

QUEL EST LE BILAN CARBONE D'UN PARC ÉOLIEN EN MER ?

Le bilan carbone mesure les émissions de gaz à effet de serre d'une activité humaine. Pour un parc éolien en mer, le bilan carbone permet notamment de déterminer le temps nécessaire pour que le parc compense, par sa production d'électricité, les émissions de gaz à effet de serre engendrées tout au long de son cycle de vie.

Les principes du bilan carbone d'un parc éolien en mer

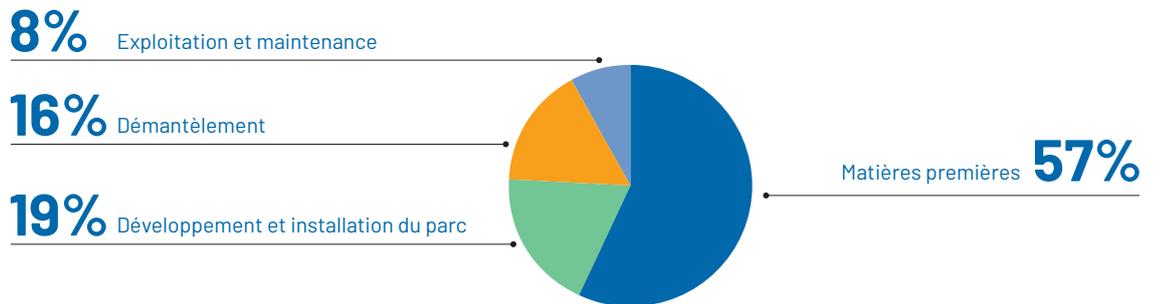
Le bilan carbone d'un parc éolien en mer mesure la quantité de gaz à effet de serre émis pendant toute la durée de vie du parc, depuis sa conception jusqu'à son démantèlement à l'issue de son exploitation : cela comprend notamment les émissions de gaz à effet de serre liées à la fabrication des composants du parc éolien, au transport de ces composants et à leur installation, à l'exploitation et à la maintenance du parc, puis à son démantèlement, y compris à la remise en état du site et au traitement des éléments en fin de vie.

Le bilan carbone est exprimé en tonnes équivalent CO₂. Il vise à calculer un indicateur, le facteur d'émission, qui indique la quantité de CO₂ émise par un kWh d'électricité produite par le parc (en gramme d'équivalent CO₂ par kWh produit). Cet indicateur permet des comparaisons entre différents dispositifs de production d'électricité. L'objectif du bilan carbone est également de calculer le temps de retour du parc, c'est-à-dire le nombre d'années au-delà duquel le parc aura totalement compensé les émissions de gaz à effet de serre dont il est ou sera l'origine.

Le bilan carbone d'un parc éolien en mer

La filière de l'éolien en mer étant émergente en France, les données sur les bilans carbonés des projets ne sont pas très nombreuses. Toutefois, les émissions de gaz à effet de serre des premiers parcs éoliens en mer (Yeu-Noirmoutier, St-Brieuc, Dieppe Le Tréport, Courseulles, Fécamp et Saint-Nazaire) ont été calculées dans les études d'impacts de ces projets.

Émission de GES et comparaison de bilans carbone pour le parc éolien au large de Fécamp



Comparaison du bilan carbone de la production d'électricité en France, en Europe et par un projet de parc éolien en mer (exemple du parc éolien au large de Fécamp)

	Emission CO ₂ en g eq. CO ₂ / kWh produit
Production moyenne France	72
Production moyenne UE27	306
Production du parc éolien	14

Émission CO₂ en geq. CO₂/KWh

Centrale nucléaire française	de 6 à 12 g eq CO ₂ /kWh
Productions électriques renouvelables en France	12,7 g eq CO ₂ / kWh pour l'éolien terrestre (Ademe) 56 g eq CO ₂ / kWh pour le photovoltaïque
Énergies fossiles en France	406 gCO ₂ /kWh pour une centrale à gaz ; 1 038 gCO ₂ /kWh pour une centrale à charbon

Selon le nombre d'éoliennes, leur puissance unitaire et le temps d'exploitation, le bilan carbone des parcs éoliens en mer français varie comme suit :

- De 554 000 à 754 000 tonnes équivalent CO₂ émises
- Un facteur d'émission entre 14 et 18 g eq CO₂ / kWh produit
- Un temps de retour de 4,5 à 6 ans en France par rapport au mix électrique moyen

Nom du parc éolien	Dieppe et Le Tréport	Îles d'Yeu et de Noirmoutier	Courseulles-sur-Mer	Fécamp	Baie de Saint-Brieuc	Saint-Nazaire
Nombre d'éoliennes	62	62	75	83	62	80
Puissance unitaire (MW)	8	8	6	6	8	6
Puissance totale (MW)	496	496	450	498	500	480
Temps d'exploitation (ans)	25	25	25	25	20	25
Bilan carbone du projet (t eq CO ₂)	686 449	689 954	723 000 (659 000 si valorisation des matériaux en fin de vie)	637 000 (579 000 si valorisation des matériaux en fin de vie)	554 500	754 000 (692 000 si valorisation des matériaux en fin de vie)
Facteur d'émission (g eq CO ₂ /kWh)	13,7	14,5	17,6 (avec valorisation des matériaux en fin de vie)	14 (avec valorisation des matériaux en fin de vie)	15,8	17,3 (avec valorisation des matériaux en fin de vie)
Temps de retour (ans) calculé par rapport au mix électrique français	5	5	5 à 6 ans ¹	5 à 6 ans ¹	4 ans et 5 mois	5 à 6 ans ¹

1. Estimé par le MTES sur la base des informations disponibles dans le Bilan carbone du parc réalisé par le porteur de projet.

À titre de comparaison, le facteur d'émission des productions électriques renouvelables en France est estimé par l'Ademe² à :

- 12,7 g eq CO₂/kWh pour l'éolien terrestre ;
- 56 g eq CO₂/kWh pour le photovoltaïque.

Pour les énergies fossiles, le facteur d'émission en France est estimé³ à :

- 406 gCO₂/kWh pour une centrale à gaz ;
- 1 038 gCO₂/kWh pour une centrale à charbon.

Pour une centrale nucléaire française, le facteur d'émission est estimé de 6 à 12 g eq CO₂/kWh.

Le bilan carbone de l'éolien en mer s'avère donc relativement faible par rapport à l'ensemble de production d'électricité.

L'impact sur les émissions du système électrique d'un parc éolien en mer

Lorsqu'elles fonctionnent, les éoliennes françaises se substituent à des installations de production utilisant des combustibles fossiles en France ou en Europe dont la part demeure extrêmement importante. L'électricité produite dispose en effet d'un coût de production marginal nul et est donc plus compétitive que l'électricité issue des centrales de production utilisant des combustibles d'origine fossile⁴.

Enfin, les analyses réalisées par le gestionnaire de réseau public de transport RTE en 2017 ont montré que le système électrique français était en mesure d'intégrer de nombreuses installations de production d'électricité non pilotables sans nécessiter de nouvelle installation de production utilisant des combustibles d'origine fossile compte tenu des outils de flexibilité existant⁵. Ainsi, l'installation d'éoliennes en mer ne nécessitera pas de construction de nouvelles centrales thermiques.

2. http://www.bilans-ges.ademe.fr/documentation/UPLOAD_DOC_FR/index.htm?renouvelable.htm

3. Rapport Base Carbone de l'Ademe de 2014 : <http://www.bilans-ges.ademe.fr/static/documents/%5BBase%20Carbone%5D%20Documentation%20g%C3%A9n%C3%A9rale%20v11.0.pdf>

4. À titre d'information, des analyses sur les émissions de gaz à effet de serre évitées avaient été réalisées par l'ADEME sur les éoliennes terrestres. Ces dernières indiquaient que lorsqu'une éolienne fonctionnait, son électricité se substituait pour 77 % à de l'électricité produite par des centrales thermiques utilisant des combustibles fossiles situées en France et à l'étranger. Ainsi chaque kWh d'éolien terrestre permettait d'éviter 430 g de CO₂ en France et en Europe.

5. https://www.rte-france.com/sites/default/files/bp2017_complet_vf.pdf. Voir en particulier le scénario AMPERE intégrant une proportion importante d'énergie renouvelable.