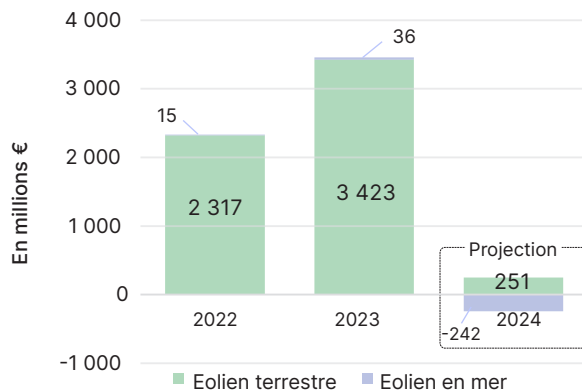
L'éolien, une technologie qui participe au financement du bouclier tarifaire énergie

Grâce au complément de rémunération (CR), la filière éolienne est une source de plusieurs milliards d'euros de revenus pour l'État français depuis 2022.

Les revenus générés par l'éolien pour l'État

Sur la période 2022-2023, les prix du marché de l'électricité ont été souvent bien supérieurs aux tarifs de référence des projets de la filière éolienne (*Scénario 2*, cf. page précédente). Les exploitants des parcs éoliens (terrestre et en mer) ont donc reversé à l'État français la différence au titre des années 2022 et 2023. En 2024, la CRE estime que l'éolien terrestre rapportera 250,8 M€.

Historique et projection des contributions pour l'État liés au mécanisme de soutien de l'éolien



Source : Evaluation 2024 des CSPE à compenser, Commission de Régulation de l'Energie

24

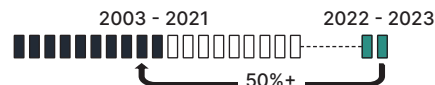


+5,79 MILLIARDS €

Contribution nette de l'éolien au budget de l'État sur 2 ans, en 2022 et 2023, à travers le mécanisme de complément de rémunération



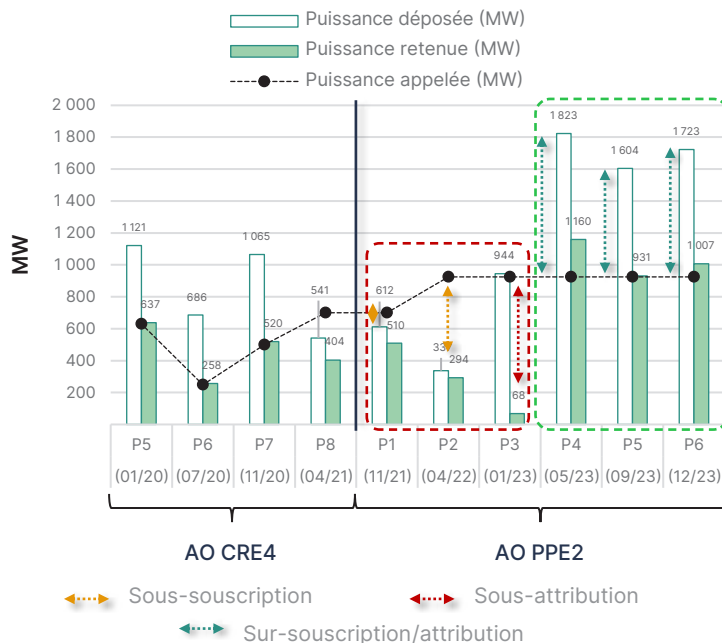
En 3 ans, la filière a remboursé 50%+ de la somme investie par l'État entre 2003 et 2021 dans le cadre du CR :



Dynamique des appels d'offres de la CRE

Un volume record de +3GW d'éolien terrestre a été attribué en 2023 sur les 3 derniers appels d'offres de la CRE.

Évolution de la puissance déposée vs. retenue



Un premier démarrage compliqué...

La sous-souscription lors des 2 premières périodes AO PPE2 souligne le manque d'attractivité des AO en 2021 et 2022. En P3, début 2023, la capacité retenue par la CRE a été bien inférieure à la capacité appelée : <70 MW retenus sur +900 MW déposés (pour 925 MW appelés) – soit 7% de l'objectif. Cette problématique était liée à un vice de forme sur les garanties financières exigées de la part des développeurs.

...suivi d'une dynamique positive.

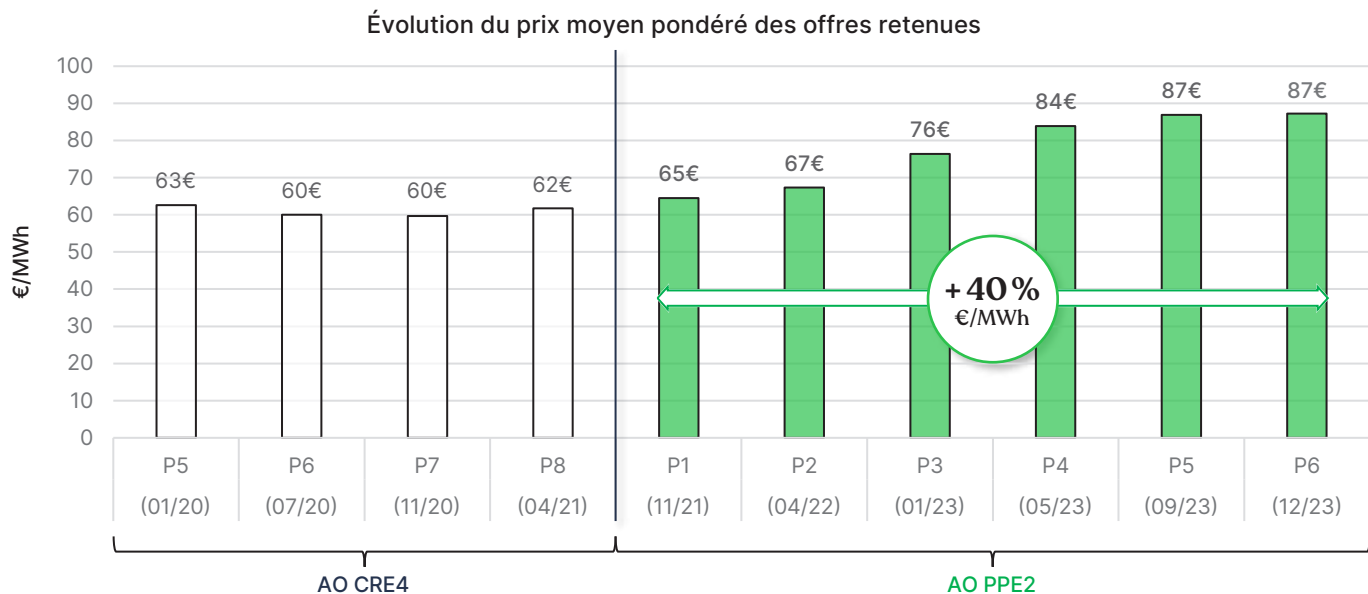
Une fois le problème résolu, le taux de souscription à chaque période de l'AO est resté très élevé. Cette dynamique positive s'explique par trois phénomènes : (1) l'instauration du nouveau mécanisme d'indexation, (2) le rehaussement des plafonds de prix, et (3) la possibilité pour d'anciens lauréats d'AO d'abandonner leur statut sans prélèvement des garanties financières afin de recandidater à une nouvelle période et de bénéficier de l'indexation. Le bilan 2023 est donc à nuancer, puisque la filière est encore en rattrapage de la sous-souscription enregistrée en 2021 et 2022.

Le mécanisme d'indexation en amont de la mise en service des installations éoliennes, est entré en vigueur à partir de P3 (janvier 2023). Le prix de référence de l'électricité est indexé sur la base d'un « indice K » qui suit l'évolution des prix des matières premières et des coûts de financement des projets éoliens.

Source : Commission de Régulation de l'Énergie (2024)

Dynamique des appels d'offres de la CRE

Le prix retenu a augmenté de plus de 40 % depuis la mise en place des AO PPE2, en réponse à la hausse des coûts des matières premières et de financement, induits par les événements géopolitiques (+ 6 % en moyenne par période).



26

Source : Commission de Régulation de l'Energie (2024)

Dynamique des appels d'offres de la CRE

La hausse des prix de l'éolien entre 2021 et 2023 résulte de l'augmentation des coûts des matières premières et des coûts de financement.

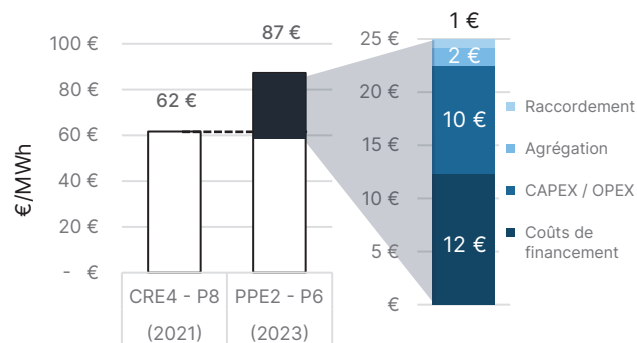
Vecteurs d'augmentation des coûts de l'éolien

Entre 2021 et 2023, les coûts des matières premières et les coûts de financement de l'éolien ont fortement augmenté – les taux d'intérêts permettant de financer les projets éoliens ont triplé sur la période. L' *indice K* (qui permet de quantifier l'évolution de ces deux postes de dépenses) montre que ces coûts étaient jusqu'à +55 % supérieurs en 2023 par rapport à début 2021. En effet, les tensions sur le marché de l'énergie causées par la guerre en Ukraine ont de lourdes répercussions financières sur le marché des matières premières, en Europe et dans le monde.

Évolution de l'indice K ⁽¹⁾
(base 100 en janvier 2021)



Répartition des évolutions des postes de coûts ⁽²⁾
(entre 2021 et 2023)

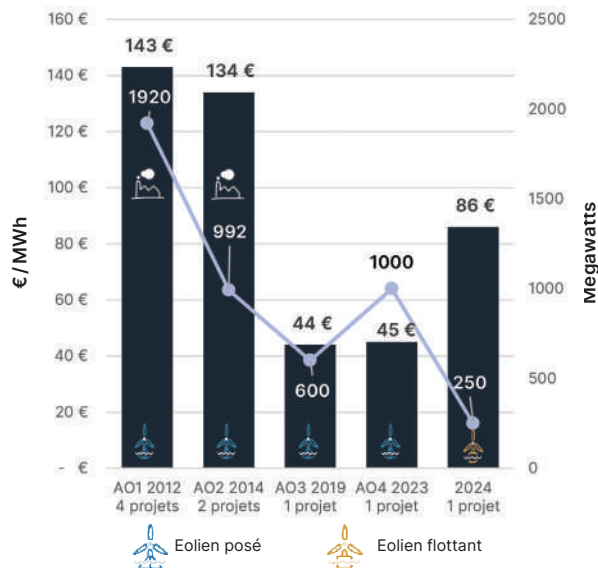


Sources : 1Commission de Régulation de l'Énergie, 2France Renewables

Dynamique des appels d'offres de la CRE

Le prix des offres retenues par la CRE pour l'éolien en mer a enregistré une baisse conséquente de près de 70 % en 10 ans.

Évolution des prix de l'électricité (hors raccordement) des parcs éoliens en mer en France



Sources : Commission de Régulation de l'Énergie (2024), Eoliennesenmer.fr

Les premiers projets de parcs éoliens en mer posés français et leurs raccordements ont coûté entre 1,4 et 2,2 milliards d'euros par projet, pour des puissances comprises entre 450 et 600 MW.



Les tarifs des 6 premiers projets ont été renégociés à la baisse (de 205 et 195 €/MWh à 143 et 134 €/MWh respectivement pour les AO 1 & 2), en raison d'une performance des machines supérieure à l'attendu. Cette amélioration est possible grâce aux progrès technologiques, à la structuration des filières industrielles et aux effets d'échelle.

Le prix des 6 premiers projets (2012-2014) comprenait les coûts de mise en place des sites industriels nécessaires à la fabrication des composants des éoliennes en mer. Cet investissement était une condition d'attribution du soutien financier de l'Etat. Ce n'est plus le cas depuis l'AO3 (2019), ce qui a permis de faire chuter les prix.



Les coûts de l'éolien en mer flottant sont actuellement supérieurs à ceux de l'éolien en mer posé, puisque la filière n'est pas encore mature. La PPE 2019-2028 fixait des valeurs cibles différenciées pour ces deux technologies :

- 50-60 €/MWh pour l'éolien en mer posé
- 110-120 €/MWh pour l'éolien en mer flottant



À terme, les coûts de l'éolien flottant devraient tendre vers ceux de l'éolien posé.

L'éolien bénéficie aussi les entreprises françaises

Corporate Power Purchase Agreements : des contrats d'achat d'électricité renouvelable compétitifs permettant aux entreprises de s'engager durablement .



Un « Corporate PPA », ou CPPA, est un contrat direct d'achat d'électricité renouvelable de gré à gré, entre un producteur et un consommateur.



Le prix de l'électricité issu du contrat est fixé à l'avance. Il peut ainsi être décorrélé des prix du marché et dépend la plupart du temps du coût de production. Ce contrat est un « outil de couverture », – il permet aux entreprises de sécuriser leur approvisionnement en électricité bas carbone à un prix compétitif, et d'avoir de la visibilité à long-terme sur leurs dépenses énergétiques, dans un contexte de forte volatilité des coûts de l'énergie.



D'ordinaire, les CPPA peuvent être classifiés selon deux typologies de contrats, selon si le projet mobilise un parc existant, ou si de nouvelles installations éoliennes sont développées.

29



Brownfield

Mobilisation d'installations éoliennes déjà existantes pour produire l'électricité renouvelable livrée au consommateur. Le 1^{er} CPPA éolien a été signé en 2019, et était un contrat « brownfield » entre Metro France et Eurowatt, pour fournir 25 GWh/an d'électricité renouvelable pendant 3 ans.

Durée : Court terme (3 - 5 ans)

Volume moyen annoncé par PPA* : 40 GWh / an



Greenfield

Développement de nouvelles installations éoliennes sans recours aux subventions de l'Etat. Le 1^{er} CPPA éolien greenfield a été signé en 2023 entre Leroy Merlin et Voltalia pour couvrir l'équivalent de 20 % de la consommation électrique.

Durée : Long terme (20 - 25 ans)

Volume moyen annoncé par PPA* : 77 GWh / an

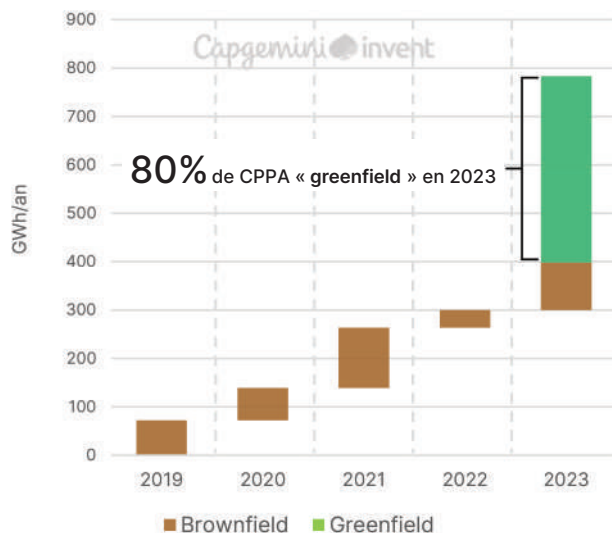
*En France, entre 2019 et 2023 (année du 1^{er} Corporate PPA signé en France)

Sources : Capgemini Invent, Eurowatt

Corporate Power Purchase Agreements (CPPA)

2023 est une année record pour les CPPA éolien en France, notamment grâce aux premières signatures sur des projets éoliens « greenfield ».

Progression des volumes annoncés de CPPA éolien en France



Source : Capgemini Invent



+484 GWh/an

de CPPA éolien
annoncés en 2023



+386 GWh/an

de CPPA **greenfield** éolien
annoncés en 2023

30



2023 est une année record pour les CPPA éolien avec 9 contrats annoncés, atteignant un volume total proche de la barre des **500 GWh/an** sur l'année – les volumes combinés des années précédentes (2019-2022) atteignant seulement 300 GWh/an.

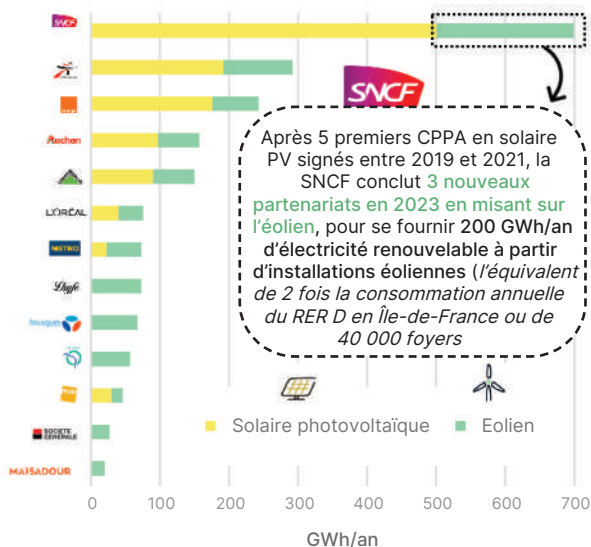


L'année 2023 a vu la **1ère signature de contrat CPPA greenfield éolien en France**, qui a amorcé une belle dynamique pour cette nouvelle typologie de contrats, avec **5 signatures au total sur l'année**, qui permettront de **développer 160 MW** de nouvelles capacités de production d'électricité renouvelable.

Corporate Power Purchase Agreements (CPPA)

Le développement des contrats d'achats d'électricité dans la filière solaire photovoltaïque ouvre la voie à la filière éolienne.

Volumes cumulés annoncés (GWh/an) des acheteurs de CPPA éolien en France à fin 2023



i

13 acheteurs différents
ont annoncé un total de 17 CPPA **éolien**, à fin 2023.

60% des acheteurs
cumulent CPPA **éolien** et **solaire** afin de maximiser l'intégration de CPPA dans leur portefeuille d'approvisionnement en électricité en jouant sur la complémentarité des courbes de production des technologies (jour/nuit, été/hiver)

31

bpifrance

Garantie Électricité Renouvelable (GER)

Mise en place par Bpifrance en 2023 à la demande de l'Etat, la GER doit faciliter la signature de CPPA pour les acheteurs industriels. Cette garantie bancaire permet de couvrir à hauteur de 80% la perte de revenus du développeur d'électricité renouvelable en cas de défaillance de l'acheteur.

Les innovations dans les CPPA, comme la GER, ouvrent la voie à de nombreux acheteurs de plus petite taille (ETI, PME et collectivités).

Sources : Capgemini Invent, SNCF, Bpifrance

Corporate Power Purchase Agreements (CPPA)

En gagnant en maturité, le marché des CPPA éolien diversifie ses modèles économiques et accélère sa croissance sur le territoire français.



La connaissance plus fine du marché de la part des acteurs et l'appétit grandissant des consommateurs d'électricité entraînent l'apparition de configurations inédites et innovantes de CPPA, comme le mécanisme de « rolling assets », ou l'offre CPPA « accessible à tous ». Cette diversification permet de répondre de manière plus précise aux besoins des producteurs et des acheteurs. Pour ne pas réduire cette dynamique positive, les pouvoirs publics doivent mener une simplification des exigences liées à l'obligation pour les exploitants d'obtenir une attestation de fourniture pour pouvoir signer des CPPA.

Rolling assets

- Le producteur propose à l'acheteur un CPPA brownfield de longue durée grâce à un bouquet de plusieurs parcs éoliens, sortant du système de mécanismes de soutien en France, et qui arriveront en fin de vie à différentes échéances temporelles.
- Cet « escalier » permet à plusieurs parcs éoliens d'assurer successivement la livraison annuelle d'électricité renouvelable à l'acheteur sur la durée du contrat – et de valoriser la production de parcs éoliens en fin de vie.
- La signature du 1^{er} partenariat en « rolling assets » est annoncé en 2023 entre Metro et Eurowatt, qui devra assurer la livraison de 25 GWh/an sur 10 ans.

Offre CPPA « accessible à tous »

- Cette offre multipartite propose à plusieurs entreprises de tailles différentes de **conjointement souscrire** à un CPPA, avec un montage customisé à la situation des acteurs, et avec une banque comme garant des paiements des factures d'électricité.
- Le premier CPPA multi-acheteurs en France a été concrétisé par Voltalia – dont les acheteurs sont des entreprises de toutes tailles (d'Air France à la Laiterie de Saint-Denis de l'Hôtel) – pour financer une centrale photovoltaïque en milieu agricole de 56 MW, mise en service fin 2023. La banque LCL s'est chargée du recrutement des 10 souscripteurs, et se porte garante auprès du développeur.
- En partageant les risques et l'électricité produite par le parc construit, ce nouveau modèle d'affaires a pour objectif de démocratiser les CPPA à de nouveaux acteurs (ex : ETI, PME et collectivités).

32

Sources : Capgemini Invent, Eurowatt, Voltalia

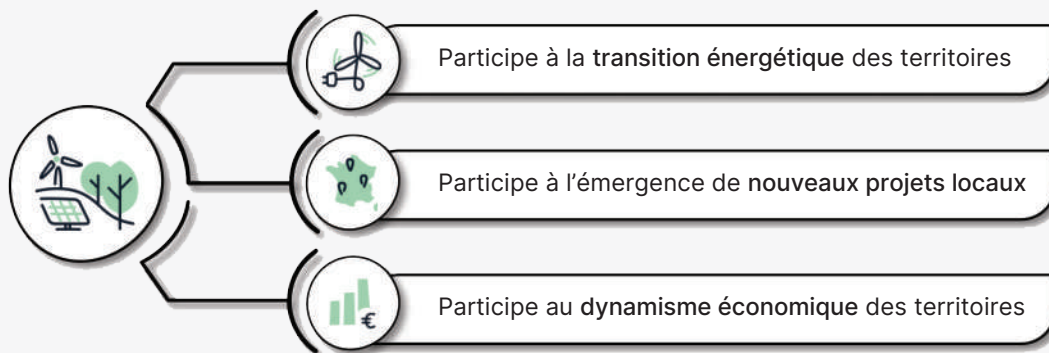
Les retombées économiques et fiscales pour les collectivités locales

L'éolien participe à l'activité et à l'attractivité économique des territoires...

Au sein des territoires, l'éolien constitue un catalyseur pour la transition énergétique des régions. De nombreuses collectivités (Communes, EPCI* à fiscalité propre, Départements, Régions) se mobilisent pour le développement de cette technologie. Acteurs privés ancrés dans les territoires, syndicats d'énergie, entreprises locales de distribution et élus locaux s'engagent pour permettre l'implantation réussie des parcs éoliens afin d'en faire des signaux forts, modernes et emblématiques du dynamisme local.

Le développement d'un parc éolien sur un territoire permet souvent l'émergence de projets locaux porteurs d'avenir : chaufferies au bois, réhabilitation des bâtiments publics et touristiques, réfection des routes, maintien de services publics, mise en place de circuits courts d'approvisionnement alimentaire, ...

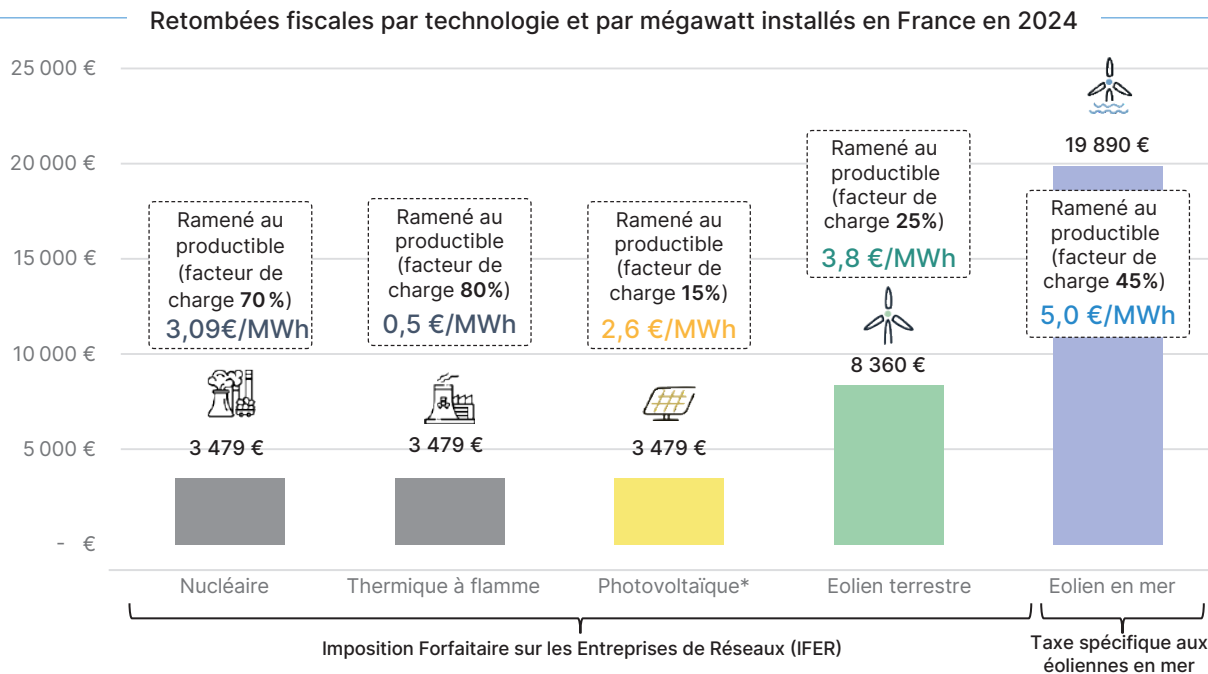
33



**EPCI : Etablissement Public de Coopération Intercommunale*

Les retombées économiques et fiscales pour les collectivités locales

... et dont les retombées fiscales sont hautement attractives.



Sources : Economie.gouv.fr, DGEC, Eolise

Les retombées économiques et fiscales pour les collectivités locales

L'éolien terrestre contribue aux budgets des collectivités locales.

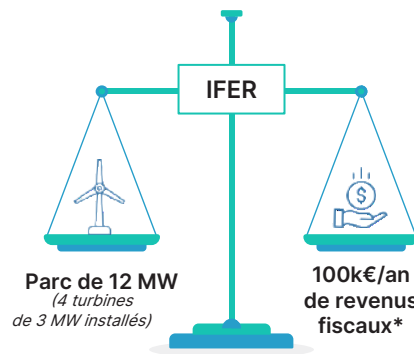
En tant qu'activité économique, une installation éolienne génère des revenus fiscaux :

- Imposition Forfaitaire sur les Entreprises de Réseaux (IFER),
- Redevance d'occupation du domaine public (RODP),
- Taxe foncière sur les propriétés bâties (TFPB),
- Cotisation foncière des entreprises (CFE),
- Cotisation sur la valeur ajoutée des entreprises (CVAE).

Certains revenus ne sont plus applicables, ou ne le seront plus à moyen terme :

- La taxe foncière et la CFE sont supprimées sur l'ensemble des mâts mais demeurent concernant les socles des éoliennes,
- La CVAE sera supprimée d'ici 2027.

L'IFER représente le **revenu fiscal prédominant** des parcs éoliens, avec un tarif fixé pour 2024 à **8 360€ par MW** de puissance électrique installée. L'éolien offre une **meilleure répartition des rentes fiscales** sur le territoire français : **près de 1400 (1384) communes** en France bénéficient de l'IFER éolien, contre seulement 18 communes qui perçoivent des revenus de l'IFER nucléaire.



*Minimum touché en 2024, d'autres revenus peuvent s'ajouter (ex : RODP, TFPB, CFE, CVAE)

35

Retombées fiscales de l'IFER éolien par collectivité (selon choix de fiscalité)

	Commune isolée	EPCI à fiscalité additionnelle (FA)	EPCI à fiscalité professionnelle de zone (FPZ)	EPCI à fiscalité éolienne unique (FEU)	EPCI à fiscalité professionnelle unique (FPU)
Composantes de l'IFER relatives aux éoliennes	80 % Département 20 % Commune	50 % EPCI 30 % Département 20 % Commune		Eoliennes installées avant 2019 70 % EPCI – 30 % Département Eoliennes installées après 2019 50 % EPCI – 30 % Département – 20 % Commune	

Sources : Economie.gouv.fr, Registre national des installations de production et de stockage d'électricité

Les retombées économiques et fiscales pour les collectivités locales

Des retombées fiscales conséquentes et à long terme, permettant aux communes de diminuer les impôts locaux, d'emprunter de l'argent ou de financer des projets.

Exemples de retombées fiscales

Nombre d'éoliennes*	Ressources fiscales sur la durée de vie d'un parc (20 ans)**	Ressources fiscales moyennes**	Répartition annuelle***
 5	2,5 millions €	125 400 €/an	• EPCI : 62 700 € • Département : 37 620 € • Commune : 25 080 €
 10	5,0 millions €	250 800 €/an	• EPCI : 125 400 € • Département : 75 240 € • Commune : 50 160 €
 15	7,5 millions €	376 200 €/an	• EPCI : 188 100 € • Département : 112 860 € • Commune : 75 240 €

* pour une éolienne de 3MW

** 8 360 €/MW selon la norme IFR

*** Répartition : 50 % EPCI, 30 % département et 20 commune

Déconstruisons les idées reçues sur le coût de l'éolien



Il est possible de continuer à cultiver les champs une fois que des éoliennes y sont installées. Il n'y a que pour le cas de grandes éoliennes que la surface occupée par les éoliennes (environ 1000 m²/éolienne) ne peut plus être cultivé.



Ce n'est pas au propriétaire des terrains d'assurer le démantèlement des éoliennes. La loi impose à l'exploitant le démontage des éoliennes, l'excavation totale des fondations et la remise en état du terrain sur lequel elles ont été implantées, à la fin de leur exploitation.

36

Ces revenus générés par l'installation et l'exploitation de parcs sur le territoire sont de longue durée : en moyenne 20/25 ans

Sources : Economie.gouv.fr, Journal de l'éolien, MMA

Les retombées économiques et fiscales pour les collectivités locales

L'éolien en mer représente une opportunité financière très attractive pour les collectivités.

Les installations éoliennes en mer sont concernées par une **taxe spécifique** et par une **redevance annuelle d'occupation du Domaine Public Maritime (DPM)**. La répartition de ces retombées fiscales entre les collectivités dépend de la localisation des éoliennes, dans le domaine public maritime (DPM) ou en Zone Economique Exclusive (ZEE).

Taxe spécifique éolien en mer

Le tarif de la taxe spécifique aux éoliennes maritimes est fixé pour l'année 2024 à **19 890 € par MW** de puissance électrique installée.

Redevance d'occupation du DPM

- Le montant de la redevance est déterminé par 2 composantes :
- **Fixe** : 1 000 € par mât + 0,50 € par mètre de raccordement pour domaine public maritime (DPM) + 1€ par mètre de raccordement pour domaine public terrestre (DPT)
 - **Variable** : 4 000 € par MW en DPM vs 6 000 € par MW en DPT

37

Retombées fiscales par localisation et par collectivité

	Taxe spécifique éolien en mer	Redevance d'occupation du DPM*
DPM <i>(max. 22 km des côtes)</i>	• 50 % communes littorales d'où les installations sont visibles • 35 % comités des pêches maritimes et des élevages marins • 10 % Office français de la biodiversité (OFB) • 5 % organismes de secours et de sauvetage en mer	100% budget général de l'Etat
ZEE <i>(entre 22 et 370 km des côtes)</i>	100% budget général de l'Etat**	100% Office français de la biodiversité (OFB)

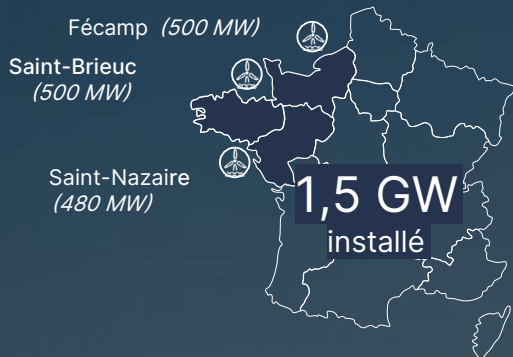
*Payée en dehors de la période du contrat de complément de rémunération, après accord de l'Etat **Au 5 juin 2024

Sources : Economie.gouv.fr, Eoliennesenmer.fr

Les retombées économiques et fiscales pour les collectivités locales

Les parcs éoliens en mer contribueront aux budgets des collectivités à hauteur de plusieurs milliards d'euros sur le long-terme.

Parcs éoliens maritimes en service



30 M€ / an de retombées fiscales grâce à ces 3 parcs*

750 M€ sur l'ensemble de l'exploitation des parcs**

Répartition des retombées fiscales***

Communes littorales d'où les installations sont visibles

50%

- 15 M€ / an de retombées fiscales grâce à ces 3 parcs
- 375 M€ sur l'ensemble de l'exploitation des parcs

35%

Comités des pêches maritimes et des élevages marins

- 10,5 M€ / an de retombées fiscales grâce à ces 3 parcs
- 262,5 M€ sur l'ensemble de l'exploitation des parcs

10%

Office français de la biodiversité (OFB)

- 3 M€ / an de retombées fiscales grâce à ces 3 parcs
- 75 M€ sur l'ensemble de l'exploitation des parcs

5%

Organismes de secours et de sauvetage en mer

- 1,5 M€ / an de retombées fiscales grâce à ces 3 parcs
- 37,5 M€ sur l'ensemble de l'exploitation des parcs

38

Source : Eoliennesenmer.fr

* Taxe spécifique sur les installations éoliennes en mer fixé à 19 890 €/MW en 2024

** Durée de vie d'un parc éolien en mer estimée à 25 ans

*** Répartition des retombées fiscales pour éoliennes dans le domaine public maritime

Nos convictions

1

Accélérer la délivrance des autorisations dans le cadre de la planification et garantir un respect des calendriers compatibles avec les rythmes de développement industriel de l'éolien sur terre et en mer.

2

Renforcer le partage de la valeur en faisant des retombées économiques et sociales une priorité de tous les acteurs institutionnels comme privés.

3

Réussir le Repowering en permettant un renouvellement ambitieux des parcs pour augmenter la production électrique et la compétitivité.

4

Garantir un cadre économique stable et prévisible pour le développement des projets et amplifier la dynamique de l'essor des PPA.

39

Ces 4 conditions sont indispensables pour réussir la réduction de la consommation d'énergies fossiles à travers l'électrification des usages.

2

Les emplois dans l'éolien en 2024

41

EMPLOI

Photographie des emplois dans l'éolien en 2023



31 447 ETP

dans l'éolien à fin 2023



+11 %

d'augmentation des
emplois en 2023 vs 2022



3 152 ETP

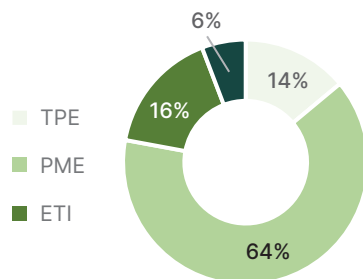
dans l'éolien dédié à
l'environnement fin 2023



32 %

femmes dans la filière

Répartition des ETP au sein des entreprises en fonction de leur taille



Sources : Analyse France Renouvelables, Capgemini Invent

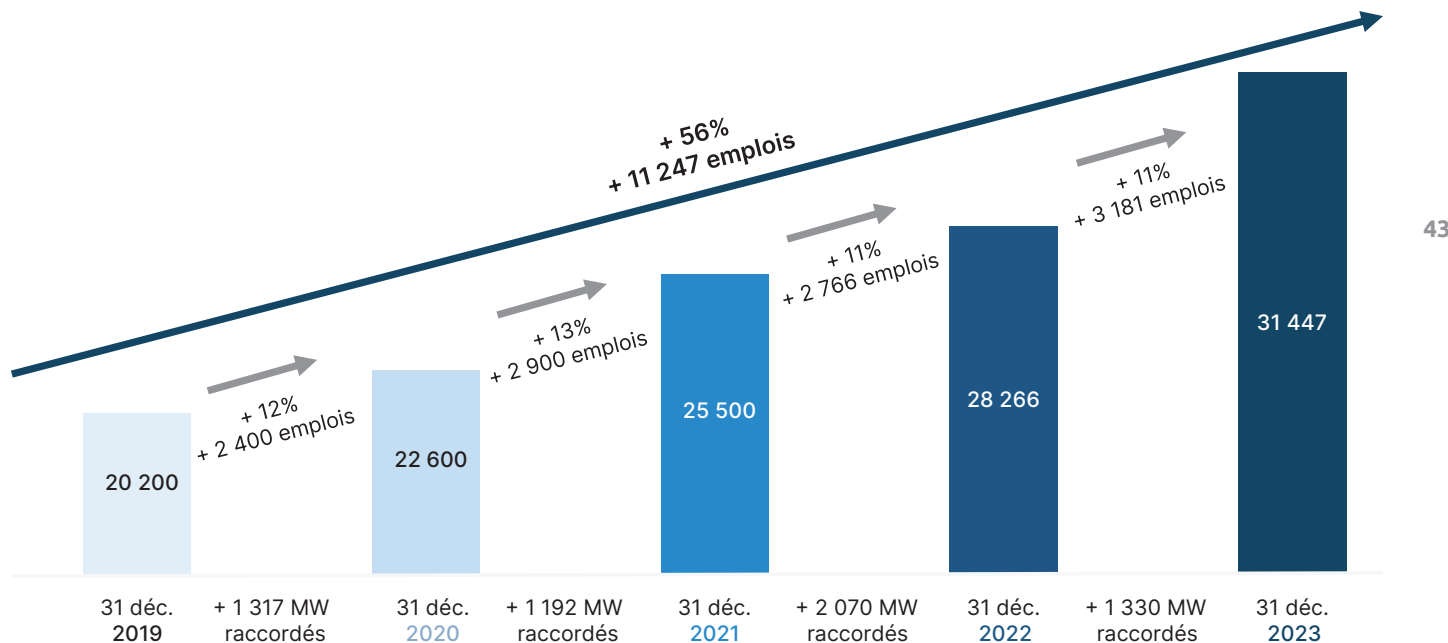


En 2023, les emplois de la filière ont continué de croître à un rythme important puisque le taux de croissance est de 11 %, avec un total de 31 436 emplois directs et indirects en France au 31 décembre 2023.

À noter que plus de 10 % des emplois dans la filière éolienne sont maintenant dédiés à l'environnement.

En 5 ans, le nombre d'emplois de la filière éolienne a augmenté de plus de 50 %

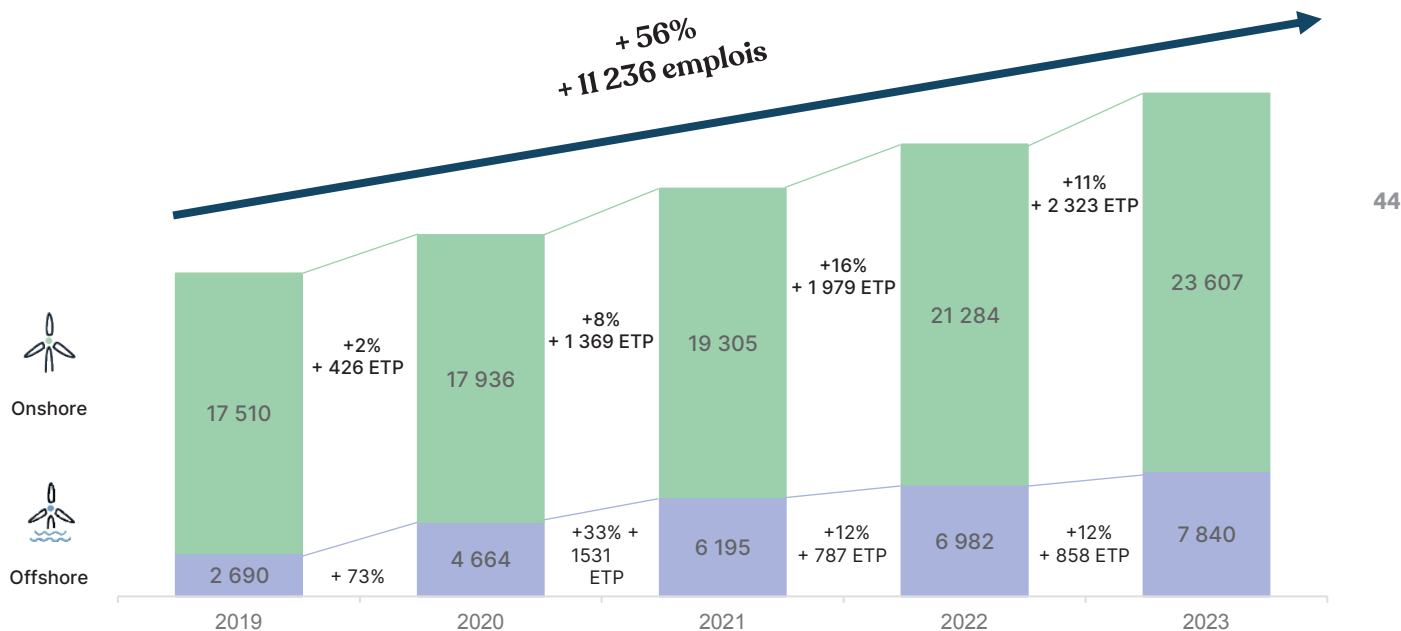
Dynamique de l'évolution des emplois éoliens entre 2019 et 2023



Sources : Analyse France Renewables, Capgemini Invent

Le nombre d'emplois éoliens ne cesse d'augmenter tant sur l'éolien terrestre que sur l'éolien en mer

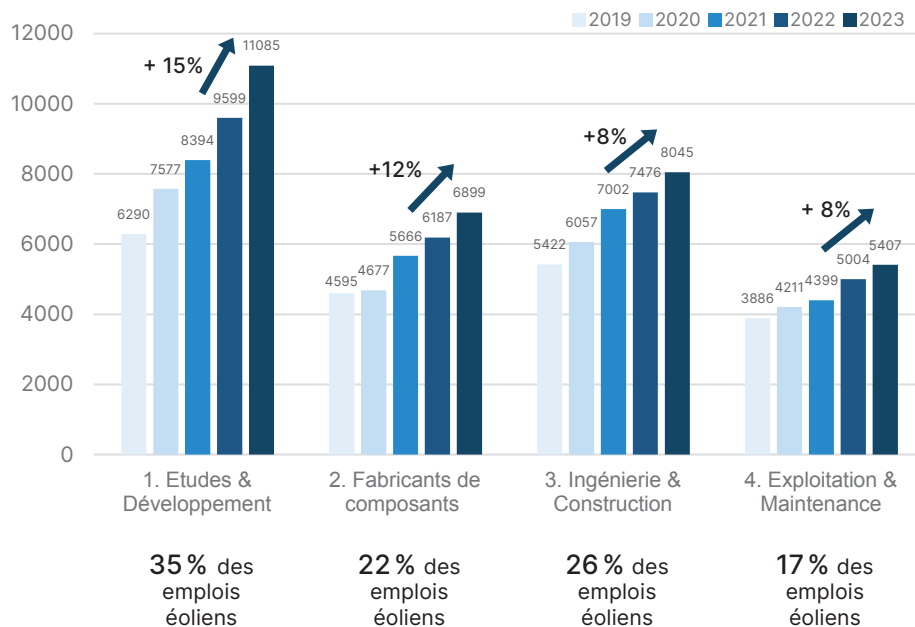
Dynamique de l'évolution des emplois éoliens entre 2019 et 2023
Répartition terrestre / en mer



Sources : Analyse France Renouvelables, Capgemini Invent

Une bonne dynamique de recrutement sur l'ensemble de la chaîne de valeur, notamment sur le maillon « études et développement »

Dynamique de l'emploi éolien sur la chaîne de valeur
évolution des emplois éoliens entre 2019 et 2023 (arrondis)



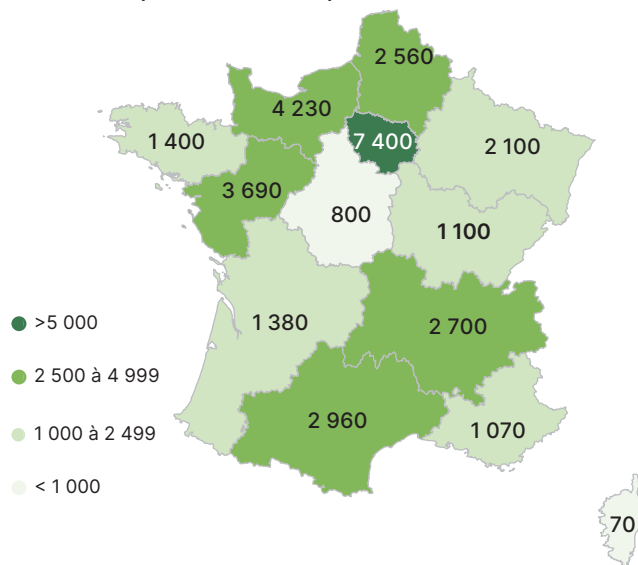
A prendre en compte :

La base de données sur laquelle l'étude s'appuie pour estimer les ETP a été mise à jour afin de s'approcher au plus près de la réalité du marché.

Une répartition plus fine des emplois sur la chaîne de valeur pour certains grands groupes ou la prise en compte de nouveaux acteurs (notamment en mer) peuvent ainsi changer la répartition de la croissance entre les maillons par rapport aux années précédentes.

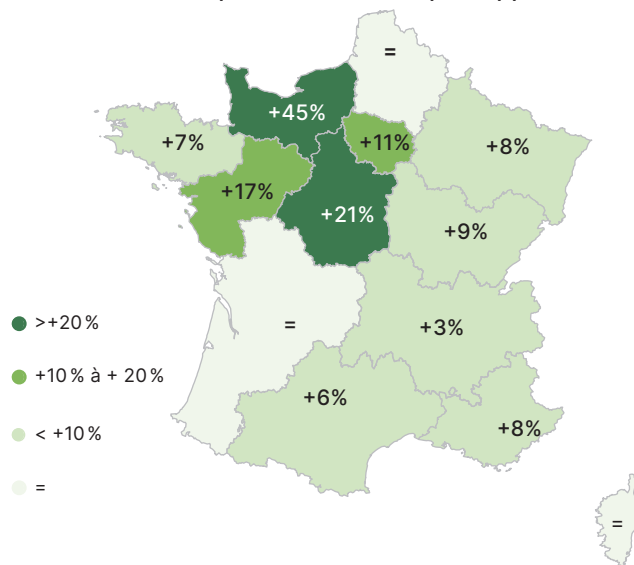
Un fort développement des emplois en Normandie, Pays-de-la-Loire et Île-de-France

Répartition des emplois dans l'éolien en 2023



Les régions Normandie, Pays-de-la-Loire, Occitanie, Hauts-de-France, Auvergne-Rhône-Alpes et Île-de-France sont très dynamiques sur le marché de l'emploi éolien, regroupant près de 65 % des employés du secteur au niveau national.

Évolution des emplois dans l'éolien par rapport à 2022

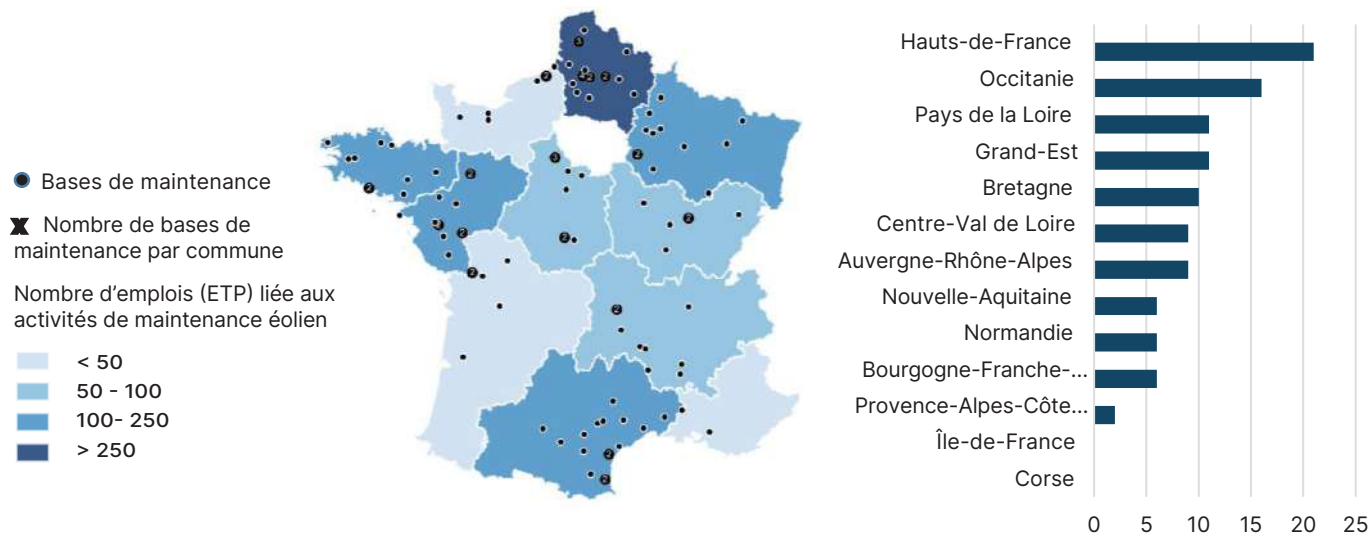


Les régions Normandie et Pays de la Loire sont très dynamiques grâce aux nombreux chantiers éoliens en mer qu'elles accueillent. À l'échelle nationale, la croissance de l'emploi atteint 11 %.

Sources : Analyse France Renouvelables, Capgemini Invent

Les multiples bases de maintenance et de prévention éoliennes sont un levier essentiel de l'activité industrielle

Répartition des 107 bases de maintenances en France



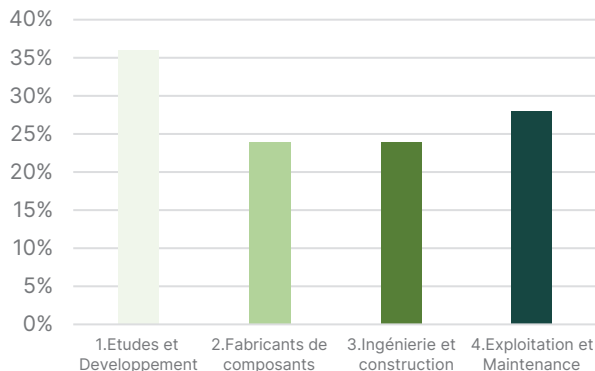
47

La maintenance éolienne crée des emplois sur tout le territoire français, en particulier dans les régions où les installations sont plus nombreuses (Hauts-de-France, Occitanie). On dénombre **5 414 emplois liés à l'exploitation et à la maintenance en France en 2023.**

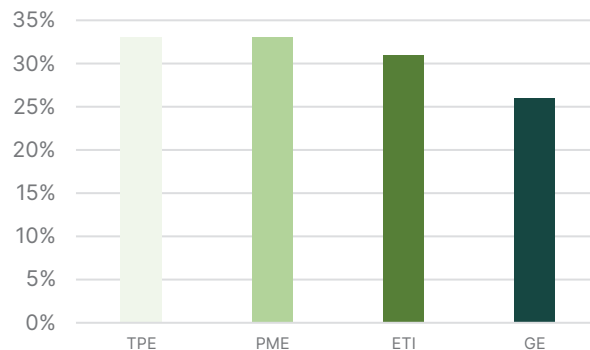
Sources : Analyse France Renouvelables, Capgemini Invent

Focus – La place des femmes dans l'emploi

Part de femmes dans les entreprises
par maillon de la chaîne de valeur



Part de femmes dans les entreprises
par type d'entreprise en 2023



48



32 %

Les femmes représentent près d'un tiers des emplois dans le secteur éolien (10 205 professionnelles), comparé à seulement 20 % dans les énergies fossiles et 28,5 % dans l'industrie en général.

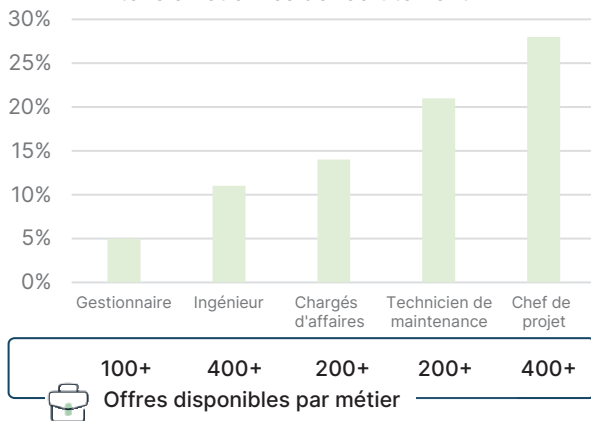
Pour attirer davantage de femmes dans les métiers techniques et augmenter la proportion d'étudiantes dans les filières techniques, ingénierie et numérique, des initiatives significatives sont mises en place chez des leaders comme RTE et Enedis :

- des collaborations approfondies avec les écoles et institutions pour sensibiliser les jeunes filles aux métiers de l'industrie dès leur plus jeune âge
- associés à ces métiers

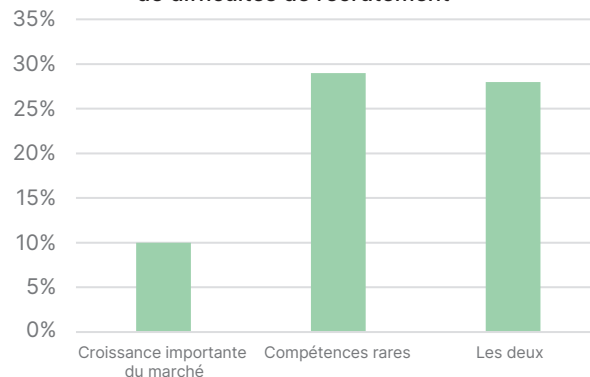
Sources : Analyse France Renouvelables, Capgemini Invent, Connaissance des Energies

La filière éolienne recrute massivement avec plus de 900 offres de postes à pourvoir sur le territoire

Pourcentage des entreprises déclarant le métier sous tension et offres de recrutement⁽¹⁾



Pourcentage des entreprises évoquant les raisons de difficultés de recrutement



49

Des compétences recherchées⁽²⁾

Manutention

Plasturgie

Electro
mécaniqueElectronique
de puissance

Soudure

Coffrage et
maintenance
industrielle

Charpenterie

Finance

Bien que la création d'emplois dans les énergies éoliennes soit prometteuse, la filière rencontre encore des **difficultés de recrutement**. Selon plus de 40 % des entreprises interrogées, les formations actuelles ne suffisent pas pour répondre à la croissance du marché.

¹Offres d'emplois disponibles sur Indeed au 27/06/2024 ²France Travail

Sources : Analyse France Renouvelables, Capgemini Invent

Photographie des emplois dans l'éolien terrestre

23 607 ETP

dans l'éolien terrestre à fin 2023

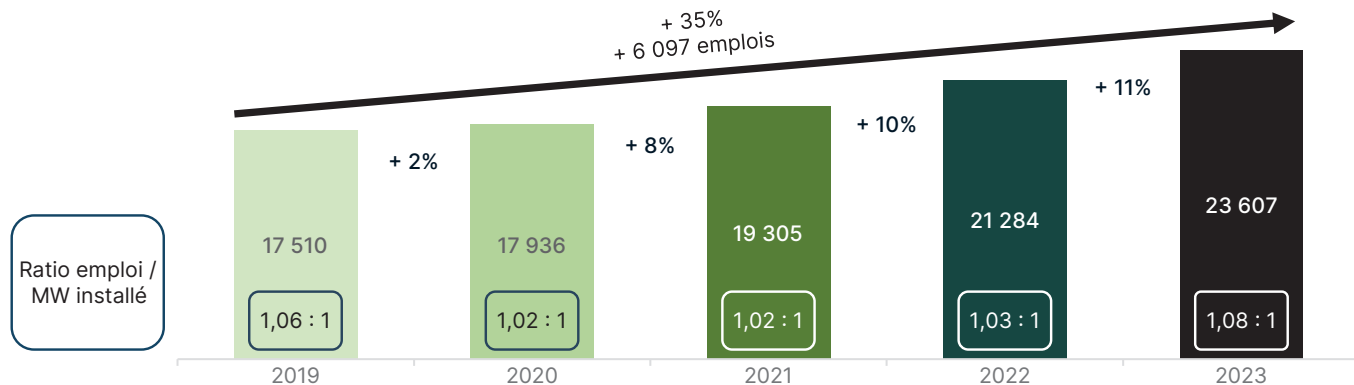
40 %

Des emplois dédiés à l'exploitation et maintenance

52 %

Part d'ETP travaillant dans des ETI

Dynamique de l'évolution des emplois éoliens terrestre entre 2019 et 2023

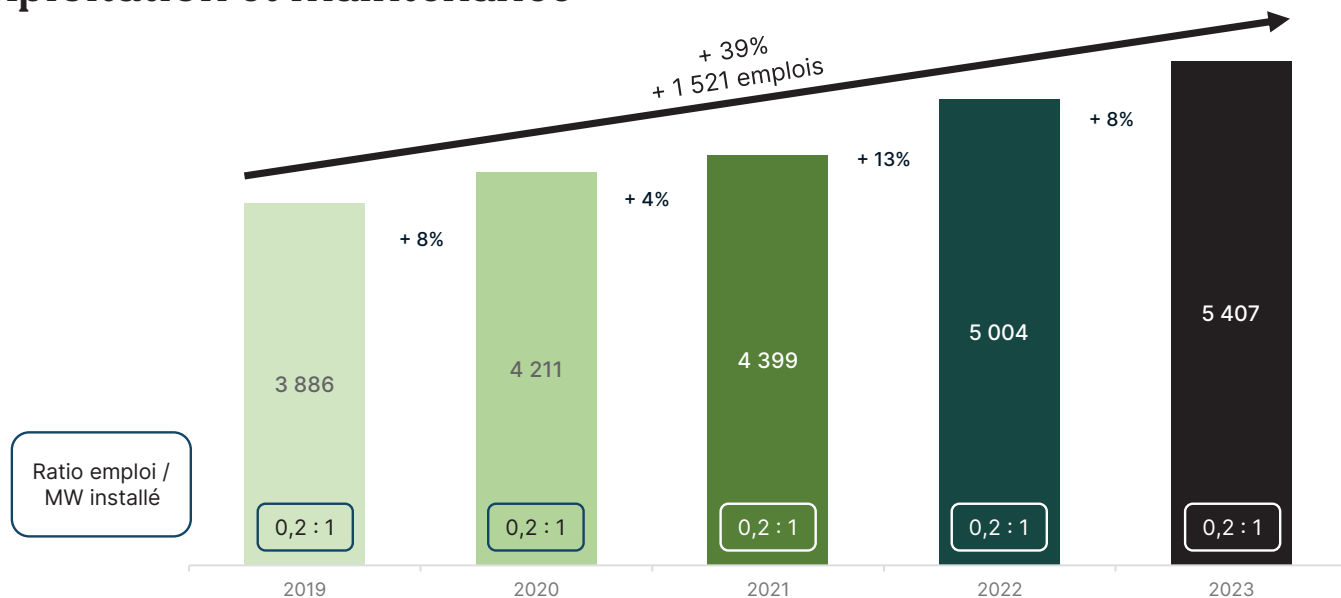


50

En moyenne, pour un parc de 15 MW installés, ce sont 17 nouveaux emplois créés. Ce ratio est en légère augmentation, essentiellement porté par l'amont de la chaîne de valeur. Les développeurs de projet recrutent massivement en anticipation de l'accélération du rythme de développement de nouvelles capacités à délivrer dans le cadre de la PPE, notamment des ingénieurs environnement (10% des emplois de la filière éolienne) pour répondre aux réglementations environnementales croissantes sur les projets.

Sources : Analyse France Renouvelables, Capgemini Invent

Photographie des emplois dans l'éolien terrestre sur le maillon exploitation et maintenance



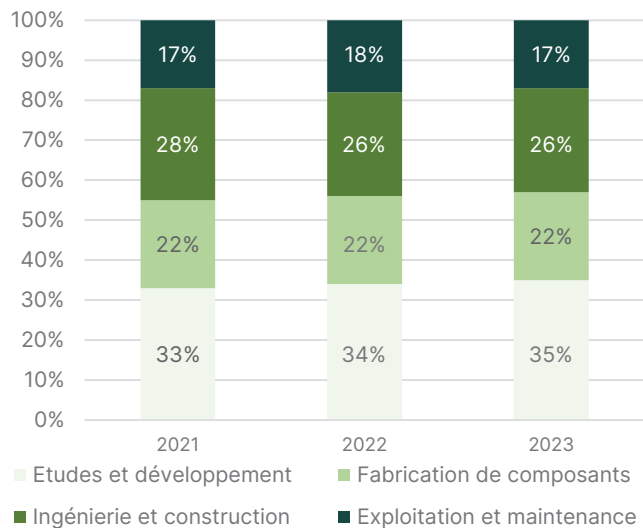
51

En moyenne, un parc éolien de 15 MW installés génère 3 emplois dédiés à la maintenance et à l'exploitation .
Ce ratio, **stable depuis 5 ans**, témoigne de l'équilibre atteint pour assurer le bon fonctionnement des parcs.

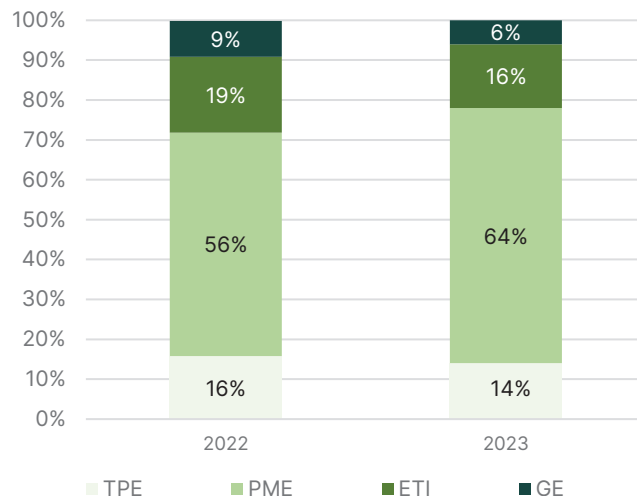
Sources : Analyse France Renouvelables, Capgemini Invent

La répartition des emplois reste stable à travers les différents maillons de la chaîne de valeur, tandis que les PME continuent de se développer sur le marché

Répartition des emplois dans l'éolien terrestre en fonction des maillons de la chaîne de valeur



Répartition des emplois dans l'éolien terrestre par type d'entreprise



Sources : Analyse France Renouvelables, Capgemini Invent



Photographie des emplois dans l'éolien en mer

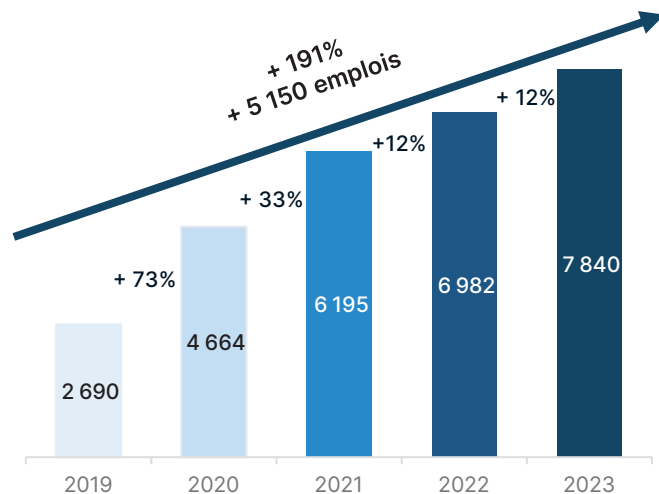
7 840 ETP

dans l'éolien en mer à fin 2023

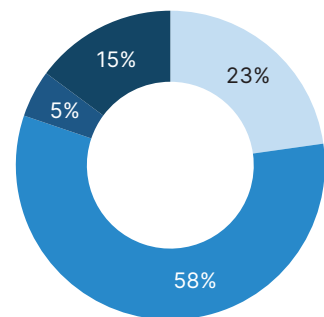
58 %

des emplois dédiés à la fabrication de composants

Dynamique de l'évolution des emplois éoliens en mer
entre 2019 et 2023



Répartition des emplois en fonction des maillons de
la chaîne de valeur



- 1. Etudes et développement
- 2. Fabrication de composants
- 3. Ingénierie et construction
- 4. Exploitation et maintenance

Sources : Données FEM & France Renouvelables, Analyse France Renouvelables, Capgemini Invent



Focus sur l'observatoire des énergies de la mer

Les chiffres clés de l'éolien en mer en 2023 et des EMR (énergies marines renouvelables).

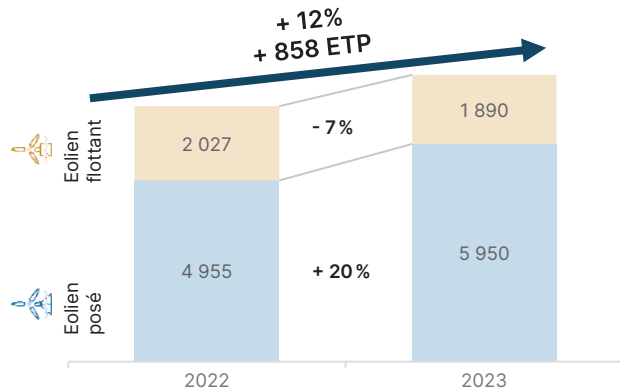
3,5 Mds€ de CA*

global de la filière en 2023, qui est un record
(+75 % VS 2022), dont 1,5 Mds€ à l'export

3,8 Mds€ investis en 2023

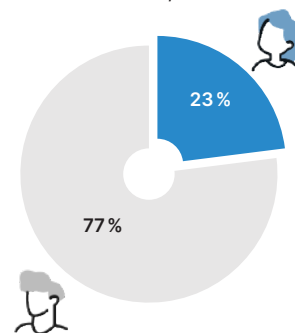
en 2023, dont 88 % par les développeurs-exploitants
pour la construction des parcs et leurs raccordements

Emplois temps plein (ETP) dans l'éolien en mer Répartition éolien posé vs flottant



Source : Observatoire des énergies de la mer 2024

Emplois temps plein (ETP) dans les EMR Répartition hommes / femmes



*Chiffre d'affaires de l'ensemble des prestataires et fournisseurs
de la chaîne de valeur (hors énergie vendue)



Focus sur l'observatoire des énergies de la mer

L'industrie, principal moteur de l'emploi.



- **82 % des emplois**
(6789 emplois) générés par les fournisseurs des développeurs de projet
- **3 807 emplois**
grâce aux 5 plus grosses entreprises industrielles
- **2/3 des emplois**
dans les régions Pays de la Loire et Normandie
- **+ 150 % de croissance des emplois**
en Auvergne-Rhône-Alpes, et +40% en PACA
- **55 % des entreprises**
ont déclaré des difficultés de recrutement en 2023

55

Source : Observatoire des énergies de la mer 2024



Focus sur l'observatoire des énergies de la mer

Les entreprises attributaires des lots de construction pour l'éolien en mer illustrent la mise en place d'une chaîne de valeur française.

État des lieux des parcs en construction au 30/06/2024

Activités	SAINT-NAZAIRE		SAINT-BRIEUC		FÉCAMP		COURSEULLES-SUR-MER		NOIRMOUTIER	
	Fabrication	Installation	Fabrication	Installation	Fabrication	Installation	Fabrication	Installation	Fabrication	Installation
Poste terrestre	Hitachi, Siemens et GE	Eiffage Energies	Hitachi et Siemens	SPIE	Hitachi et Siemens	Omexom	Siemens	Omexom	NC	NC
Raccordement terrestre	Prysmian	Omexom et Eiffage	Nexans	Omexom	Prysmian	SPIE, Bouygues, SPAC	Prysmian	Sadertelec	Prysmian	ADEME
Raccordement inter-éoliennes	SILEC (groupe Prysmian)	LD Travocean	Prysmian	Prysmian	Prysmian	Prysmian / ASSO Divers	Prysmian	Prysmian / ASSO Divers		Louis Dreyfus Travocean / Prysmian
Raccordement maritime	Prysmian	Prysmian	Nexans	Nexans	Prysmian	Prysmian	Prysmian	Prysmian	Navantia Seasenergies Allseas / DEME	
Fondation sous-station	Chantiers de l'Atlantique / Rosetti Marino	DEME	Iemants (Smulders)	Saipem	Chantiers de l'Atlantique / Rosetti Marino	DEME	Chantiers de l'Atlantique / Rosetti Marino	DEME		
Sous-station en mer	Chantiers de l'Atlantique / GE Grid Solutions	DEME	Chantiers de l'Atlantique / GE Grid Solutions	DEME	Chantiers de l'Atlantique / GE Grid Solutions	DEME	Chantiers de l'Atlantique / GE Grid Solutions	DEME	Eiffage Smulders DEME	
Fondations des éoliennes	Eiffage	DEME	Navantia	Van Oord	Bouygues TP	Saipem Boskalis	EEW SPC et Bladt (en sous-traitance de SAIPEM)	SAIPEM		
Mâts	GE Renewable Energy	SODRACO (groupe Jan de Nul) / GE Renewable Energy	Haizea Breizh / SPIE	Siemens Gamesa / Fred Olsen Windcarrier	GRI & Windar	Siemens Gamesa / DEME	A définir	Siemens Gamesa	Haizea Breizh	Jan de Nul
Eoliennes	GE Renewable Energy	Renewable Energy	Siemens Gamesa		Siemens Gamesa		Siemens Gamesa		Siemens Gamesa	

■ Réalisé ■ En cours □ Non réalisé

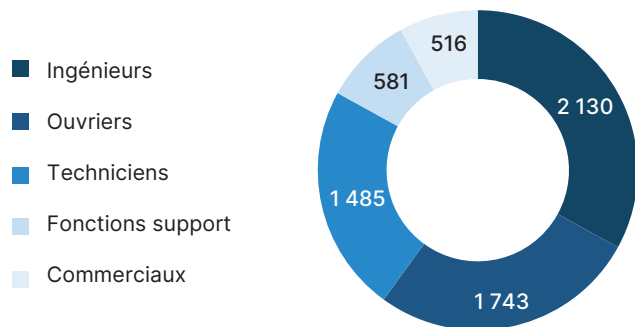
Sources : Observatoire des énergies de la mer 2024, Analyse France Renouvelables



Focus sur l'observatoire des énergies de la mer

+ 1 100 nouveaux postes sont prévus pour la filière en 2024, et 67 formations préparant aux métiers des EMR sont recensées à travers la France.

Répartition des ETP EMR selon leur fonction*



Carte des formations aux EMR en France



57

Top 5 des métiers les plus difficiles à recruter

Electricien

Technicien de
maintenance

Chaudronnier

Soudeur

Qualiticien

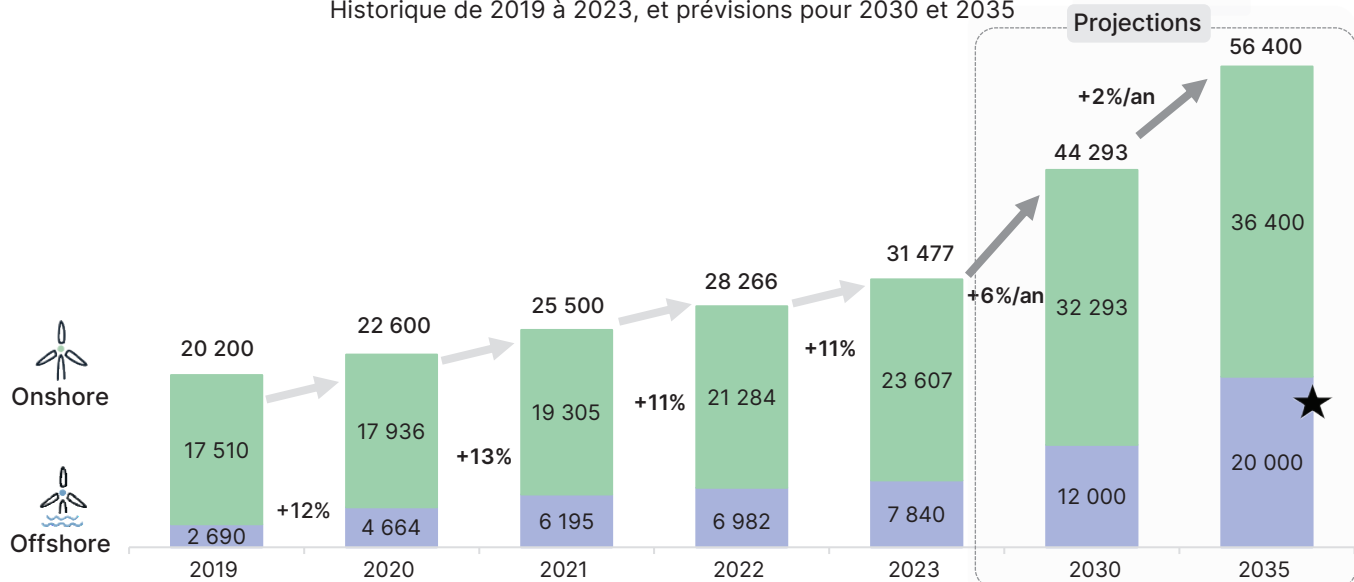
Malgré des chiffres prometteurs quant à la création d'emplois EMR, la filière a encore du mal à recruter. Les **formations sont jugées insuffisantes** par la moitié (54%) des entreprises interrogées, ce qui pousse 17% d'entre-elles à avoir leur propre centre de formation.

Source : Observatoire des énergies de la mer 2024

*Chez les prestataires et fournisseurs de la chaîne de valeur

L'emploi dans le secteur éolien maintient une croissance à deux chiffres depuis 5 ans, et prévoit de dépasser les 40 000 emplois d'ici 2030

Trajectoire de croissance des emplois dans les secteurs éoliens terrestre et en mer
Historique de 2019 à 2023, et prévisions pour 2030 et 2035



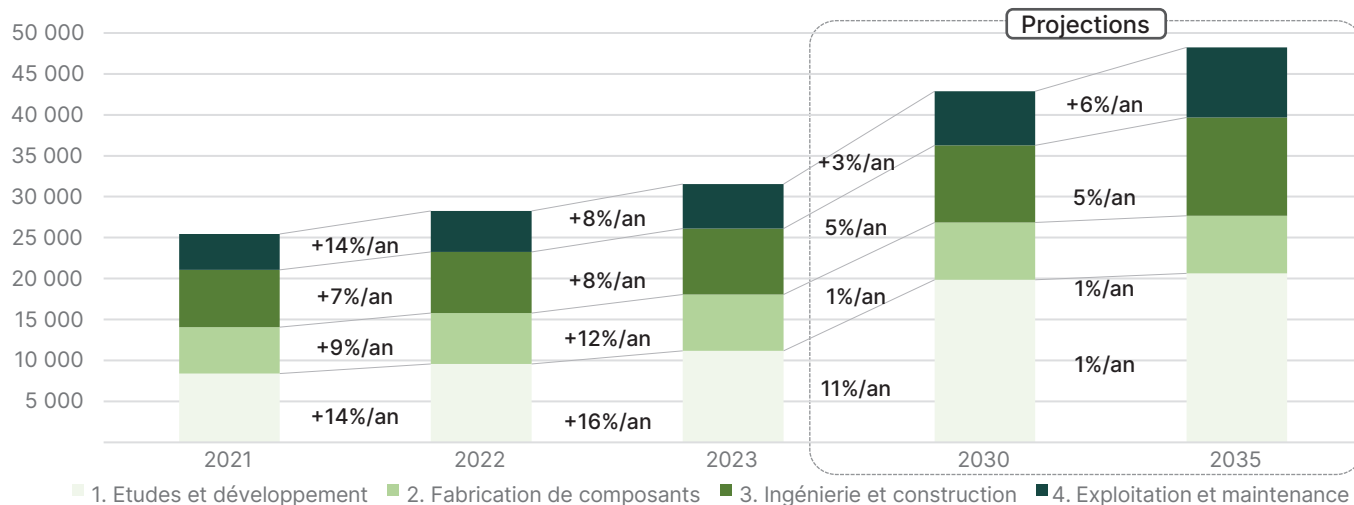
58

La croissance de l'emploi est soutenue par le maillon de la chaîne de valeur « études et développement », qui représente un tiers des emplois en France et a connu une augmentation de **15 % entre 2022 et 2023**.

★ Objectif fixé par le Pacte Eolien en mer

Une dynamique de croissance des emplois portée principalement par la branche études et développement

Historique et projections de croissance des emplois dans les secteurs éoliens terrestres et en mer



Des projections de croissance 2023-2030 essentiellement portée par les développeurs de projet qui bénéficient d'une bonne visibilité, mais un ralentissement à partir de 2030 en raison de **contraintes anticipées sur le permitting**, qui vont entraîner des **décalages de calendrier**.

Pour maintenir une dynamique d'accélération, il est nécessaire d'augmenter la visibilité sur les objectifs 2035 -2040 pour la filière.

Sources : Analyse France Renouvelables, Capgemini Invent

Les entreprises de la filière prévoient en grande partie de recruter davantage à court terme, en particulier les PME et ETI

Projection de recrutement à horizon 1 an
selon la taille de l'entreprise

	TPE < 10 ETP	PME 10-250 ETP	ETI 250-5000 ETP	GE > 5000 ETP
Stabiliser le recrutement	50%	20%	30%	66%
Recruter davantage	50%	80%	70%	34%



Travailler dans le domaine éolien comporte de nombreux avantages :

- Des **emplois décentralisés** et répartis au sein des territoires
- Des **emplois stables**, (majoritairement en CDI) et nécessaires à la transition énergétique
- De nombreuses **opportunités de carrière**, à l'international, mais aussi par des passerelles entre les parcs terrestres et maritimes, et les métiers liés à l'environnement et l'aéronautique

60

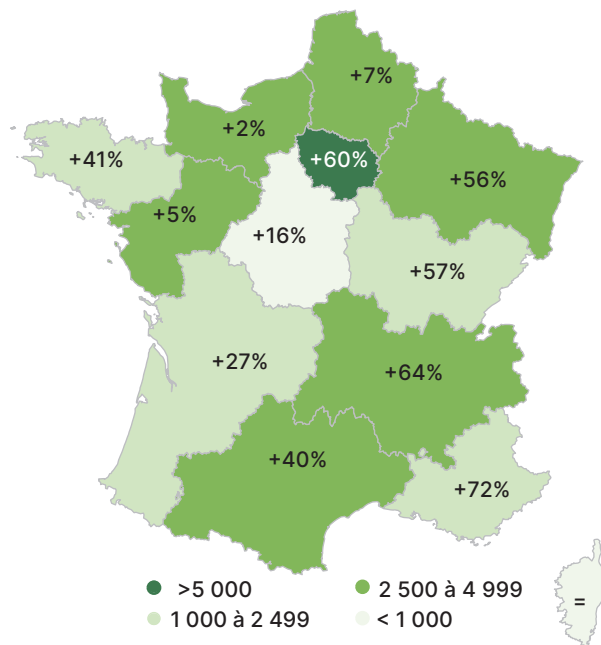


2/3 des entreprises envisagent de recruter davantage à horizon 1 an

Sources : Analyse France Renouvelables, Capgemini Invent

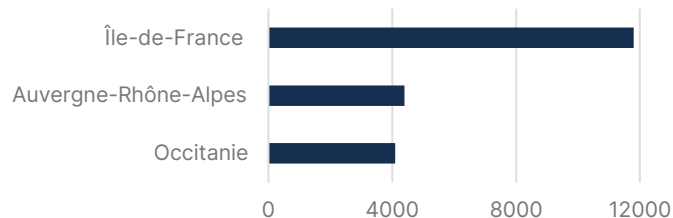
Vers une répartition plus homogène des emplois sur le territoire

Répartition des emplois dans l'éolien en 2030
Évolution par rapport à 2022



Sources : Analyse France Renouvelables, Capgemini Invent

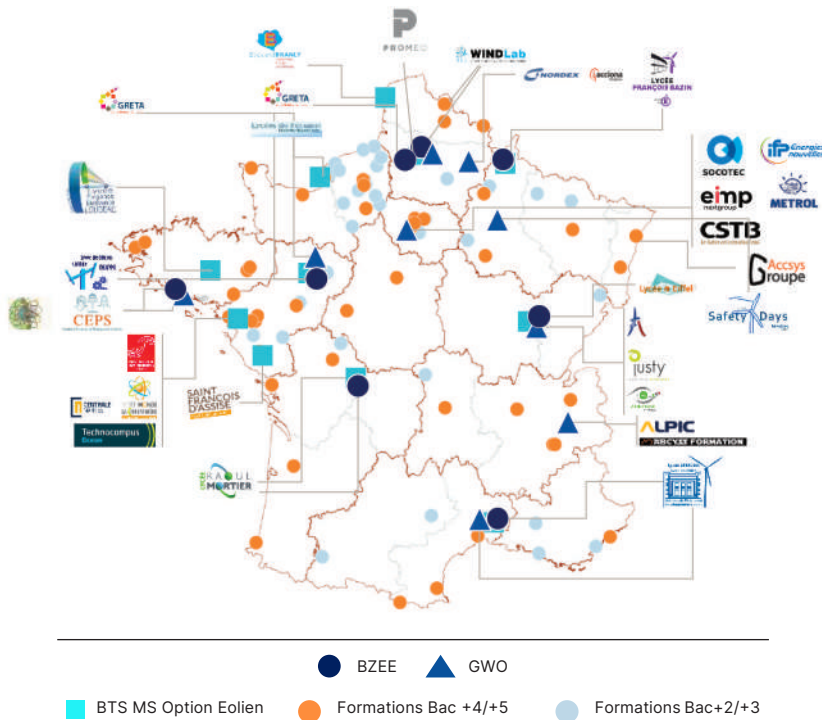
Top 3 des régions porteuses d'emplois en 2030



61

- La couverture territoriale **devrait s'élargir**, notamment avec des régions comme le **Grand-Est**, qui pourraient franchir une nouvelle étape.
- Les **régions Île-de-France, PACA, Bourgogne-Franche-Comté, Auvergne-Rhône-Alpes, Bretagne, et Occitanie** pourraient également connaître une accélération de la création d'emplois avec des taux de croissance supérieurs à 40%.
- Seules les régions Centre-Val de Loire et Corse pourraient rester relativement isolées.
- Cela signifierait que sept régions sur treize comptabiliseraient plus de **2500+ employés dans le secteur éolien**, représentant **75%+ des emplois de la filière en France**.

Une large offre de formation préparant aux métiers de l'éolien, disséminée sur tout le territoire



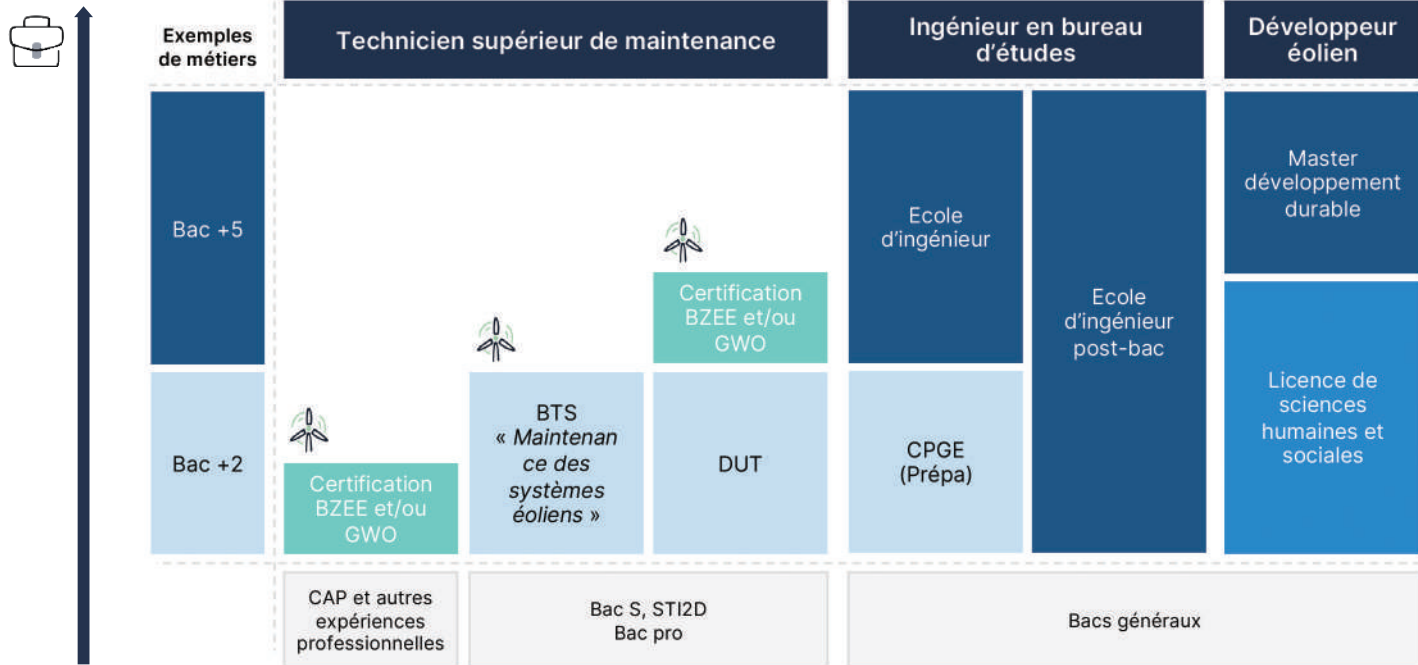
Les formations liées à l'éolien sont disponibles à différents niveaux, allant du **baccalauréat professionnel aux écoles d'ingénieurs**. Les emplois sont répartis de manière décentralisée à travers les territoires. Les programmes de formation actuels contribuent à pourvoir une partie des postes opérationnels, mais il est nécessaire de **renforcer les formations d'ingénieurs** pour répondre à l'ensemble des besoins.

SIEMENS Gamesa
RENEWABLE ENERGY

Fort du succès des formations lancées en 2022 et 2023 en région Normandie et Bretagne, Siemens Gamesa relance en 2024, une **formation de technicien de maintenance**.

Les formations de l'éolien

Exemples de parcours de formation



Sources : Analyse France Renouvelables, Capgemini Invent

Les formations de l'éolien

Zoom sur quelques formations aux métiers de l'éolien



Lycée Raoul Mortier Formations post-bac

12 étudiants en BTS MSE éolien /
an 12 stagiaires BZEE NetWork /an

Habilitations :

- 4 modules GWO BST pour tous
- Electrique : B2V, BR, BC, H0V et H1V

Partenaires :



Pôle formation UIMM Bretagne Formations post-bac

Formations :

- Bachelor Maintenance Avancée spécialité Éolien (Bac + 3)
- Technicien de Maintenance spécialité Éolien (Bac et Bac + 2)
- Technicien Supérieur en Maintenance engins sous-marins (Bac + 2)

Partenaires :



Ecole Centrale Méditerranée Mastère spécialisé

Expert en Ingénierie
Marine et Eolien Offshore

Débouchés :

- Ingénieur d'études pour la conception d'éolienne en mer ou de composants, directeur de projet conception parcs d'éoliens en mer...

98% des diplômés sont embauchés
à la sortie de leur formation

Mastère délivré avec



Partenaires :



Labélisations :



ENSTA & Ecole nationale des Ponts et Chaussées

*Master en éolien flottant**

L'école d'ingénieurs ENSTA Bretagne, à Brest (Finistère), en cours de fusion avec l'ENSTA Paris, s'est associée à l'École nationale des Ponts et Chaussées pour répondre à un appel à manifestation d'intérêt de l'État, opéré par l'Agence nationale de la recherche, visant à créer un cursus de haut niveau dans le domaine de l'éolien flottant.

Caractéristiques :

- 1^{ère} rentrée prévue pour 2025
- Environ 50 étudiants
- Formation unique en France

3

Bilan et perspectives

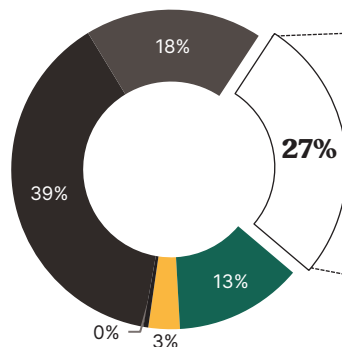
65

La place de l'éolien dans le mix énergétique français

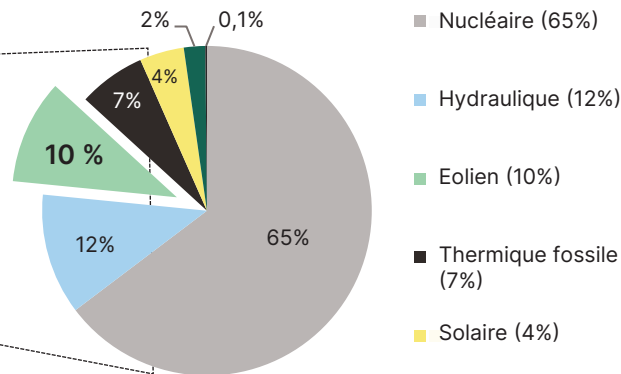
L'électricité correspond à 27 % de la consommation d'énergie en France. En 2023, l'éolien a représenté pour la première fois 10 % de la production d'électricité française.

Répartition de la **consommation d'énergie finale** en France en 2023

- Pétrole
- Gaz naturel
- Electricité
- EnR thermiques et déchets
- Chaleur
- Charbon



Les sources de **production d'électricité** en France en 2023



66



494,7 TWh...

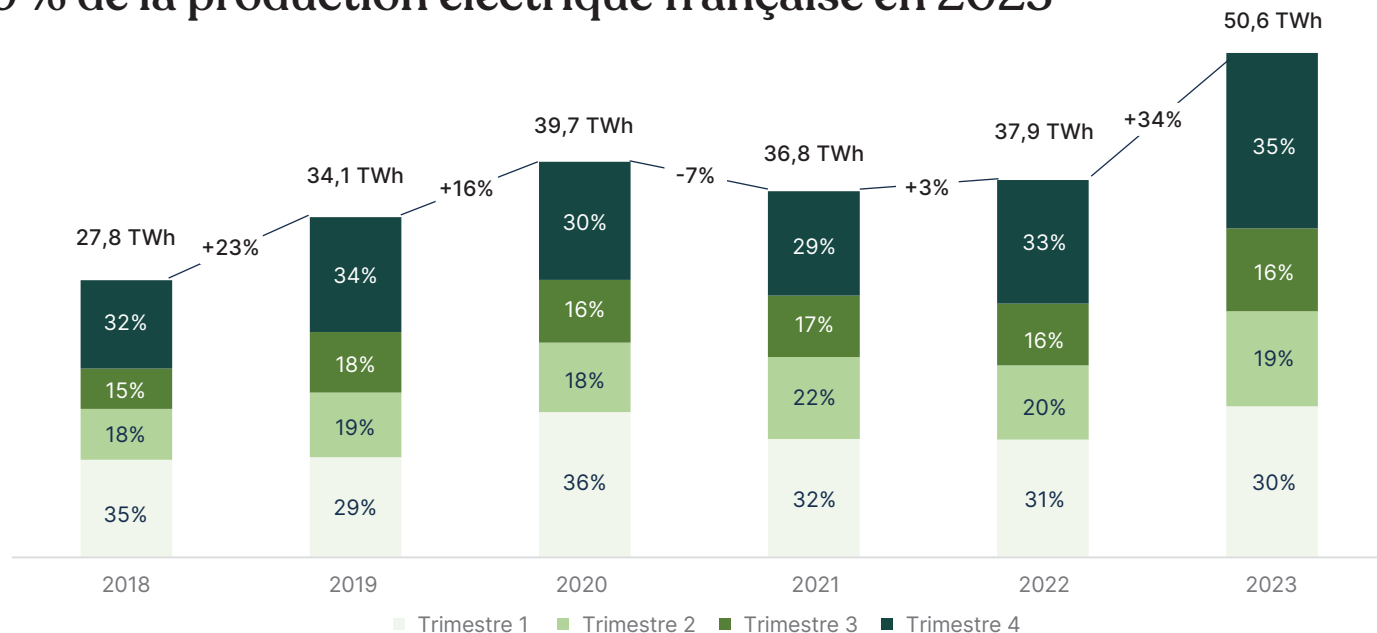
Production totale d'électricité en 2023

...dont 50,6 TWh

D'origine éolienne
(+12 TWh par rapport à 2022)

Sources : Bilan électrique 2023, SDES, Bilan annuel de l'énergie

Une production qui a presque doublé en 5 ans et qui représente 10 % de la production électrique française en 2023



67

En 5 ans, la production annuelle d'électricité d'origine éolienne a augmenté de plus de 80%, avec une hausse de plus de 30% entre 2022 et 2023 représentant pour l'éolien terrestre 9 TWh de production électrique de plus qu'en 2022.

L'adhésion des Français à l'éolien

Les projets de production d'énergie renouvelable des citoyens se multiplient en France.

Initiatives citoyennes éoliennes



351 projets citoyens d'énergies renouvelables (+15% vs 2022)
dont 36 projets dans l'éolien (2nde place après le solaire)



5 574 MW financés en 2023 par du financement participatif
dont 990 MW dans l'éolien (80%+ de la capacité installée en 2023)



+ de 368 M€ collectés en financement participatif pour les EnR
dont 50 M€ pour l'éolien (+12% vs 2022)



79 %⁽¹⁾ des Français souhaitent voir les énergies renouvelables se développer en France

68

L'énergie citoyenne, décidée, financée et produite en circuit court par les habitants met en valeur les ressources naturelles locales du territoire par la production d'énergie renouvelable. Elle implique directement les citoyens au projet et aux enjeux de la transition énergétique.

La forte progression du financement participatif dans le domaine des énergies renouvelables se confirme. Pour les développeurs de projets dans ce secteur, le crowdfunding devient un élément crucial du financement, facilitant ainsi leur acceptation par le public. Quant aux citoyens, en plus de leur engagement en faveur de l'environnement, ils sont attirés par le faible niveau de risque associé à ce type d'investissement.

Sources : Baromètre du crowdfunding en France, 1Enquête France Renouvelables

Chiffres clés de l'éolien terrestre



49 TWh

Production électrique
en 2023



22 GW

Puissance installée au
31 décembre 2023 dont
1300 MW installés en 2023



23 607

emplois directs et
indirects de la filière
en 2023



6,2 Mds €

Chiffre d'affaires de la
filiale en 2022



> 700

entreprises impliquées



**24,1 GW
34,7 GW**

Objectifs PPE
2023 et 2028

Valeur générée (hors énergie vendue) :

1 500 M€

Un parc éolien voulu par les habitants : l'exemple d'Andilly-les-Marais



Charente-Maritime



Mise en service en **2024**



3 éoliennes Vestas 162, d'une puissance unitaire de 5,6 MW



376 sociétaires ont participé au financement de ce projet



Hauteur totale record en France : **200 m**



Consommation électrique de **10 000 foyers**

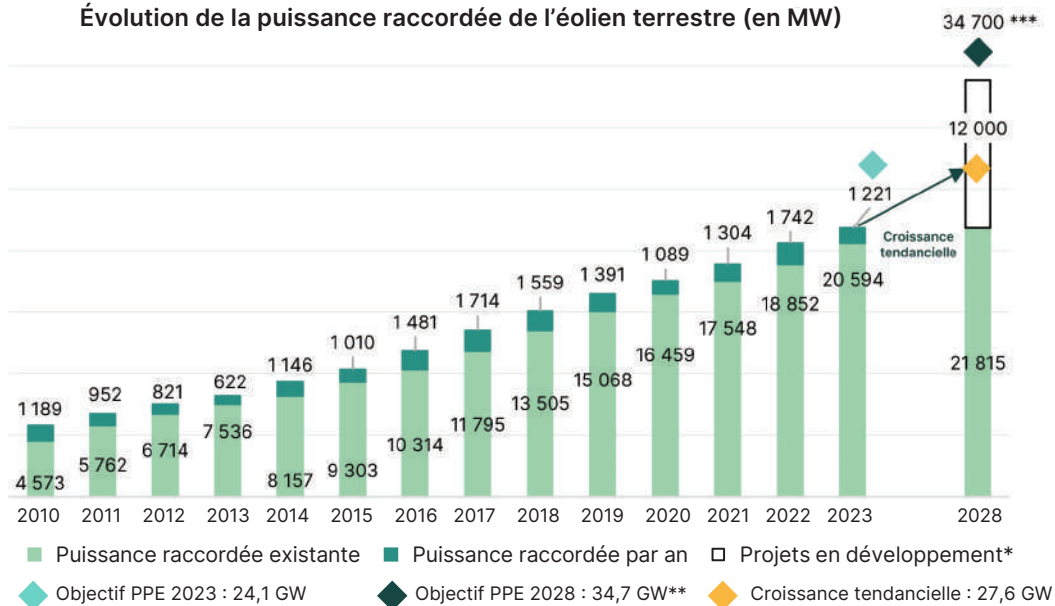


Concrétisation en seulement **6 ans**

Une dynamique favorable qui permet de s'approcher des objectifs fixés pour l'éolien terrestre

Les objectifs nationaux (PPE) 2023 ont été atteints à 90 %.

Évolution de la puissance raccordée de l'éolien terrestre (en MW)



* Projets ayant fait l'objet d'une proposition d'entrée en file d'attente ou d'une proposition technique et financière acceptée

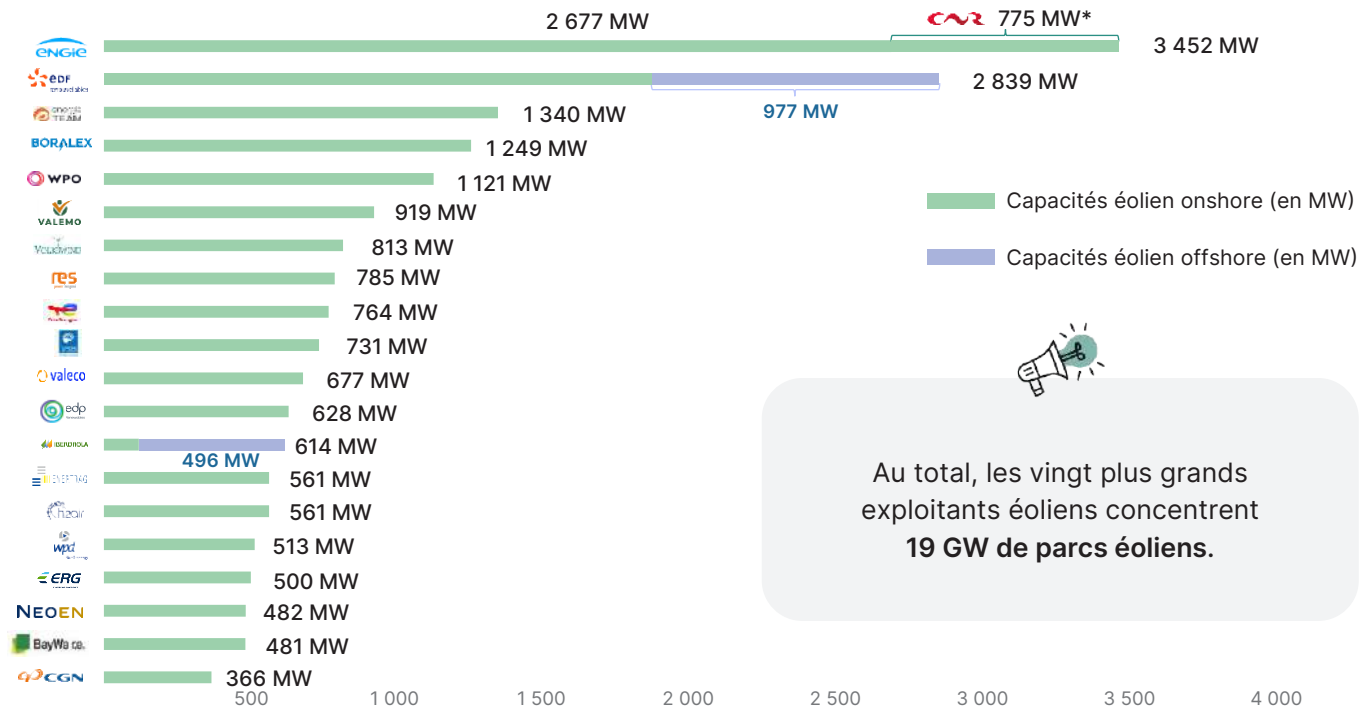
** Option haute de la PPE 2028 *** chiffre uniquement valable pour l'éolien terrestre



Pour **atteindre les objectifs de la PPE 2028**, il est nécessaire de **doubler le rythme de l'installation de la puissance raccordée** pour **installer 12 GW supplémentaires** et **accélérer l'attribution des projets**. Au rythme actuel le pays sera **privé de 7GW d'éolien terrestre**.

Bilan de la puissance raccordée

Top 20 des exploitants éoliens terrestres et en mer en France au 30 juin 2024



71



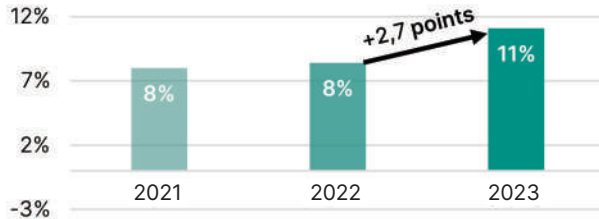
Au total, les vingt plus grands exploitants éoliens concentrent **19 GW de parcs éoliens.**

Source : Etude France Renouvelables 2024

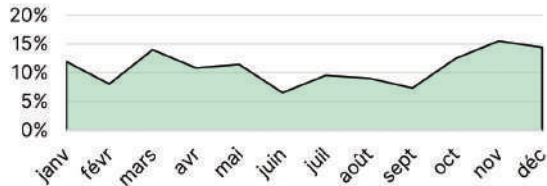
*Les MW CNR sont exploités à hauteur de 474 MW par Energieteam et 108 MW par Engie Green, le reste par des tiers

En 2023, l'éolien couvre plus de 10 % de la consommation électrique française soit autant que l'hydroélectricité

Croissance de la couverture de la consommation électrique

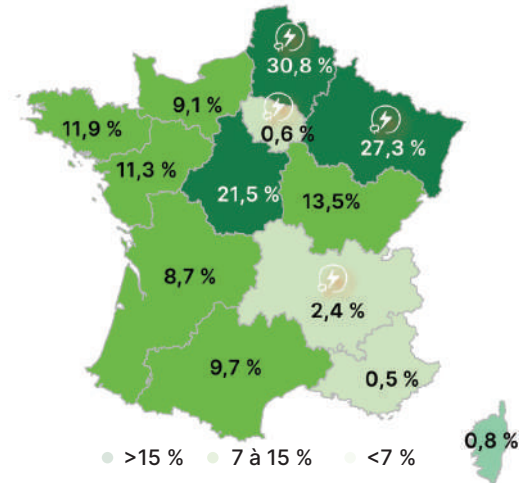


Couverture mensuelle de la consommation sur l'année 2023



La couverture de la consommation électrique par l'éolien a connu une progression constante au cours des 3 dernières années. En 2023, l'énergie éolienne couvre désormais plus de 11% de la consommation d'électricité en France. L'énergie éolienne se montre particulièrement performante pendant les pics de consommation en hiver.

Couverture de la consommation par l'éolien terrestre par région en 2023



La production éolienne terrestre couvre près de **30 % de la consommation électrique** des régions Hauts-de-France et Grand-Est, qui figurent parmi les quatre plus grandes consommatrices d'électricité en France.

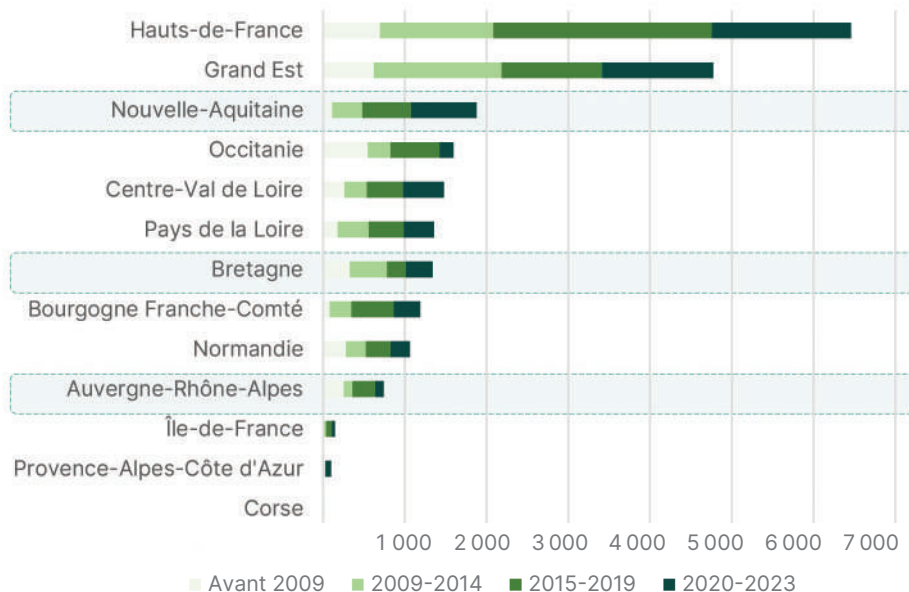
Consommation d'électricité >10 % du total national

72



Les Hauts-de-France et le Grand Est représente près de 50 % de la puissance installée, d'autres régions accélèrent le développement de projets

Puissance raccordée (en MW) au 30 avril 2024



Les régions comme la **Nouvelle-Aquitaine**, la **Bourgogne-Franche-Comté** et l'**Auvergne-Rhône-Alpes**, vont soutenir la croissance de la filière.

Pour ces régions, il est estimé que le déploiement de projets et projets en développement* permettrait d'augmenter de 150 % la capacité installée dans ces régions.

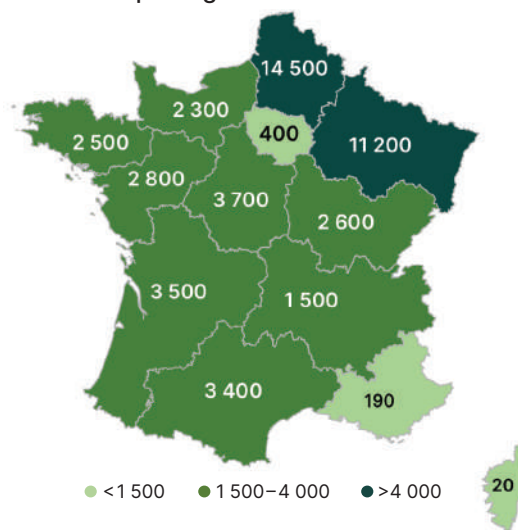
73

*Projets ayant fait l'objet d'une proposition d'entrée en file d'attente ou d'une proposition technique et financière acceptée

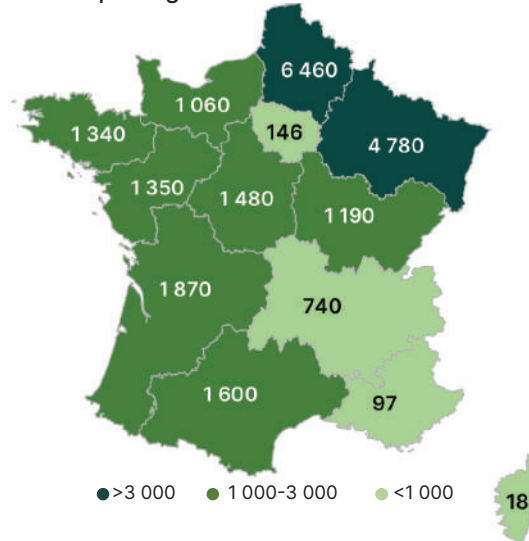
Source : Agence ORE

La production d'électricité d'origine éolienne est concentrée au sein des régions Nord et Est de la France

Production de l'éolien terrestre (en GWh)
par région en 2023



Puissance raccordée (en MW)
par région au 31 décembre 2023



74

La puissance raccordée est principalement concentrée dans les régions du Nord-Est de la France. Ainsi la production d'électricité est significative dans ces régions.

Sources : Agence ORE, Enedis, RTE

La puissance unitaire des turbines installées augmente de manière continue depuis 15 ans en France

La puissance unitaire moyenne des turbines installées est passée de 1,6 MW en 2005 à 2,9 MW en 2023. Cependant, un retard important est observé en France par rapport à la moyenne européenne, supérieure à 4 MW.

Puissance moyenne unitaire des turbines installées (MW) en France

4 MW - Puissance unitaire moyenne des nouvelles éoliennes installées en Europe en 2022



Sources : WindEurope, Analyse France Renouvelables



75

En 20 ans, la puissance unitaire des turbines en France a été **multipliée par 3**, mais reste inférieure à la moyenne des turbines installées en Europe (4,1 MW).

Ces turbines, généralement de puissances unitaires inférieures, soulignent le **potentiel d'amélioration** et de modernisation des installations éoliennes en France.

Le repowering permet d'accroître fortement la production d'électricité pour un même nombre d'éoliennes installées

Le repowering d'une éolienne

Facteur de charge

Exprimé en pourcentage, le facteur de charge est le ratio entre l'énergie qu'une éolienne produit sur une période donnée et l'énergie qu'elle aurait produite durant cette période si elle avait constamment fonctionné à puissance maximale.

Petite puissance : X-80 à 82

Puissance (MW) : 1,5 – 3

Facteur de charge : 23%

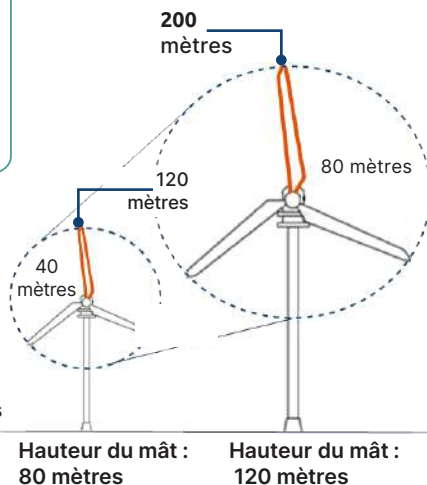
Nombre d'heures de fonctionnement équivalent pleine puissance : 2015 heures

Productible : 4 533 MWh

Vitesse de démarrage : 4m/s

Année de commercialisation : 2011

Nombre de foyers alimentés : 2 266 personnes



Grande puissance : X-160 à 163

Puissance (MW) : 4,2 – 4,5

Facteur de charge : 31%

Nombre d'heures de fonctionnement équivalent pleine puissance : 2715 heures

Productible : 11 800 MWh

Vitesse de démarrage : 3m/s

Année de commercialisation : 2022

Nombre de foyers alimentés : 5 906 personnes

Caractéristiques des machines grands gabarits

L'amélioration de la performance de machines de dernières générations s'explique par plusieurs facteurs : un meilleur gisement de vent en hauteur, un toileage (taille de la surface balayée par le vent) plus important augmentant le vent capturé, des machines de plus grande puissance nominale et un démarrage plus rapide à vitesse de vent faible.

1

éolienne
« repowerée »

2,5x plus
d'électricité

+52 % d'IFER au profit des collectivités territoriales

Electricité plus
compétitive

➤ 2x plus de personnes alimentées par une électricité d'origine éolienne ➤

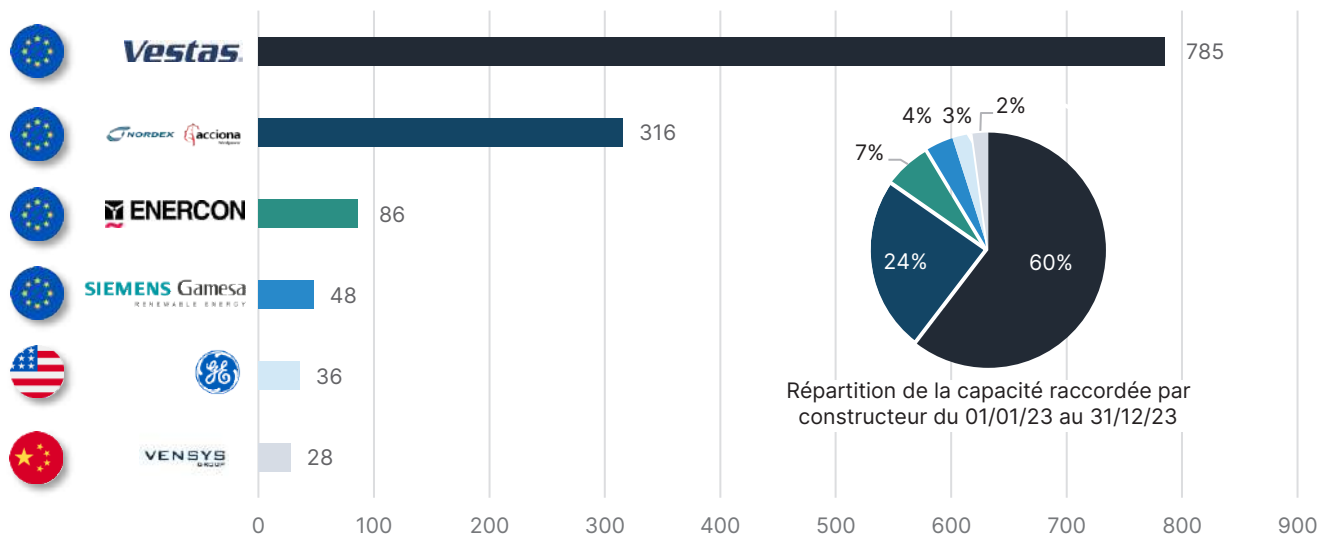
Source : WindEurope

*À condition de coûts équivalents de matières premières et de financement

En 2023, le marché de la construction de turbines est concentré principalement entre les mains de constructeurs européens

En France, les turbiniers ont installé 1299 MW de capacité, où les turbiniers européens représentent 95 % de la capacité installée de l'éolien terrestre.

MW raccordés par les 6 principaux constructeurs du 01/01/23 au 31/12/23



77

Source : Analyse France Renouvelables

En 2023, une grande majorité des turbines installées présentent des puissances unitaires entre 2 et 4 MW

60 % des turbines installées ont une puissance unitaire supérieure à 3 MW, et 35 % ont une puissance unitaire comprise entre 2 et 3 MW.

Top 10 des turbines les plus installées en 2023

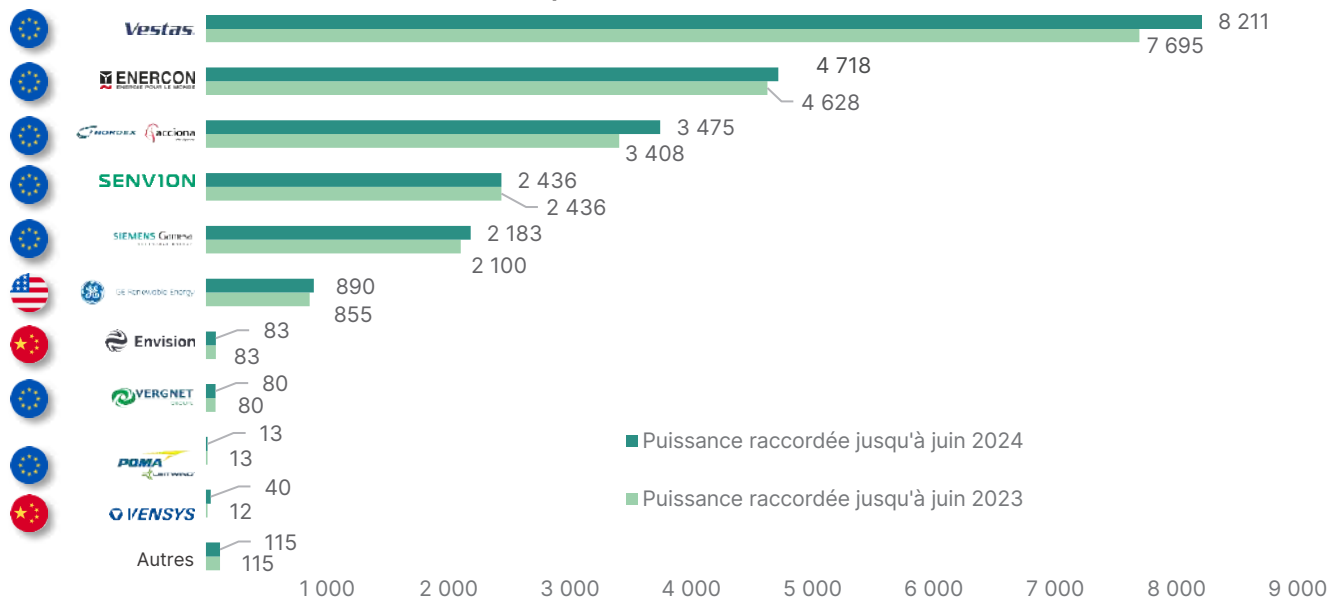
	Modèle	Constructeur	Puissance unitaire (MW)	Hauteur de mât(France)	Puissance installée(MW)
1	V110		2 à 2,2	80-120m	210
2	V126		3 à 3,6	87-117m	185
3	N117 DELTA	 	3 à 3,6	84-106m	154
4	V117		3 à 4,2	91-105m	140
5	N131 DELTA	 	3 à 3,7	84-120m	135
6	V136		3 à 4,2	82-112m	89
7	V100		1,8 à 2,2	75-100m	82
8	V150		3 à 4,2	105m	52
9	V112		3 à 3,6	94 m	28
10	SG132		3,6	97 m	27

Sources : WindEurope, Analyse France Renouvelables

Les constructeurs européens de turbines représentent 96 % du parc éolien français

Les 5 plus grands constructeurs en France représentent 94 % du parc de turbines.

MW en service par constructeur (arrondi au MW)



Source : Analyse France Renouvelables

La puissance unitaire des turbines du parc éolien français est en augmentation

Alors que la taille moyenne des turbines sur le parc français est de 2,2 MW, celle des turbines installées en 2023 affichent une puissance de 2,9 MW. Cette augmentation permet d'accroître la capacité installée à nombre de turbine équivalent.

Turbines les plus installées au 31 décembre 2023 (cumul)

	Modèle	Constructeur	Puissance unitaire (MW)	Taille du rotor / hauteur	Puissance cumulée (MW)	Nombre d'unités
1	V100		1,8 à 3,8	75-150m	1 804	866
2	E-82		1,5 à 3	59-108m	1 700	779
3	V90		2 à 3	78-145m	1 688	796
4	E-70		2 à 2,35	54-99m	1 500	670
5	MM-92		2	59-100m	1 500	737
6	N117		2,4 à 3,7	91-120m	1 200	419
7	V110		2 à 2,2	80-125m	983	462
8	N90		2,3 à 2,5	125-145m	840	444
9	V112		2 à 3,6	69-119m	800	245

80

La France présente un retard par rapport à ses voisins européens, mais elle **s'oriente néanmoins vers l'adoption** de turbines avec des puissances unitaires de plus en plus **élevées**.

Sources : WindEurope, Analyse France Renouvelables

Chiffres clés de l'éolien en mer



1,9 TWh

Production électrique
en 2023



800 MW

Puissance raccordée
au 31 décembre 2023



7 840

emplois directs et
indirects de la filière
en 2023



≈ 3,5 Mds €*

Chiffre d'affaires de la
filrière en 2023



235

entreprises impliquées
en 2022



3,8 Mds d'€

investis en 2023

Le premier parc éolien industriel en mer français



Saint-Nazaire

**Parc éolien
en mer
de S-Nazaire**



Mise en service en **2022**



80 éoliennes GE de 6 MW fabriquées à Montoir-de-Bretagne
(éolien posé à monopieux)



Consommation électrique de **700 000 personnes**



4,7 millions € de revenus annuels (soit 50 % du produit de la
taxe éolienne en mer) pour les communes

81

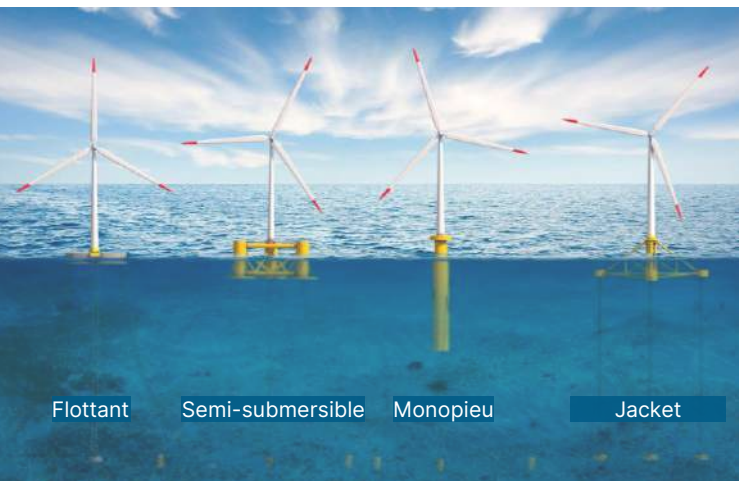
**Chiffres d'affaires de l'ensemble des prestataires et fournisseurs de la chaîne de valeur (hors énergie vendue)*

Sources : Agence ORE, Enedis, RTE

L'éolien en mer

L'éolien en mer posé et flottant : deux technologies se développant dans les eaux françaises.

Exemples d'installations éoliennes en mer :



Flottant

Semi-submersible

Monopieu

Jacket



L'éolien en mer posé

Fixes et destinées aux fonds marins jusqu'à 50 - 60m, ces éoliennes peuvent exploiter les forts vents marins côtiers :

- 3 parcs sont en activités (1,5 GW)
- 6 parcs sont actuellement en construction (1,7 GW)
- 3 autres appels d'offres sont en cours (3,5 GW)

L'éolien posé est la technologie la plus mature et compétitive parmi les EMR. L'éolien posé représente 90 % du chiffre d'affaires de la filière.

L'éolien en mer flottant

Avec une fondation flottante, reliée aux fonds marins par des lignes d'ancrage, ces éoliennes peuvent être implantées plus au large, dès 30 - 50m de profondeur.

Sources : Analyse France Renouvelables, Eoliennesenmer.fr

L'éolien en mer : un maillage qui s'accélère

3 parcs en activité

au 30 juin 2024 (Saint-Nazaire, Fécamp et Saint-Brieuc)

3 parcs en construction (1,5GW)

pour une mise en service au plus tard en 2026

3 parcs attribués (1,85GW)

en phase d'étude pour une mise en service à l'horizon 2031

3 fermes pilotes

d'éolien flottant permettant de s'assurer de la viabilité de la technologie

Sources : Analyse France Renouvelables, Eoliennesenmer.fr

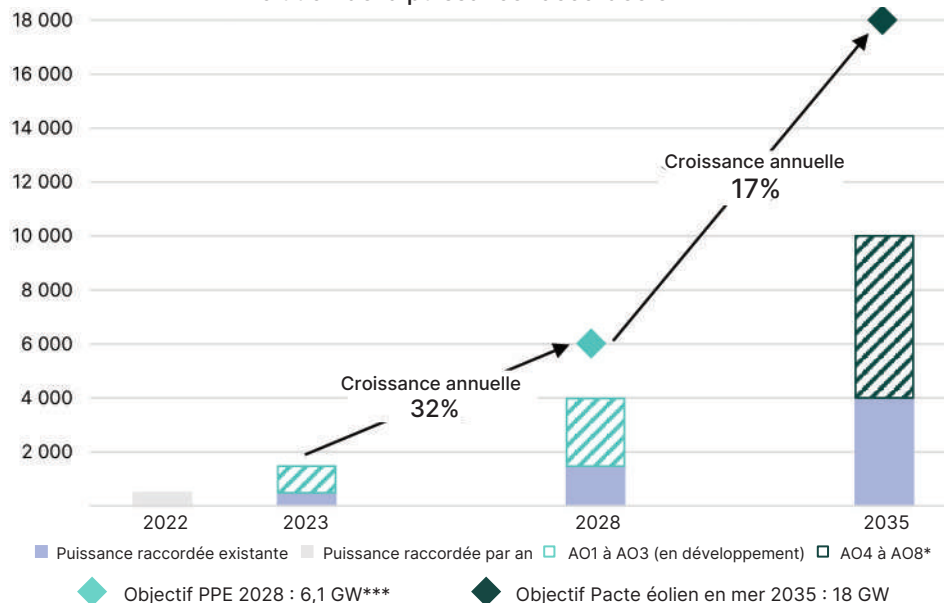
AVANCEMENT DES PROJETS



L'insuffisance de projets en cours de développement compromet l'atteinte de l'objectif de 6,1 GW

Objectifs nationaux 2023 atteints à 61 %

Évolution de la puissance raccordée en MW



Sources : Analyse France Renouvelables, Eoliennesenmer.fr

*Projets avec lauréats dont tous les jalons ne sont pas encore connus



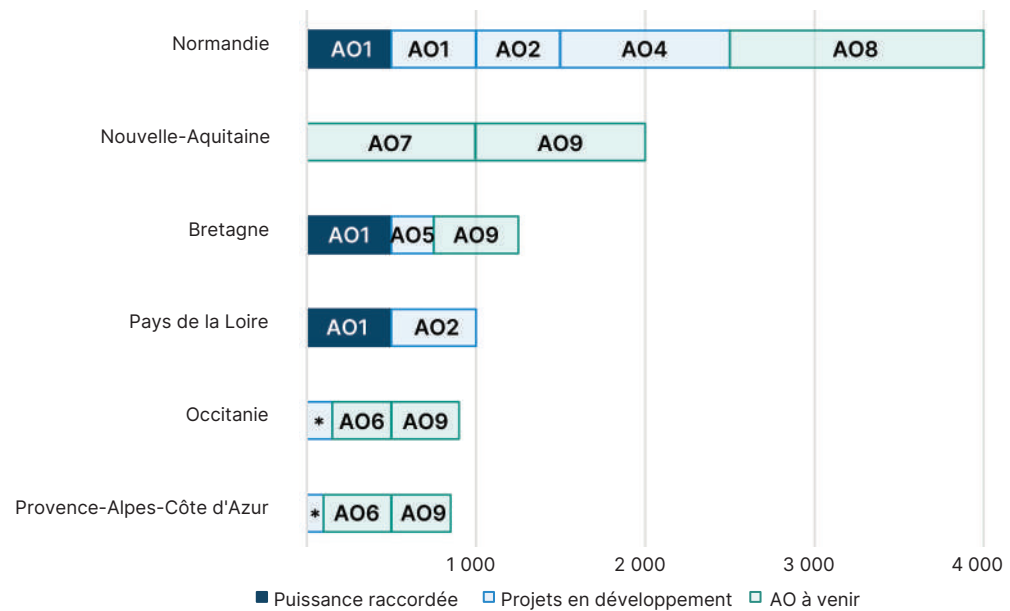
Insuffisance de planification de projets pour atteindre les objectifs de la PPE 2028 et du Pacte éolien en mer de 2035.

De nouvelles décisions ministérielles sont attendues pour **atteindre le volume de projets suffisant et répondre aux objectifs du pacte éolien en mer.**

Les façades Manche et Atlantique sont privilégiées dans le cadre des projets éoliens en mer

9 GW d'éolien en mer sont planifiés, dont 2,75 GW déjà en développement.

Puissance raccordée et projets au 31 décembre 2023 (en MW)



AO	Date attribution	MW
AO1	2012	2 000
AO2	2014	1 000
AO3	2019	600
AO4	2023	1 000
AO5	2024	250
AO6	2024	500
AO7	2025	1 000
AO8	2025	1 500
AO9	2025	2 500

85

*Eolien flottant pilote

Sources : Analyse France Renouvelables, Eoliennesenmer.fr

La France possède une place prépondérante dans l'industrie éolienne à l'échelle européenne

1^{er}

Pays ex aequo
avec le
Danemark dans
la concentration
des activités
fabrication de
pales et de
nacelles

1^{er}

Pays européen
avec le plus
grand nombre
d'entreprises
spécialisées
dans la
production de
fondations

2^e

Pays européen
avec le plus
grand nombre
d'entreprises
spécialisées
dans les
opérations de
maintenance

4^e

Pays européen
avec le plus
grand nombre
d'entreprises
spécialisées
dans la
production de
composants
industriels

4^e

Pays avec le taux
de raccordement
le plus élevé
(onshore et
onshore)
– 1 750 MW

Des mesures réglementaires sont mises en place pour favoriser le développement de l'industrie éolienne

L'Europe et la France accélèrent sur le cadre réglementaire pour renforcer le développement de l'industrie éolienne.

Net Zero Industry Act (NZIA), un cadre à l'échelle européenne pour une industrie bas-carbone

Les mesures réglementaires pour soutenir l'industrie éolienne sur toute la chaîne de valeur se sont multipliées. Ces mesures couvrent plusieurs aspects, de la planification et le développement jusqu'à la production, l'installation et la gestion des parcs éoliens. L'Union européenne soutient la localisation de la production de composants éoliens en incitant les entreprises à établir des usines de fabrication de turbines, de pâles et autres composants sur le sol européen.

Le NZIA est un règlement de l'Union européenne visant à renforcer l'industrie des technologies bas-carbone en Europe, dans le cadre de l'ambition de neutralité carbone d'ici 2050. Son objectif principal est de stimuler la production locale de technologies « net zéro » et de réduire la dépendance de l'Europe vis-à-vis des importations de technologies essentielles pour la transition énergétique, dont font partie les éoliennes.

87

Loi pour l'accélération de la production d'énergies renouvelables



La loi APER vise à accélérer le développement et la planification territoriale des EnR. Elle permet aux communes de définir des zones d'accélération pour les énergies renouvelables.



Critical Materials Act



Le CMA veut garantir un approvisionnement stable et sécurisé en matériaux critiques indispensables à la production de technologie vertes. Il encourage l'innovation, le recyclage et la réutilisation des matériaux, met en place des stocks stratégiques et des plans d'urgence en cas de perturbation d'approvisionnement.



Loi Industrie Verte



Le projet de loi de finances 2024 introduit un crédit d'impôt « investissement industries vertes » (C3IV) pour encourager les investissements dans les technologies vertes. La procédure d'autorisation administrative est simplifiée pour accélérer l'implantation de nouveaux parcs EnR, réduisant les délais de 17 à 9 mois.



Paquet éolien

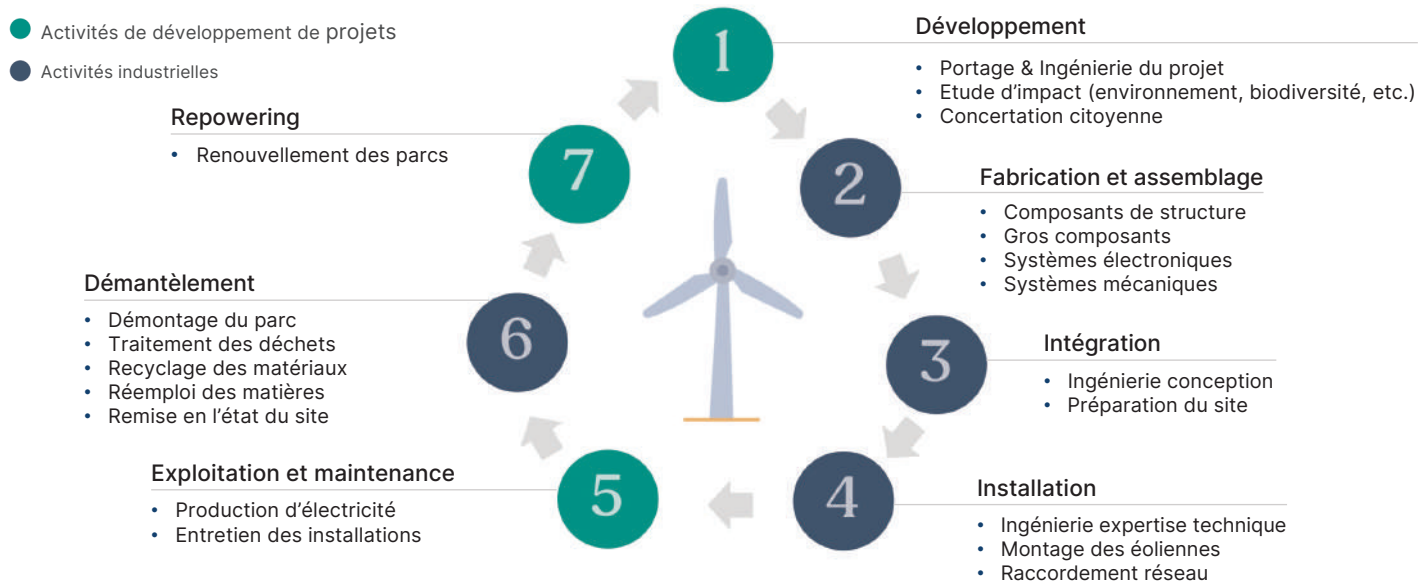


La Commission lance l'initiative « Accèle-RES », pour une mise en œuvre rapide des règles révisées de l'UE sur les énergies renouvelables. Pour stimuler les investissements dans la fabrication d'équipements éoliens en Europe, la Commission facilitera l'accès au financement via le Fonds pour l'innovation.

Source : Ministère de la Transition Ecologique

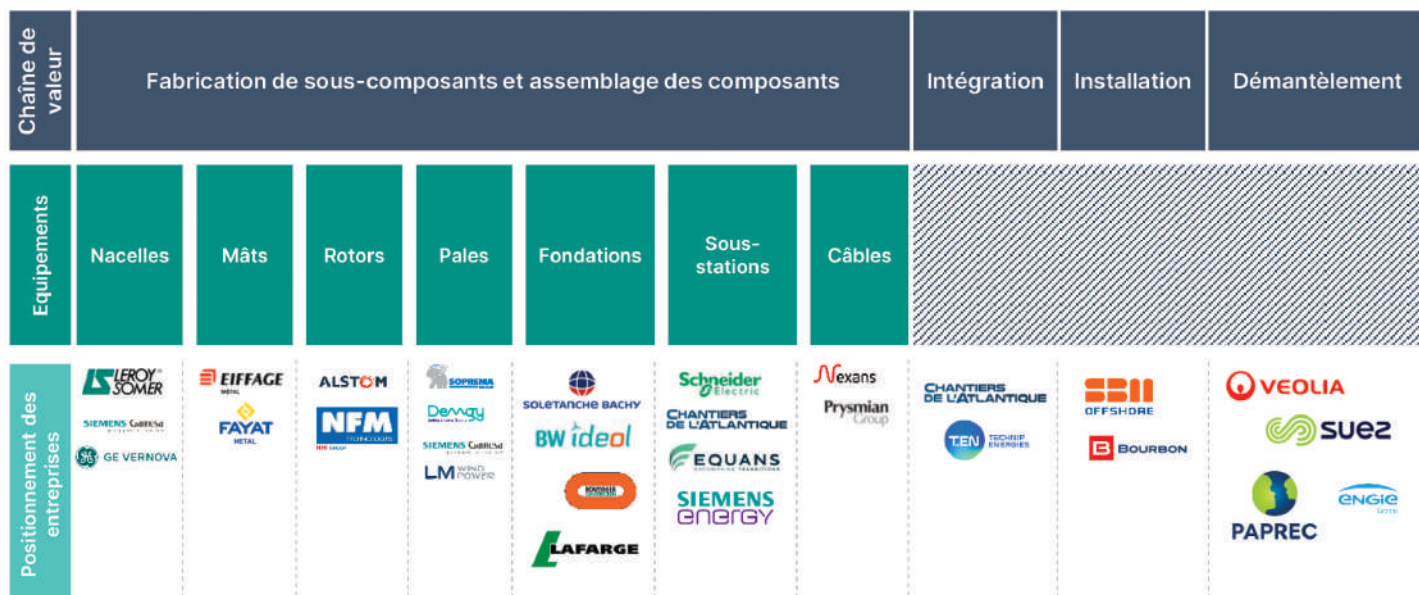
De la conception au repowering : les étapes clés de la chaîne de valeur éolienne

La chaîne de valeur de l'éolien englobe la conception, la fabrication, l'installation, la maintenance, le démantèlement et le repowering des éoliennes, intégrant des activités allant de la production des composants (pales, nacelles, mâts, fondations) à la gestion des parcs éoliens et au recyclage des matériaux.



Les industriels français sont positionnés sur tous les maillons de la chaîne de valeur de l'industrie

La chaîne de valeur de l'éolien est structurée autour d'acteurs industriels traditionnels qui développent leur expertise sur différents maillons à travers des filiales dédiées, et d'acteurs industriels spécialisés sur la production de certains équipements.



89

Focus réussites industrielles – installation de la sous-station du parc éolien offshore des îles d'Yeu et Noirmoutier



Saint Nazaire
Éolien offshore



Nature du projet

Après l'installation des fondations à la fin du mois de mai, la sous station du parc éolien offshore des îles d'Yeu et Noirmoutier a été installée le 12 juin 2024. Cet équipement industriel, essentiel aux parcs éoliens, permet de convertir l'électricité produite par les éoliennes, avant de l'injecter dans le réseau électrique.

Le module installé au parc offshore d'Yeu-Noirmoutier a été construit aux Chantiers de l'Atlantique, sur le même modèle que les sous-stations qui équipent les trois autres champs français, dont celui de Saint-Nazaire.

90

Actualités

Les prévisions de développement des Chantiers de l'Atlantique sont positives, avec la signature d'un contrat de 4,5 milliards d'euros le 2 mai 2024, en partenariat avec RTE et Hitachi Energy, pour la construction de trois nouvelles plateformes en mer à courant continu qui équiperont les parcs éoliens en mer de Normandie (Centre Manche 1 et 2) et Oléron.

En chiffres :

2 500 tonnes

la sous-station électrique a nécessité l'usage d'un navire-grue, aussi grand que la Tour Eiffel, pour sa mise en place.

600 000 heures

ont été nécessaires pour la construction de la sous-station dans les ateliers industriels.

300+ salariés

ont été mobilisés pendant trois jours afin d'assurer l'installation en mer.

Focus réussites industrielles – l'ouverture officielle de l'usine de recyclage de terres rares



Lacq
Recyclage



Nature du projet

Annoncée au début de l'année 2022, l'entreprise lyonnaise Carester devrait mettre en service sa 1ère usine spécialisée dans le recyclage de terres rares, située dans le bassin de Lacq, en fin d'année. Avec l'ambition de contribuer à l'indépendance de la France à l'égard des importations de terres rares, Carester contribue à sécuriser les chaînes d'approvisionnement en matières premières.

91

Actualités

Dans ce projet, la start-up lyonnaise s'est associée à l'entreprise de chimie Solvay pour soutenir le développement de ses activités. A travers ce partenariat stratégique, Solvay partagera son savoir-faire industriel appuyé par sa technologie, et Carester apportera son expertise en matière de recyclage des équipements en fin de vie ainsi que sa connaissance du marché en amont et de ses activités connexes.

En chiffres :

15 millions d'euros.

Dans le cadre du plan de relance post-Covid, l'Etat apporte son soutien à hauteur de

diminuera de 80%.

Grâce à cette innovation, la consommation en eau, nécessaire dans le processus de production industriel,

320 tonnes de terres rares / an.

La production de l'usine devrait débuter en juillet 2024 à hauteur de

Réussite industrielle – l'entreprise Louis Dreyfus Armateurs développe ses activités d'expertise dans l'éolien offshore



Louis Dreyfus Armateurs a annoncé la commande de deux nouveaux navires de transfert de techniciens (CTV) le 6 juillet 2024, portant sa flotte à un total de 7 vaisseaux. Ces derniers seront basés sur le modèle StratCat avec une capacité de 24 passagers, et devront être livrés au 1^{er} trimestre 2025.

En chiffres :

18 à 30 mois

sont nécessaires pour la construction d'équipements industriels, tels que le navire de transfert d'équipage (CTV) et le navire d'opérations de services (SOV).

300+ ETP

sont assurés grâce aux activités industrielles de l'entreprise, en particulier dans l'exploitation des navires (marins sur les SOVs et CTVs).

+150 millions €

d'investissement ont été réalisés dans les activités de services de l'éolien offshore.



La Turballe
Éolien offshore



Nature du projet

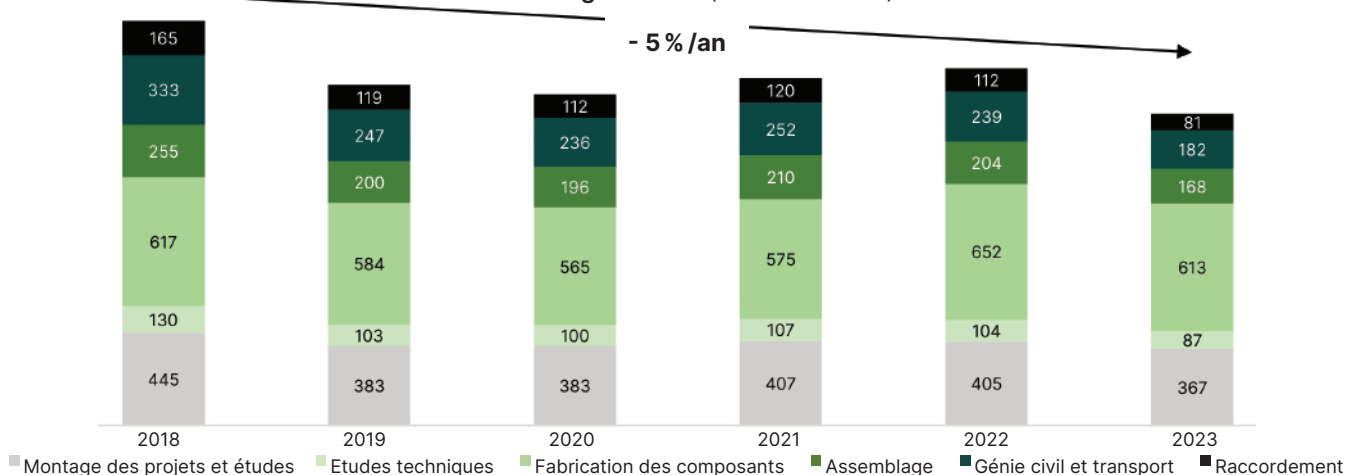
Créée en 1890, Louis Dreyfus Armateurs est une entreprise française spécialisée notamment dans la filière offshore, avec pour principales activités : les services de transfert de personnel pour les phases d'O&M des champs, via la gestion et l'exploitation de moyens nautiques dédiés tels que les Service Operation Vessels (SOVs) ou les Crew Transfer Vessels (CTVs) ainsi que les prestations d'installation, d'ensouillage et de maintenance de câbles de puissance sous-marins (à travers sa filiale LDTravocéan).

Dans le cadre de ses activités, Louis Dreyfus Armateurs développe des solutions innovantes pour optimiser les solutions techniques proposées avec les besoins opérationnels de ses clients (développeurs, turbineurs) et du projet, dans un environnement concurrentiel. À titre d'exemple, LDA a développé, construit et opère des tranches mécaniques (TMO5), des CTVs conçus avec des coques semi-swath ou encore des SOVs hybrides.

92

La production industrielle éolienne sur le territoire française est portée par les activités de fabrication des composants et de montage des projets

Évolution de la valeur générée* par l'industrie éolienne installée sur le territoire français par activité
– hors énergie vendue (en M€ courants)



93

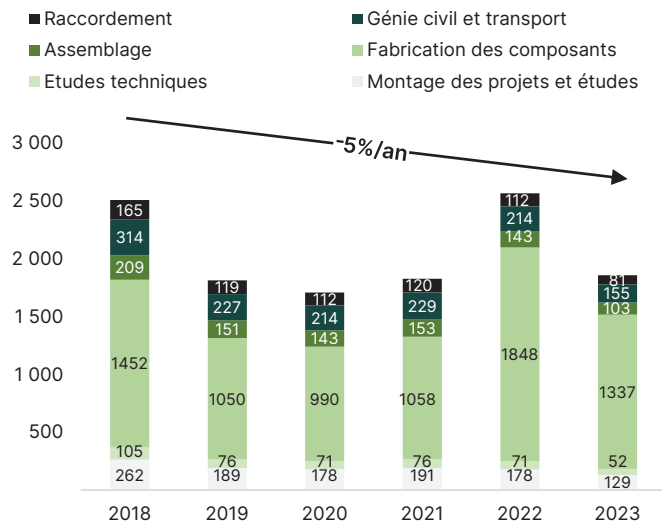
La valeur générée par l'industrie éolienne sur le territoire français est en baisse de **13% par rapport à l'année précédente**. La principale valeur générée est issue des activités de **fabrication des composants** qui représente environ **41%** de la valeur générée par l'industrie éolienne française en 2023. Les composants principaux (mâts, pales, rotors et turbines) ne représentent que 13% de la valeur générée par la fabrication des composants. L'autre segment important sont les activités de montage des projets qui contribuent à hauteur de 25% à la création de valeur de l'industrie éolienne française.

*Valeur générée = investissement domestique + exportations – importations
Les investissements correspondent aux achats d'actifs dont l'exploitation est localisée en France

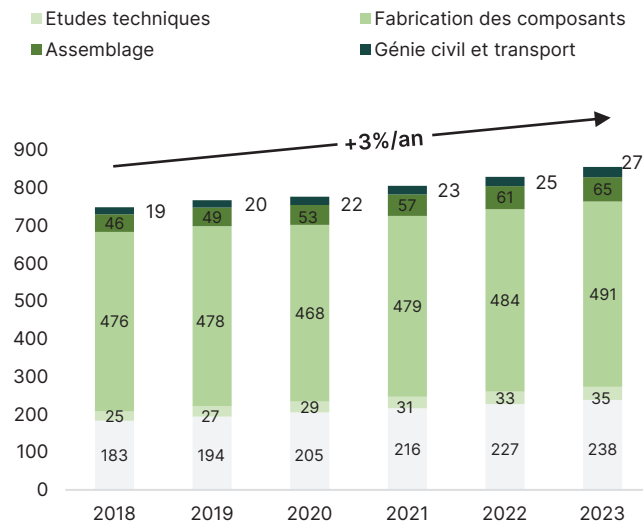
Source : ADEME « Marchés et emplois dans le secteur des énergies renouvelables et de récupération »

La fabrication des composants est le segment le plus important dans l'investissement domestique et les exportations en France

Évolution du montant de l'investissement domestique par activité – hors énergie vendue (en M€ courants)



Évolution du montant des exportations par activité – hors énergie vendue (en M€ courants)



L'investissement domestique a connu une forte contraction de 28 % entre 2022 et 2023. Il est principalement porté par la fabrication des composants qui en représente 72 % en 2023. Les exportations sont en croissance modérée et stable principalement portée par la fabrication de composants et le montage de projets qui y contribuent respectivement à hauteur de 63 % et 23 %.

Source : ADEME « Marchés et emplois dans le secteur des énergies renouvelables et de récupération »

Regain d'activités à l'export pour les entreprises françaises présentes sur le marché de l'éolien en mer

2 entreprises sur 3 étaient concernées par l'export en 2023.

Nombre d'interventions dans des projets à l'étranger

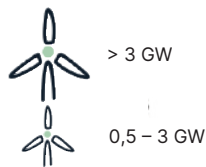


Source : Observatoire des énergies de la mer 2024

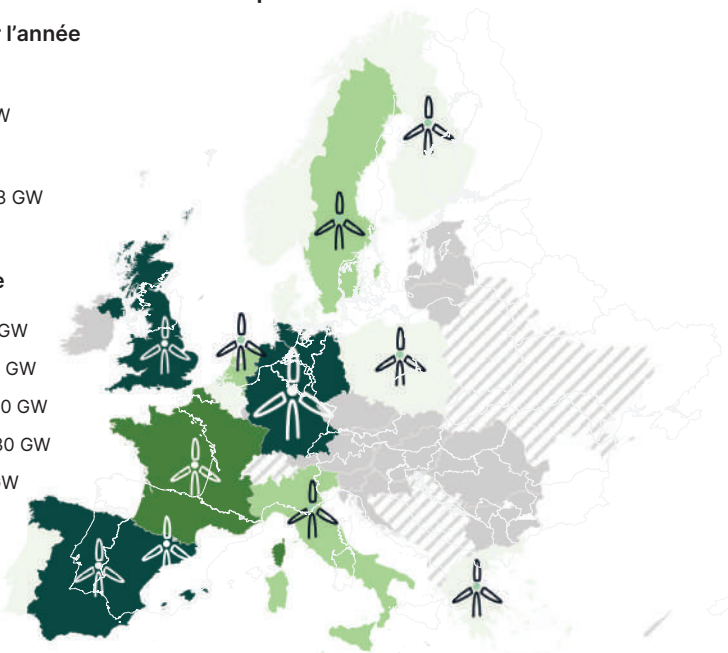
La France est le 4^{ème} pays européen en termes de capacités éoliennes installées

Puissance éolienne terrestre et en mer installée par pays en Europe à fin 2023

Installation sur l'année



Capacité totale



Sources : WindEurope, Ember



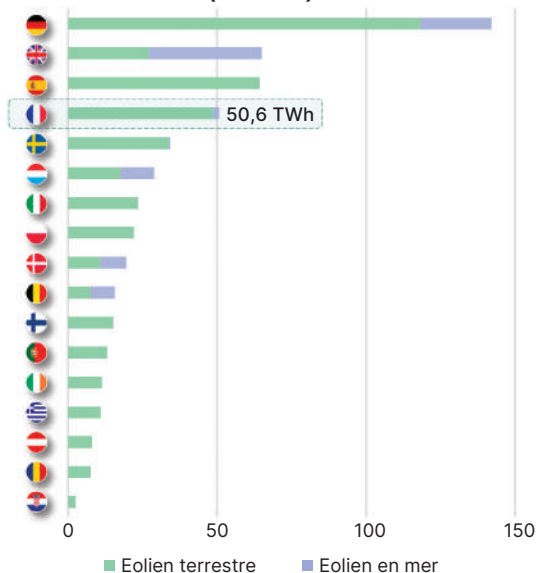
En 2023, **16,2 GW** de nouvelles capacités éoliennes ont été installées dans l'UE, portant la capacité totale à 218 GW.

L'objectif pour 2030 est d'atteindre **425 GW**, ce qui implique une augmentation de 200 GW en 6 ans, soit 30 GW par an. Pour se rapprocher de cet objectif, il est nécessaire de **doubler le rythme actuel des installations**.

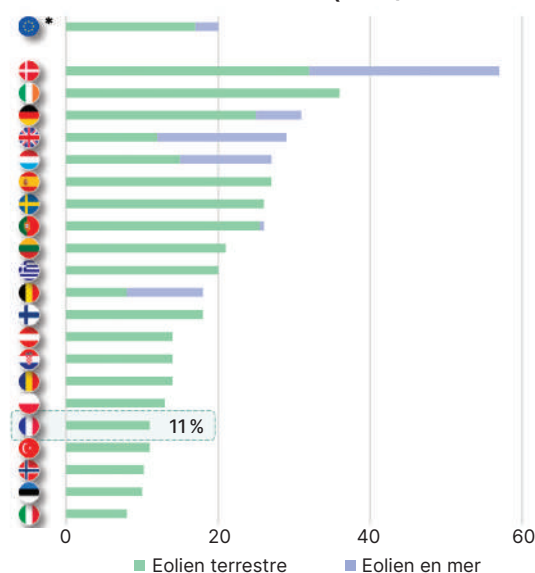
La France et le Royaume-Uni affichent respectivement des facteurs de charge (éolien terrestre) de 26 % et 25 %, **tous deux supérieurs à ceux de l'Espagne (24 %) et de l'Allemagne (23 %)**, ce qui confirme le **fort potentiel éolien** de la France.

La production d'électricité éolienne atteint 477 TWh et surpasse celle des centrales à gaz de l'Europe

Production d'électricité d'origine éolienne en Europe
(en TWh)



Demande d'électricité couverte par l'énergie éolienne en 2023 (en %)



Bien que l'énergie éolienne ne représente que 11 % de la consommation énergétique de la France, la plaçant à la 17^{ème} position en Europe, le pays demeure tout de même le **4^{ème} plus grand producteur d'électricité éolienne en Europe**.

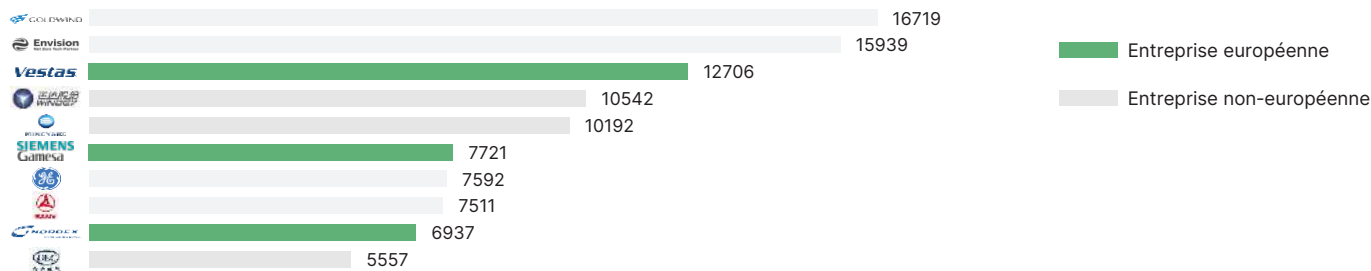
Source : WindEurope

*Royaume-Uni inclus

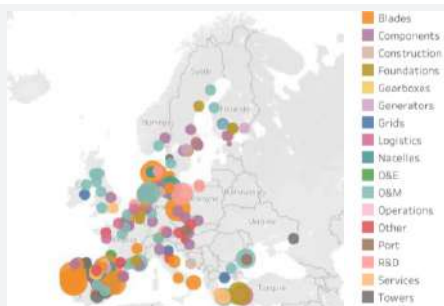
L'Europe a développé une industrie éolienne forte en mesure de servir son marché domestique

Le TOP 10 des turbiniers représente 85% des 120 GW installés en 2023. Parmi ce TOP 10, il y a 3 turbiniers européens qui ont installé 27 GW soit 23% de part de marché.

Répartition des capacités installées en 2023 au niveau mondial parmi le TOP 10 des turbiniers (en MW)



98



Répartition des usines de production dédiées à l'éolien terrestre en Europe



L'industrie éolienne européenne est présente sur tous les maillons de la **chaîne de valeur industrielle de l'éolien terrestre**, et l'Europe de l'Ouest concentre la majorité des sites industriels.



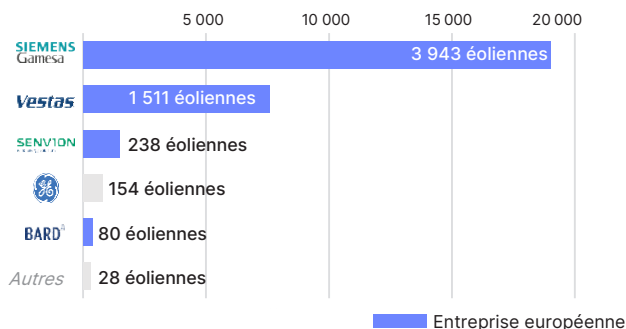
L'Europe est un des leaders du marché de l'éolien terrestre avec **plus de 218 GW de puissance installée à fin 2023**, soit plus de 20% de la puissance installée au niveau mondial.

Sources : WindEurope, GWEC

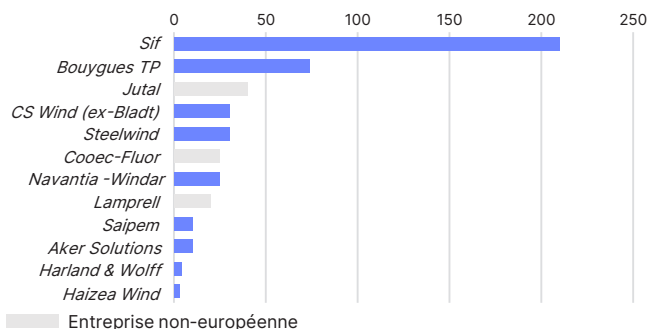
L'Europe peut s'appuyer sur la solidité de son tissu industriel pour atteindre ses objectifs

95%+ des turbines installées en Europe sont conçus par des constructeurs européens, et 80%+ des fondations d'éoliennes en mer en Europe sont réalisées par des entreprises européennes. *

Capacité installée en Europe par entreprise (MW) à fin 2022

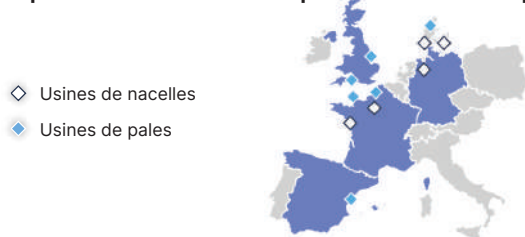


Fondations réalisées en Europe par entreprise à fin 2022



99

Répartition des usines de production en Europe



L'Europe est le leader du marché de l'éolien en mer avec +30 GW installés et un objectif de 300 GW d'ici 2050.



Le marché européen couvre l'intégralité de la chaîne de valeur de l'éolien en mer.



La France héberge à ce jour plus d'un tiers des sites de fabrication de pales et de nacelles conçues pour l'éolien en mer en Europe.

*Données à fin 2022

Source : WindEurope

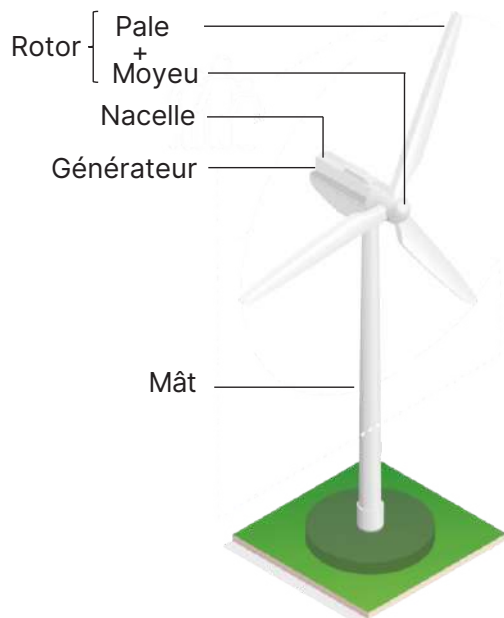
4

Annexes

101

Fonctionnement d'une éolienne

Une éolienne transforme l'énergie cinétique du vent en énergie électrique.



La force du vent est captée par les pales de l'éolienne...



...qui tournent alors de 10 à 25 tours par minute et entraînent avec elles leur axe (rotor).



Dans la nacelle, le générateur transforme le mouvement du rotor en électricité.



Cette électricité est ensuite convertie avant d'être injectée sur le réseau par des câbles souterrains.



102

Source : L'éolien en 10 questions, ADEME

Critères de choix pour l'implantation d'un parc

L'analyse du vent est un critère essentiel pour le choix du lieu d'implantation d'un parc éolien.

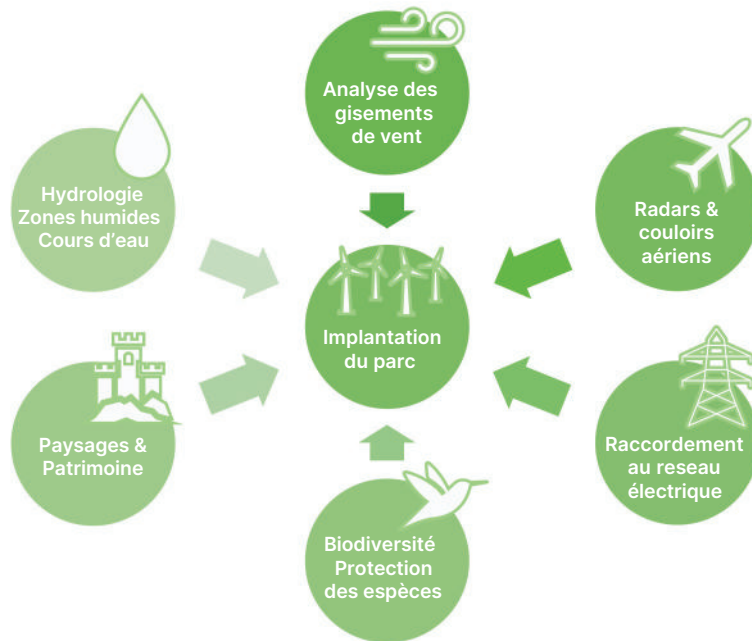
Le vent, une source à maîtriser

L'efficacité d'une éolienne dépend de la vitesse et de la fréquence des vents. Un site avec des vents de 30 km/h de moyenne sera environ 8x plus productif qu'un autre site avec des vents de 15 km/h de moyenne. En France, un projet est considéré comme intéressant économiquement si la vitesse moyenne annuelle du site est aux alentours de 21 à 25 km/h.

D'autres critères rentrent aussi en compte comme la nature du sol pour supporter les fondations et la connexion au réseau électrique.



Les éoliennes doivent viser une taille de rotor optimale pour être en mesure de capter un vent puissant et continu. Plus le diamètre du rotor (5 et 6) est étendu, plus l'énergie captée est importante.

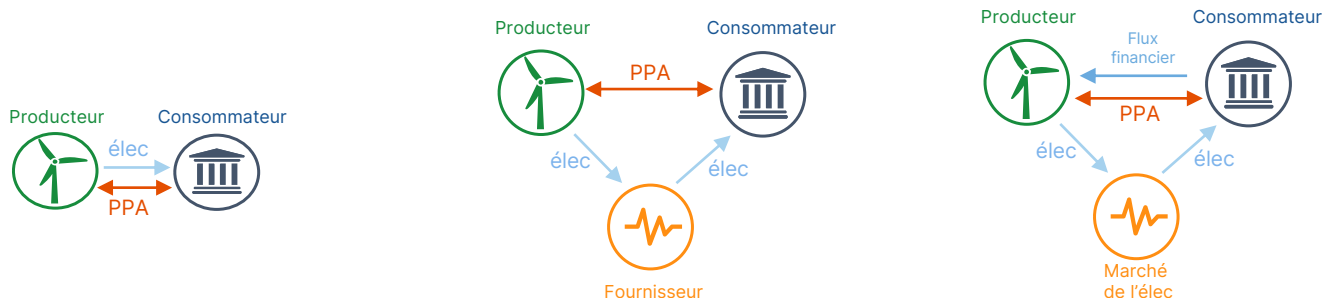


103

Source : Le parc et l'éolien, Parc naturel régional Loire-Anjou-Touraine

Corporate Power Purchase Agreements (CPPA)

Les contrats d'achats d'électricité peuvent se traduire sous plusieurs formes différentes : physiques ou virtuels.



104

Physique "sur site"

L'électricité est livrée de façon directe et physique chez le consommateur.

Physique "hors site"

Le consommateur achète l'électricité au producteur et se fait livrer par son fournisseur (qui fournit éventuellement un complément d'électricité).

Virtuels

Le consommateur s'engage auprès d'un producteur d'énergie verte à fournir un complément de rémunération par rapport au prix de marché. Il n'y a pas de notion de livraison physique.

Source : Capgemini Invent

Carte d'identité des acteurs éoliens par région



105

Carte d'identité des acteurs éoliens par région

Auvergne-Rhône-Alpes

Chiffres clés

2 697 emplois (+3 % par rapport à 2022)



742 MW installés au 30 juin 2024

6,2 M € de retombées fiscales*

311 sociétés

Ain	30 MW	Haute-Loire	69 MW
Allier	66 MW	Haute-Savoie	0 MW
Ardèche	231 MW	Loire	17 MW
Cantal	113 MW	Puy-de-Dôme	51 MW
Drôme	151 MW	Rhône	12 MW
Isère	3 MW	Savoie	0 MW



Top 10 des employeurs éoliens

OMEXOM

AVANCE AU VENT

Schneider
ELECTRIC

GE

ENGIE

SPIE

BORALEX

NTN

2W

Bodycote

Top 10 des exploitants

1 **BORALEX**

2 **EDF**
renouvelables

3 **WPO**

4 **ENGIE**

5 **RES**

6 **valeco**

7 **EDS**
HOLDING

8 **CR**

9 **TE**
TotalEnergies

10 **NEOEN**

NB: Chiffres à juin 2024

106

Ces entreprises ont leur siège social dans la région Auvergne - Rhône-Alpes :



*Selon calcul suivant : 1 MW = 8 360€ de retombées fiscales (norme IFER)

Carte d'identité des acteurs éoliens par région

Bourgogne-Franche-Comté

Chiffres clés

1 099 emplois (+9% par rapport à 2022)



1 188 MW installés au 30 juin 2024

9,9 M € de retombées fiscales*

160 sociétés

Côte-d'Or	388 MW	Territoire de Belfort	0 MW
Doubs	210 MW	Yonne	408 MW
Haute-Saône	100 MW		
Jura	18 MW		
Nièvre	52 MW		
Saône-et-Loire	12 MW		



Top 10 des employeurs éoliens



Top 10 des exploitants



NB: Chiffres à juin 2024

107

Ces entreprises ont leur siège social en Bourgogne-Franche-Comté :



*Selon calcul suivant : 1 MW = 8 360€ de retombées fiscales (norme IFER)

Carte d'identité des acteurs éoliens par région

Bretagne

Chiffres clés

1 417 emplois (+7% par rapport à 2022)



1 864 MW installés au 30 juin 2024

15,6 M € de retombées fiscales*

206 sociétés

Côtes-d'Armor	994 MW
Finistère	227 MW
Ille-et-Vilaine	182 MW
Morbihan	459 MW



Top 10 des employeurs éoliens



Top 10 des exploitants



108

NB: Chiffres à juin 2024

Ces entreprises ont leur siège social en Bretagne :



*Selon calcul suivant : 1 MW = 8 360€ de retombées fiscales (norme IFER)

Carte d'identité des acteurs éoliens par région

Centre-Val de Loire

Chiffres clés

795 emplois (+21% par rapport à 2022)



1 479 MW installés au 30 juin 2024

12,4 M € de retombées fiscales*

108 sociétés

Cher	303 MW	Loir-et-Cher	55 MW
Eure-et-Loir	748 MW	Loiret	218 MW
Indre	350 MW		
Indre-et-Loire	0 MW		



Top 10 des employeurs éoliens



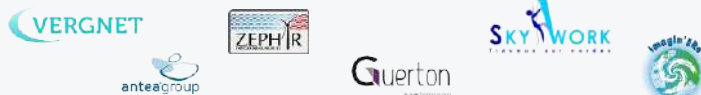
Top 10 des exploitants



NB: Chiffres à juin 2024

109

Ces entreprises ont leur siège social dans la région Centre -Val de Loire :



*Selon calcul suivant : 1 MW = 8 360€ de retombées fiscales (norme IFER)

Carte d'identité des acteurs éoliens par région

Grand-Est

Chiffres clés

2 080 emplois (+8% par rapport à 2022)



4 792 MW installés au 30 juin 2024

40,1 M € de retombées fiscales*

275 sociétés

Ardennes	67 MW	Moselle	339 MW
Aube	1 078 MW	Bas-Rhin	26 MW
Marne	1 332 MW	Haut-Rhin	0 MW
Haute-Marne	507 MW	Vosges	120 MW
Meurthe-et-Moselle	106 MW		
Meuse	598 MW		



Top 10 des employeurs éoliens



Top 10 des exploitants



110

NB: Chiffres à juin 2024

Ces entreprises ont leur siège social dans la région Grand -Est :

SERMES
La solution électrique maîtrisée



VENT'EST

Windvision



URANO

CALYCE
Windmanagement

SUPAIRVISION
WIND TURBINE SERVICES BY SKODA

*Selon calcul suivant : 1 MW = 8 360€ de retombées fiscales (norme IFER)

Carte d'identité des acteurs éoliens par région

Hauts-de-France

Chiffres clés

2 559 emplois (-3% par rapport à 2022)

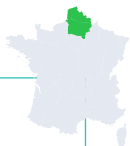


6 446 MW installés au 30 juin 2024

53,9 M € de retombées fiscales*

264 sociétés

Aisne	1 453 MW
Nord	470 MW
Oise	771 MW
Pas-de-Calais	1 564 MW
Somme	2 187 MW



Top 10 des employeurs éoliens

DILLINGER

CELTIC LEVAGE

DUFOUR

SPIE

cetim

h2air

Vestas

SEL

BORALEX

ENERCON
ENERGIE FÜR DIE WELT

Top 10 des exploitants

- 1 **energie TEAM**
- 2 **ENGIE**
- 3 **BORALEX**
- 4 **EDF**
renouvelables
- 5 **ENERTRAG**
- 6 **eurowatt**
- 7 **CR**
- 8 **VOLKSWIND**
- 9 **OSTWIND**
- 10 **WPO**

NB: Chiffres à juin 2024

111

Ces entreprises ont leur siège social dans la région Hauts-de-France :



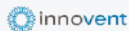
BORALEX

RP GLOBAL
RENEWABLE POWER



windmanager

KDE FRANCE
ENERGY



ESCOFI
ENERGIE SOLAIRE

VERSPIEREN
COOPÉRATIVE ÉOLIENNE

POWEEND

*Selon calcul suivant : 1 MW = 8 360€ de retombées fiscales (norme IFER)

Carte d'identité des acteurs éoliens par région

Île-de-France

Chiffres clés

7400 emplois (+11% par rapport à 2022)



148 MW installés au 30 juin 2024

1,2 M € de retombées fiscales*

424 sociétés

Paris	0 MW	Val-de-Marne	0 MW
Seine-et-Marne	59 MW	Val-d'Oise	0 MW
Yvelines	17 MW		
Essonne	77 MW		
Hauts-de-Seine	0 MW		
Seine-Saint-Denis	0 MW		



Top 10 des employeurs éoliens



Top 5 des exploitants



NB: Chiffres à juin 2024

112

Ces entreprises ont leur siège social dans la région Ile-de-France :



*Selon calcul suivant : 1 MW = 8 360€ de retombées fiscales (norme IFER)

Carte d'identité des acteurs éoliens par région

Normandie

Chiffres clés

4 225 emplois (+45% par rapport à 2021)



1 563 MW installés au 30 juin 2024

13,1 M € de retombées fiscales*

152 sociétés

Calvados	159 MW
Eure	126 MW
Manche	142 MW
Orne	53 MW
Seine-Maritime	1 082 MW



Top 10 des employeurs éoliens



Top 10 des exploitants



NB: Chiffres à juin 2024

113

Ces entreprises ont leur siège social dans la région Normandie :



*Selon calcul suivant : 1 MW = 8 360€ de retombées fiscales (norme IFER)

Carte d'identité des acteurs éoliens par région

Nouvelle-Aquitaine

Chiffres clés

1 383 emplois (-4% par rapport à 2022)



1 885 MW installés au 30 juin 2024

15,8 M € de retombées fiscales*

285 sociétés

Charente	308 MW	Landes	0 MW
Charente-Maritime	352 MW	Lot-et-Garonne	0 MW
Corrèze	9 MW	Pyrénées-Atlantiques	0 MW
Creuse	66 MW	Deux-Sèvres	535 MW
Dordogne	0 MW	Vienne	472 MW
Gironde	0 MW	Haute-Vienne	134 MW



Top 10 des employeurs éoliens



Top 10 des exploitants



NB: Chiffres à juin 2024

114

Ces entreprises ont leur siège social dans la région Nouvelle-Aquitaine :



*Selon calcul suivant : 1 MW = 8 360€ de retombées fiscales (norme IFER)

Carte d'identité des acteurs éoliens par région

Occitanie

Chiffres clés

2 965 emplois (+6% par rapport à 2022)



1 717 MW installés au 30 juin 2024

14,4 M € de retombées fiscales*

283 sociétés

Ariège	0 MW	Hérault	324 MW
Aude	476 MW	Lot	6 MW
Aveyron	328 MW	Lozère	63 MW
Gard	11 MW	Hautes-Pyrénées	0 MW
Haute-Garonne	45 MW	Pyrénées-Orientales	166 MW
Gers	0 MW	Tarn	304 MW
		Tarn-et-Garonne	0 MW



Top 10 des employeurs éoliens



Top 10 des exploitants



NB: Chiffres à juin 2024

115

Ces entreprises ont leur siège social dans la région Occitanie :

8.2 | The Experts in Renewable Energy

apexenergies



Ingeteam



Qair



Vestas



*Selon calcul suivant : 1 MW = 8 360€ de retombées fiscales (norme IFER)

Carte d'identité des acteurs éoliens par région

Pays de la Loire

Chiffres clés

3 697 emplois (+17% par rapport à 2022)



1 840 MW installés au 30 juin 2024

15,4 M € de retombées fiscales*

235 sociétés

Loire-Atlantique	1 012 MW**
Maine-et-Loire	212 MW
Mayenne	217 MW
Sarthe	82 MW
Vendée	317 MW

dont le parc éolien en mer de Saint Nazaire



Top 10 des employeurs éoliens



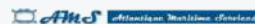
Top 10 des exploitants



NB: Chiffres à juin 2024

116

Ces entreprises ont leur siège social dans la région Pays de la Loire :



*Selon calcul suivant : 1 MW = 8 360€ de retombées fiscales (norme IFER)

**dont le parc éolien en mer de Saint-Nazaire

Carte d'identité des acteurs éoliens par région

Provence-Alpes-Côte d'Azur

Chiffres clés

1 069 emplois (+8% par rapport à 2022)



96 MW installés au 30 juin 2024

0,8 M € de retombées fiscales*

163 sociétés

Alpes-de-Haute-Provence	0 MW
Hautes-Alpes	0 MW
Alpes-Maritimes	0 MW
Bouches-du-Rhône	38 MW
Var	48 MW
Vaucluse	9 MW



Top 10 des employeurs éoliens



Top 5 des exploitants



NB: Chiffres à juin 2024

117

Ces entreprises ont leur siège social dans la région Provence-Alpes-Côte d'Azur :



*Selon calcul suivant : 1 MW = 8 360€ de retombées fiscales (norme IFER)

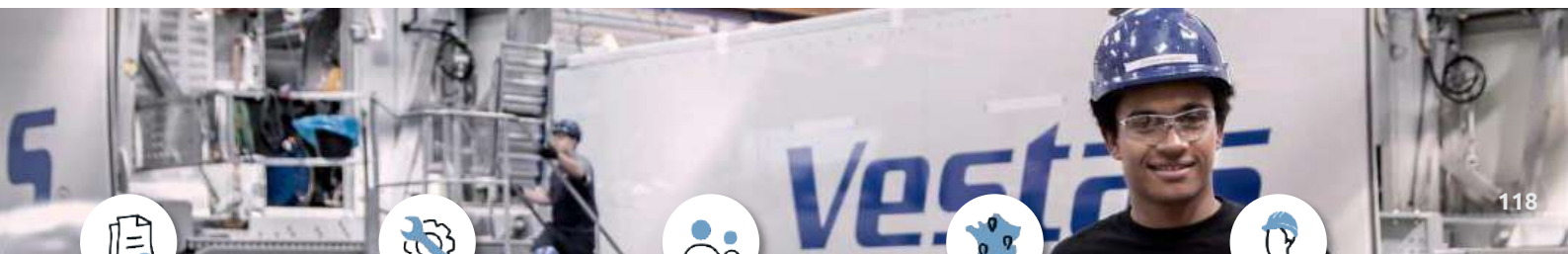
Les formations de l'éolien

Zoom sur le Campus Vestas

Vestas Campus a ouvert ses portes en 2021 afin de former ses étudiants aux métiers de la **maintenance éolienne**. L'intérêt spécifique de cette formation en alternance est qu'elle s'adresse particulièrement **à des jeunes sortis du système scolaire ou en reconversion, et issus des territoires**. Vestas met l'accent sur les compétences humaines, le travail en équipe, la capacité d'apprentissage, l'autonomie et la prise d'initiative.



Vestas



Prérequis

- Formation : Bac Technique (maintenance, mécanique automobile, électrotechnique...) ou CAP/BEP avec quelques années d'expérience professionnelle
- Permis B
- Notions d'anglais



Compétences développées

- Mécanique
- Electricité
- Hydraulique
- 70 % sur le terrain
- 30 % au Campus
- Certification GWO



CERTIFIED TRAINING PARTNER | 100



Promotions de 9-10 stagiaires

- Campus 2021 : 6 embauches
- Campus 2022 : 5 embauches
- Campus 2023 (en cours)
- Campus 2024 : Oct. 2024
- Campus 2025 : 1 session sur Reims et 1 session au Mans



Localisation

- Formation théorique : Reims (51)
- Formation pratique : sur les différents parcs éoliens de Troyes (10), Langres (52), Reims (51), Nancy (54), Saint Quentin (02), Amiens (80) et Cambrai (59) – au choix



CDI et contrat de professionnalisation

- Contrat de professionnalisation intérimaire de 12 mois porté par ADECCO
- POEC de 3 semaines avec le support de France Travail
- A l'issue de la formation, CDI VESTAS si prérequis atteints

Les formations de l'éolien



Zoom sur la Nordex Academy

La Nordex Academy est installée à Laon (02) depuis 2022 et s'ajoute aux autres centres de formation Nordex Group dans le monde.

Les formations dispensées à la Nordex Academy complètent les formations généralistes déjà présentes sur le territoire et permettent à Nordex France de spécialiser ses techniciens de maintenance sur ses produits **dès leur embauche puis tout au long de leur carrière** (formation GWO, habilitations électriques, formation technique, formation SST). **La formation continue des équipes est un point central chez Nordex Group.** Ainsi, la Nordex Academy dispose de toute la gamme de convertisseurs présente en France et reproduit toutes les interfaces de communication d'une éolienne pour toujours plus d'efficacité et pour une mise en pratique au plus proche des conditions réelles.

Le centre est ouvert à tous les collaborateurs de la région Méditerranée de Nordex Group et, depuis 2024, les formations sont également proposées à nos clients et partenaires. L'équipe de formateurs GWO s'est aggrandie pour étoffer l'offre de formations proposée, et pour former près de 500 personnes chaque année à la Nordex Academy.



119

Les formations de l'éolien

Zoom sur le Training Center Enercon

Le fabricant d'éoliennes ENERCON dispose depuis septembre 2017 d'un centre national de formation situé à Le Meux (60), en France. Ce bâtiment de 1400 m² accueille chaque année **600 techniciens de mise en service et de maintenance** (personnel ENERCON et prestataires). Une équipe de **6 formateurs** est présente pour les former en **électricité, mécanique et sécurité**.



Un programme d'intégration unique et complet

Grâce à près de 30 jours de formation la première année et ce dès l'embauche.



Une formation en conditions réelles

A l'aide d'équipements ENERCON, d'une plateforme de 500m² mais aussi d'une salle pour la haute tension et des ateliers pour les formations pratiques.



Développement de compétences

Avec comme formateurs d'anciens techniciens, spécialisés dans les techniques d'animation et de création de supports pédagogiques avec une expertise métier régulièrement challengée.



Un focus sur la sécurité

Via des équipements spécialisés ; plateformes conçues pour effectuer les exercices de sauvetage en machine, élévateurs de personnes destinés à en maîtriser l'utilisation, réalisation d'exercices d'évacuation etc.

120

L'animation de la filière

La filière est animée par des acteurs diversifiés, au sein de pôles de compétitivités, de clusters, ou d'autres structures.



Les pôles de compétitivité

Réseaux d'entreprises, d'unités de recherche et de formation, et d'organismes publics qui se regroupent autour d'un domaine d'activité considéré comme porteur d'avenir.

Sept pôles de compétitivité actifs dans l'éolien en France :

- PÔLE MER Bretagne Atlantique
- Technopole Brest-Iroise
- EMC2
- DERBI
- PÔLE MER Méditerranée
- Capenergies
- Tenerrdis



Les clusters

Regroupements d'acteurs publics et privés permettant les transferts de connaissances entre tous ces acteurs. Huit clusters actifs dans le domaine de l'éolien ont été recensés en France :

- Cluster Maritime Français
- MEDEE
- Ouest Normandie Energies Marines
- France Energies Marines
- Neopolia
- Technocampus Ocean, West
- Atlantic
- Marine Energy Center
- Cluster Eolien Aquitain
- CEMATER



Autres acteurs

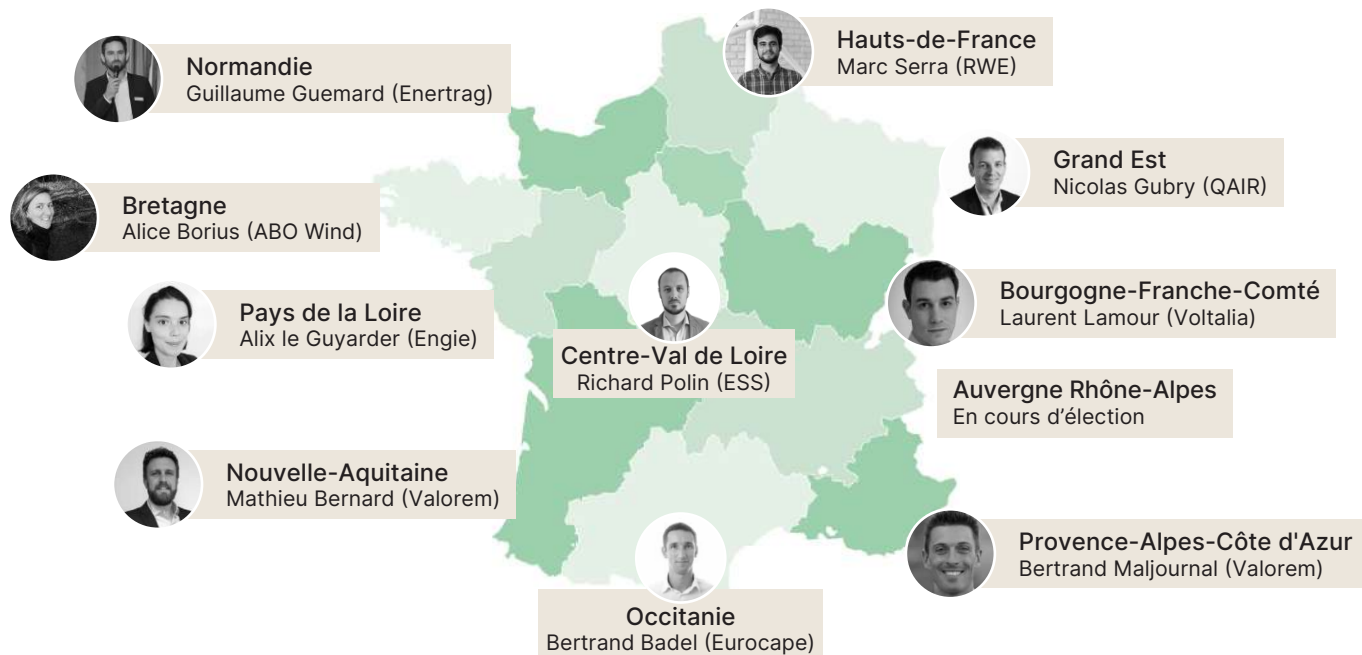
Syndicats et fédérations professionnelles qui, à l'instar de France Renouvelables, regroupent des professionnels de l'industrie éolienne :

- FNTF,
- FNTR,
- UFL,
- Cluster Maritime Français,
- Gimélec,
- EVOLEN,
- SER...

121

France Renouvelables anime la filière éolienne en région grâce à ses représentants sur les territoires (Groupes Régionaux)

Les Groupes Régionaux, constitués des membres de France Renouvelables présents en régions, assurent la remontée des problématiques rencontrés à l'équipe nationale, et relaient les actions de France Renouvelables au niveau local. Les Groupes Régionaux sont animés par des délégués régionaux.



L'animation de la filière



Zoom sur FOWT, le plus grand événement mondial dédié à l'éolien en mer flottant, co-organisé par France Renouvelables.

Depuis 2013, le Pôle Mer Méditerranée et la Chambre de Commerce et d'Industrie Marseille Provence co-organisent annuellement les Rencontres Scientifiques et Technologiques de l'Eolien Offshore Flottant contribuant à l'émergence de la filière. Depuis 2016, cette conférence se nomme désormais FOWT (Floating Offshore Wind Turbines), et France Renouvelables en est co-organisateur.

FOWT présente une triple ambition : accélérer la part de l'éolien flottant dans le mix énergétique mondial ; soutenir la structuration d'un écosystème et encourager les échanges entre acteurs de la chaîne de valeur ; faire de FOWT la vitrine du savoir-faire international de l'industrie éolienne en mer flottant.

L'édition 2024 de FOWT s'est tenue du 24 au 26 avril 2024 au Palais du Pharo à Marseille
(FOWT 2025 se tiendra du 23 au 25 avril 2025 à Brest)

123

Le meilleur de la science et le meilleur de la technologie

Financement, enjeux industriels, cadre réglementaire, impacts environnementaux, innovations technologiques, assurances, zoning ; toutes ces thématiques sont abordées pendant les 3 jours de conférences pour décrypter les enjeux liés à l'émergence et à l'industrialisation de l'éolien en mer flottant en France et dans le Monde. Afin d'assurer un programme varié et pertinent au cours des 3 jours, le comité d'organisation lance chaque année un « *Call for abstracts* ».



Éléments clés de l'événement FOWT 2024

- Co-financé par la région Provence-Alpes-Côte d'Azur et la CCI Aix-Marseille-Provence
- 60+ sponsors & partenaires industriels et institutionnels
- 3 journées de conférences plénières
- 1400+ participants
- 30+ nationalités représentées



Méthodologie



Recensement des emplois

- Envoi de questionnaires aux groupes et société référencées (avril à juin)
- Recensement des emplois à la maille de l'établissement



Recensement des puissances installées

- Recensement des puissances installées du 1^{er} juillet 2023 au 30 juin 2024 auprès des constructeurs de turbines actifs en France. Les « Top exploitants et constructeurs » des annexes sont* issus de cette collecte.
 - Recensement des opérations de démantèlement / repowering
- Mise à jour de la puissance installée cumulée



Cartographies

Choix des entreprises apparaissant sur chaque carte des acteurs par région :

- Top 10 des employeurs de la région
- Sièges sociaux des entreprises de plus de 5 ETP ayant répondu au recensement.

124



Estimation du nombre d'emplois

Répartition des emplois recensés entre les 4 maillons de la chaîne de valeur

1. Etudes et développement
2. Fabrication de composants
3. Ingénierie et construction
4. Exploitation et maintenance



Pour chaque maillon, estimation du nombre total d'emplois en fonction du nombre d'emplois recensés et de leur croissance par rapport à l'année précédente



Entreprises non recensées en 2023 : données estimées



Entreprises recensées en 2023 et pas en 2022 : données réelles



Entreprises recensées en 2022 et en 2023 : données réelles permettant d'établir un taux de croissance pour les données estimées

Crédits photographiques

Les crédits ci-dessous correspondent aux photos fournies par les constructeurs pour l'Observatoire.
Les autres photos sont des photos libres de droits.

Page	5	Enercon
Page	17	Nordex
Page	36	Parc éolien terrestre de Fruges
Page	38	Parc éolien en mer de Saint-Nazaire
Page	41	Vestas
Page	65	Nordex
Page	101	Enercon
Page	105	Enercon

125

Liste des membres de France Renouvelables

2W RH 3D ENERGIES 3E 8.2 FRANCE ABEL ENERGY FRANCE ABO WIND ACACIA ADI-NA (AGENCE DE DEVELOPPEMENT ET D'INNOVATION NOUVELLE AQUITAINE) AENCO AEOLIA AUDIT ET CONSEIL AGREGIO ALAJA ADVISORY ALEXIS ASSURANCES ALPIC ALPIQ ENERGIE FRANCE ALLTERRIC SARL AM'EOLIE GMBH AMARENCO FRANCE AMUNDI TRANSITION ENERGETIQUE APAL NW ARHYZE ARKOLIA ENERGIES SAS ARTELIA ATLANTIQUE MARITIME SERVICES ATLAS SUD AUDIDCE ENVIRONNEMENT AXPO SOLUTIONS AG BAYWA R.E FRANCE BCTG AVOCATS BDO IDF BENTAM BILLAS Avenir ENERGIE BIODIV-WIND SAS BIOSECO SA BIOTOPE BIRD & BIRD AARPI BKW ENERGIE AG BLACKEAGLES GREEN ADVISORS BLUE BROKER BLUEFLOAT ENERGY HOLDINGS FRANCE SAS BLUESIGN BMOL SARL BMH AVOCATS BORALEX BPCE LEASE - BPCE ENERGOECO BPI FRANCE FINANCEMENT BRETAGNE POLE NAVAL BRITTANY AVIATION BUREAU VERITAS SERVICE FRANCE BW IDEOL BWTS FRANCE CABINET BRUN CESSAC CABINET RAVETTO ASSOCIES CAISSE DES DEPOTS ET CONSIGNATIONS CALYCE DEVELOPPEMENT CARBON CAREMAG CATHIE ASSOCIATES SARL CELEC RENEWABLE ENERGIES CEMATER	CEPS CEZ FRANCE SAS CFAI BRETAGNE CGN EUROPE ENERGY CGR AVOCATS CINAV COBRA INSTALACIONES Y SERVICIOS COLAS FRANCE COPENHAGEN OFFSHORE PARTNERS A/S CORIO GENERATION LIMITED COVERWIND SOLUTIONS FRANCE CREDIT AGRICOLE CIB CREDIT AGRICOLE LEASING ET FACTORING CREDIT INDUSTRIEL ET COMMERCIAL CUBE GREEN ENERGY SAS DAVID PROJECT SNC DEKRA INDUSTRIAL SAS DEMINETEC DEMOPOLIS CONCERTATION SAS DERASP DERBI DEUTSCHE WINDTECHNIK S.A.R.L DHL DGF DIADES MARINE SAS DLA PIPER FRANCE LLP DLGA DNV FRANCE SARL DS AVOCATS E3 IDENTIFLIGHT FRANCE ECO DELTA ECOSPHERE EDPR FRANCE HOLDING EES ENERGIE EOLIENNE SOLIDAIRE SAS ELATOS ELEMENTS SAS ELICIO FRANCE ELYS EMERGIA WIND TECHNOLOGIES B.V. EMERSON PROCESS MANAGEMENT SAS ENBW FRANCE ENCAVIS ASSET MANAGEMENT ENCIS WIND ENDIPREV FRANCE ENERCON GMBH ENERCOOP SCIC - SA ENERGIE EOLIENNE FRANCE ENERGIE FONCIERE ENERGIE PARTAGEE ASSOCIATION ENERGIEQUELLE SAS ENERGIES CITOYENNES EN PAYS DE VILAINE ENERGIETEAM ENERGITER ENERGREEN PRODUCTION ENERGIE CONSULT FRANCE SAS ENERTRAG SE ENESI SARL ENGIE GREEN FRANCE ENIENITUDE RENEWABLES FRANCE ENRSUR ENVINERGY TRANSACTIONS ENVOL ENVIRONNEMENT	EO (EX SITE A WATTS DEVELOPPEMENT) EOL-C SAS EOLIE CONSTRUCTING EOLIEC EOLIF EOLICA EDILIZACROBATICA FRANCE EOLISE SAS EOLISSUN EOLTECH EOS WIND FRANCE EPISE EQOS ENERGIE LUXEMBOURG SARL EQUINOR WIND POWER AS EREA INGENIERIE SARL ERG FRANCE ERSG FRANCE ESA ENERGIES SAS ESCOFI ENERGIES NOUVELLES ESG ENERGY SERVICE GROUP ETCHART GOM EUROPEAN ENERGY FRANCE EUROWATT DEVELOPPEMENT EUROWATT SERVICES EVEROZE EWZ EXEN EXPLAIN - LMP EXUS FRANCE SAS FEECRM FIDAL FILHET-ALLARD ET COMPAGNIE PIPELEC FLYING FOR YOU FMTC SAFETY FONDATION OPEN-C FONDEOLE FRANCE CIMENT GAIA ENERGY SYSTEMS GAZEL ENERGIE SOLUTIONS GDS WIND SAS GEG ENR GIDE - LOYRETTE NOUËL AARPI GIE QUALITE ENTREPRISES GOTHAER GOWLING WLG FRANCE GP-JOULE FRANCE SARL GREENSOLVER GREENVOLT POWER FRANCE S.A.S GREENWITS GRETA-CFA DU MAINE GRID SOLUTIONS SAS H2AIR HELIANTIS ENERGIES HELIOPALES HENSOLDT FRANCE SAS HK LEGAL HYDRODIESEL SAS HYDRONEXT IBERDROLA FRANCE SAS IEL DEVELOPPEMENT IOPSE IFF ENERGIES NOUVELLES IMAGINERE INDIGO	INERSYS - SYSCOM INNERGEX FRANCE SAS INTHY SERVICES IQONY WIND FRANCE S.A.S IRIDA A.I. TECHNOLOGIES JEANTET JIGRID JOHN COCKERILL JOHN COCKERILL SERVICES FRANCE SUD JONES DAY JP ENERGIE ENVIRONNEMENT KALLIOPE KJM CONSEIL SAS KLUBER LUBRIFICATION FRANCE SAS L'ETINCELLE LANTHAN SAFE SKY LHOTELLIER TP LIGHT GUARD GMBH LINKLATERS LOCOPEN SAS LOUIS DREYFUS ARMATEURS LOXAM LYCEE DHUODA LYCEE SAINT FRANCOIS D'ASSISE M WIND MAGREE SOURCE MASER ENGINEERING MD WIND MENARD METROL MIROVA MW ENERGIES NATURAL FORCES FRANCE NATURAL POWER FRANCE NATURGY RENEUVELABLES FRANCE SAS NCA ENVIRONNEMENT NEOPOLIA NETEXK SAS NET WIND NILEA ENERGY NORDEX FRANCE NORRIA NORMANDIE ENERGIES NORMANDIE MARITIME NORTON ROSE FULBRIGHT LLP NOTUS ENERGIE FRANCE SERVICES NOUVERGES NTR WIND MANAGEMENT DAC OBSTA OCEAN WINDS OFATE (OFFICE FRANCO-ALLEMAND POUR LA TRANSITION ENERGÉTIQUE) OIM FRANCE OMEXOM RENEWABLE ENERGIES OFFSHORE GMBH OMNES CAPITAL OPALE DEVELOPPEMENT OST WIND INTERNATIONAL OVP SOLUTIONS SAS OX2 FRANCE OXAN ENERGY PHOENIX OFFSHORE SOLUTIONS	PHOTOSOL DEVELOPPEMENT PINSANT MASON'S FRANCE LLP PLANETA FRANCE SAS PLASTEOL POLE MER MEDITERRANEE POLE S2E2 POMA LEITWIND POWEEND SAS PRINCIPLE POWER FRANCE PRUD'HOMME & BAUM Q ENERGIE FRANCE QAIR FRANCE QANNT SAS QUALICONSULT EXPLOITATION QUEENA CH RAZEL-BEC RBA REGION OCCITANIE REMAP SERVICES RENANTIS RENNER ENERGIES FRANCE RES SERVICES ROBUR WIND FRANCE RP GLOBAL FRANCE RUJVEL RWE RENEUVELABLES FRANCE SAB ENERGIES RENEUVELABLES SAS SAEML 3D ENERGIES SAFETYPACK SAFIER INGENIERIE SAINT- LAURENT ENERGIE SAMFI ENERGIE SARL HTC TRAINING (HTC TECHNIQUES VERTICALES) SAS SODEREC FER ET METAUX SBM INC. SCANDOL SCP LACOURTE RAQUIN TATAR SELARL PAWLK SIMEREY SEM ENR CITOYENNE SEML COTE D'OR ENERGIES SENS OF LIFE SEPALE SHEFFIELD GREEN SIEMENS ENERGY SAS SIEMENS GAMESA RENEWABLE ENERGY FRANCE SAS SIENNA AM FRANCE SINGULAIR SIRMET SK & PARTNER SKYBORN RENEWABLES SKYWOK SOCIETE D'EOLIENNE CARIBEENNE SOCIETE GENERALE SOPIVA ENERGIE SOLATERRA SOLEIL DU MIDI SOLVEDO ENERGIES SOMME NATURE ETUDES ET TRAVAUX SOREGIES SPARKSIS - INVESTER TECHNOLOGIES SPOOR AS SSE RENEWABLES FRANCE	STATKRAFT RENEUVELABLES SUBSE 7 (UK SERVICE COMPANY) LIMITED SUEZ RV DEEE SUPAIR VISION SUPPLY GRAPH SYADEN SYNERDEV SYNERIA SAS SYNOPS CONSEIL TCO WIND LOIRAINNE SAS TECHNOSTROBE INC. TENERGIE SOLUTIONS TENERDIS TENSAR INTERNATIONAL TERAPOLIS TERRA TES TOTAL ENERGIES TOTALENERGIES RENEWABLES TSE TTR ENERGY UL SOLUTION UNION DES PRODUCTEURS LOCAUX D'ELECTRICITE UNIPER RENEWABLES FRANCE URBASOLAR VAISALA FRANCE SAS VALECO SAS VALOREM ENERGIE VATTENFALL EOLIEN SAS VENDEE ENERGIE VENSOLAIR VENTEYS VENTIENT ENERGY VENTIS VENTS DU NORD VERSIPEREN VESTAS FRANCE VINCI CONSTRUCTION SERVICES PARTAGES VIRIDI ENERGIES RENEUVELABLES VOLKSWIND FRANCE SAS VOLTA AVOCATS VOLTA DEVELOPPEMENT (EOL PROD1) VOLTALIA VOLTAN ENERGIES VOLTERRES VSB ENERGIES NOUVELLES VULCAIN WATSON, FARLEY & WILLIAMS LLP WATTBASE SAS WATTS GREEN SARL WEB ENERGIE DU VENT WHITE AND CASE LLP WINDFAN CONSULTING WINDSTROM FRANCE WKN FRANCE WPD ONSHORE FRANCE WPD WINDMANAGER FRANCE SAS WPO ZEPHYR
--	---	---	---	--	--

L'équipe de l'Observatoire 2024



Rachel RUAMPS

Responsable Économie et Industrie

Antoine FAU

Chargé de projet industrie éolienne

Benoît GILBERT

Président de la commission industrie

Matthieu MONNIER

Délégué Général Adjoint

En collaboration avec :



Alexandra BONANNI

Head of Energy Strategy Lab

Arnaud BUZENET

Managing Consultant – Sustainability & Energy Transition

Edouard GUIRAO

Consultant – Sustainability & Energy Transition

Sylvain MAKENGO

Consultant – Sustainability & Energy Transition

Mathieu GAZQUEZ

Consultant – Sustainability & Energy Transition

127

Pré-pressé et Impression



ENCRE NOUS

www.encre-nous.com

Observatoire de l'éolien 2024

Capgemini  invent

