



# FORUM DE SYNTHÈSE DU DÉBAT EOS

- Jeudi 28 octobre 2021 -



Débat  
**EOS**  
EOliennes  
flottantes

Quelles énergies en Méditerranée?



Débat  
**EOS**  
Eoliennes  
flottantes  
en Méditerranée



## ACCUEIL

MME SÉVERINE SAINT-MARTIN  
ADJOINTE DÉLÉGUÉE AU RENOUVEAU DÉMOCRATIQUE ET À L'INNOVATION SOCIALE  
VILLE DE MONTPELLIER

# LE DÉROULEMENT DE LA RÉUNION

## TEMPS 1 : La mise en œuvre du débat

- Le débat en quelques chiffres
- Les actions des partenaires
- L'expertise complémentaire sur le bilan carbone de l'éolien flottant

## TEMPS 2 : Forum

- Les questions du débat
- Déambulation et débats thématiques

## TEMPS 3 : Plénière de conclusion

- Qu'est-ce que le débat a changé ?

# POURQUOI UNE RÉUNION DE SYNTHÈSE ?

## **Dernier rendez-vous d'échange avant la clôture du débat le 31 octobre**

- Pour entendre, lire et compléter les arguments échangés depuis le 12 juillet
- Pour continuer à échanger et faire progresser la réflexion collective
- Pour que chacun puisse indiquer ce qu'il a retenu du débat public

## **Et après ?**

- Compte rendu et bilan du débat - 31 décembre au plus tard
- Réunion de présentation du compte rendu et du bilan - début janvier 2022
- Décision des porteurs de projet au regard des conclusions du débat – 31 mars 2022 au plus tard
- Réunion de présentation de la décision – mars ou avril 2022



Débat  
**EOS**  
Eoliennes  
flottantes  
en Méditerranée



## TEMPS 1 : LA MISE EN ŒUVRE DU DÉBAT

### LE DÉBAT EN QUELQUES CHIFFRES

# LE DÉBAT VIENT À VOUS

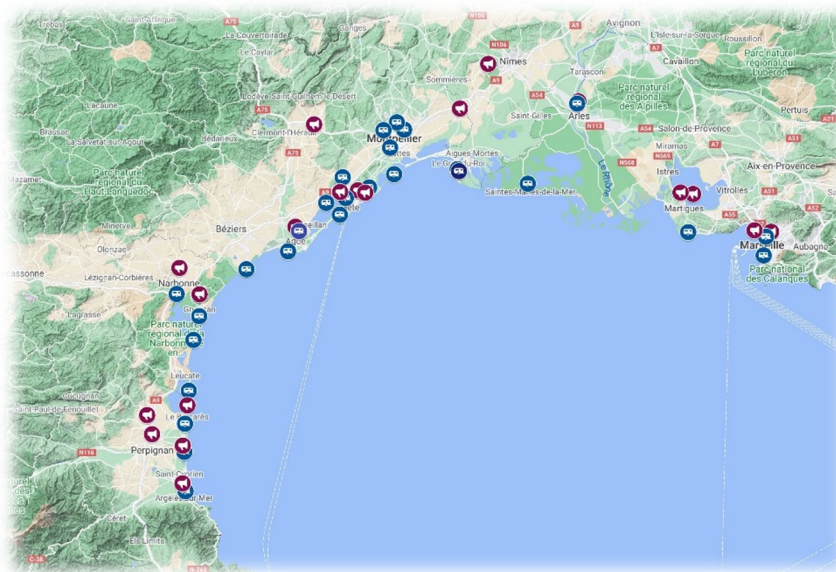
**30** actions de débats mobiles  
dans les lieux de vie

**3.000** personnes rencontrées  
près du stand

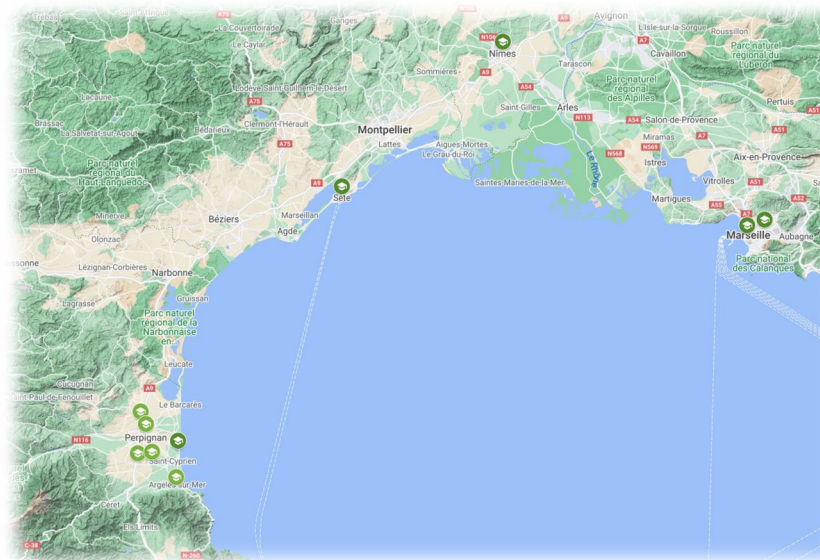
**900** questionnaires remplis sur le  
stand par le public

**19** Réunions publiques  
de proximité

**300** Participants aux réunions  
de proximité



# LA JEUNESSE DANS LE DÉBAT



**18** Classes impliquées dans le débat:  
Université, Lycées, primaires

**650** Élèves entendus

**20** Séances dans les lycées  
animées par des intervenants  
des Petits Débrouillards

**25** Séances dans les écoles  
primaires animées par des  
intervenants de LabelBleu



# L'APPROFONDISSEMENT DES CONTROVERSES

**12** Ateliers thématiques en visioconférence  
Et parfois en présentiel

**950** Participants

**1** Audition scientifique

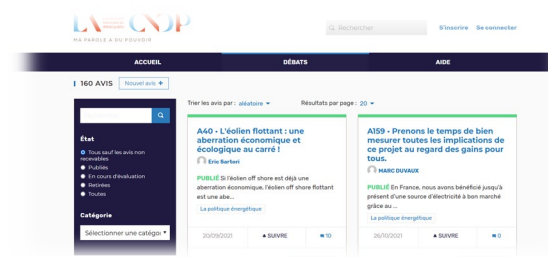
**1** Expertise complémentaire



**20.602** Visiteurs uniques du site internet du débat  
Depuis son ouverture



**203** Contributions, avis, questions versées sur la  
Plateforme participative



**900** Participants à l'outil « j'entre  
dans le débat »



**2.000** Abonnées sur Facebook, Twitter  
Et la newsletter



**52** Vidéos produites sur la chaîne YouTube du débat

**7.691** Visionnages des vidéos du débat sur YouTube et Facebook

**4.019** Commentaires postés sur Facebook, Twitter, LinkedIn

**2.000** Abonnées sur Facebook, Twitter Et la newsletter

**296**

Parutions presse citant le projet  
Ou le débat EOS

**42**

En presse nationale

**146**

en presse régionale

**91**

En presse spécialisée

**25**

En radio et télévision



Débat  
**EOS**  
Eoliennes  
flottantes  
en Méditerranée



# TEMPS 1 : LA MISE EN ŒUVRE DU DÉBAT

## LES ACTIONS DES PARTENAIRES

# LES ACTIONS DES PARTENAIRES



- Marion Comptour – Réseau CPIE du Bassin de Thau



- Alexandra Massé - Les Petits Débrouillards



- Loic Magnant - Bureau des Guides





Débat  
**EOS**  
Eoliennes  
flottantes  
en Méditerranée



## **TEMPS 1 : LA MISE EN ŒUVRE DU DÉBAT**

### **L'EXPERTISE COMPLÉMENTAIRE SUR LE BILAN CARBONE DE L'ÉOLIEN FLOTTANT**

# L'EXPERTISE COMPLÉMENTAIRE SUR LE BILAN CARBONE DE L'ÉOLIEN FLOTTANT

- Pourquoi une expertise complémentaire ?  
Comment ça marche ?
  - Premiers résultats :  
**Charles Adrien Louis, BL évolution**



## **Analyse bibliographique des bilans carbone de l'éolien flottant**



# Résultats annoncés des ACV

Analyse sur la base de 5 projets pilotes européen d'éolien flottant utilisant différentes techniques.

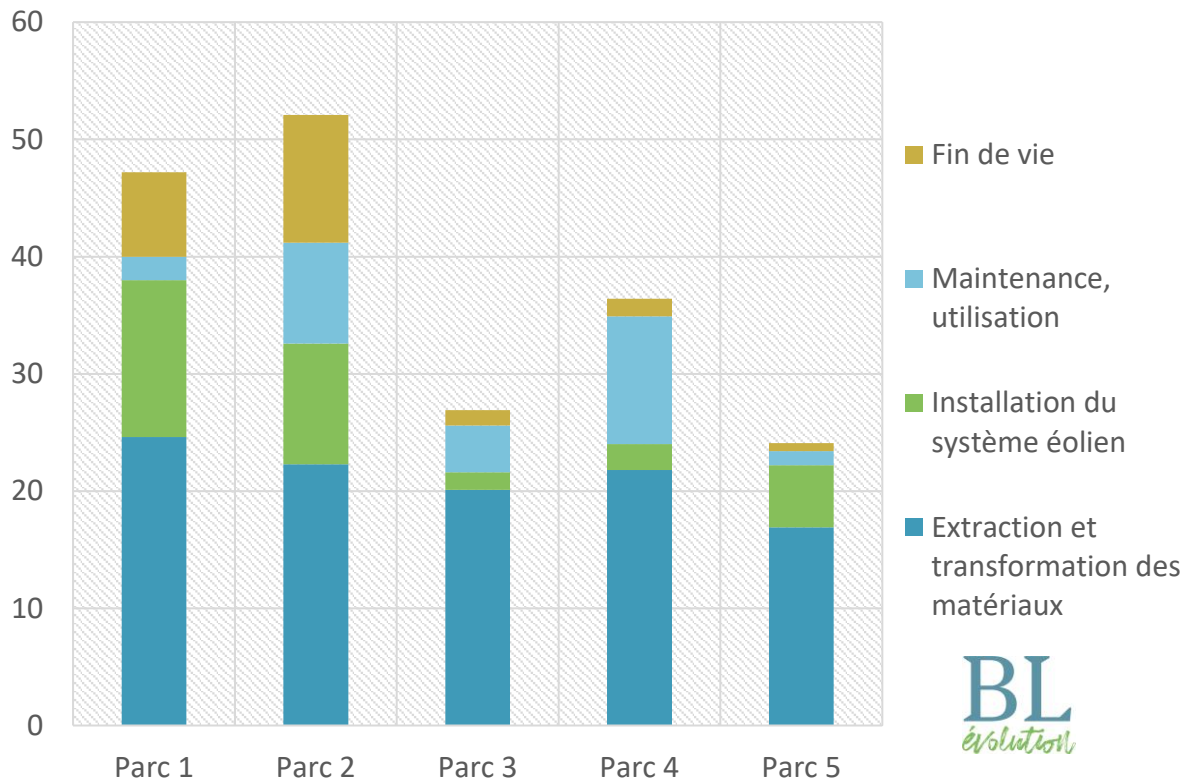
Emissions de CO2 équivalent par KWh produit	Emissions de CO2e en valeur absolue	Quantité d'énergie produite sur 20 ans
47,3 gCO2e/kWh	101 000 tonnes CO2e	2 130 GWh
52 gCO2e/kWh	94 200 tonnes CO2e	1 810 GWh
26,9 gCO2e/kWh	71 200 tonnes CO2e	2 650 GWh
36,4 gCO2e/kWh	65 520 tonnes CO2e	1 800 GWh
24,1 gCO2e/kWh	33 740 tonnes CO2e	1 400 GWh
<b>Moyenne : 37,4 g CO2e / KWh</b>		

La moyenne constatée dans les ACV réalisés pour ces 5 projets est de 37,4 g CO2e / KWh. Il s'agit là de l'intensité carbone supposée des projets. Celle-ci est le rapport entre les émissions de CO2 en valeur absolue, qui auront lieu dans les phases de construction, assemblage, entretien et démantèlement des éoliennes et la quantité d'énergie produite estimée sur 20 ans.

La quantité d'énergie produite dépend de l'utilisation réelle de l'éolienne. En fonction des projets et de leur emplacement, un facteur de charge de 35% à 50% a été pris en compte. Une sous utilisation ou une sur utilisation par rapport au facteur de charge estimé peut augmenter ou réduire l'intensité carbone de la ferme pilote.

# Répartition des émissions de GES par phase du projet en g CO<sub>2</sub>e / KWh

Emissions de gaz à effet de serre en g CO<sub>2</sub>e / KWh de 5 fermes pilotes d'éolien flottant



BL  
évolution

Graphique 1 : répartition de l'intensité carbone des fermes pilotes d'éolien flottant en fonction de la phase du projet. Calculs : BL évolution issus des ACV des fermes.

- Ce graphique représente l'intensité carbone de 5 fermes pilotes en g CO<sub>2</sub>e / KWh en fonction de la phase du projet : Extraction et transformation des matériaux, installation du système éolien, utilisation et maintenance et fin de vie.
- Nous pouvons constater que l'extraction et la transformation des matériaux sont assez proche d'un projet à l'autre, avec une différence qui se justifie essentiellement par la technique utilisée.
- En fonction des projets, le transport des matériaux est parfois inclus dans le poste extraction et transformation et parfois dans installation, ce qui rend difficilement comparable cette donnée entre les ACV. Néanmoins, nous pouvons estimer à environ 10% l'impact de l'acheminement des matériaux soit entre 2 et 3 g CO<sub>2</sub>e/KWh
- La plus grande variabilité provient des hypothèses liées aux consommations des navires en phase d'installation, de maintenance et de fin de vie. Sur ces 3 phases, l'essentiel de l'impact carbone provient de l'utilisation de navires.

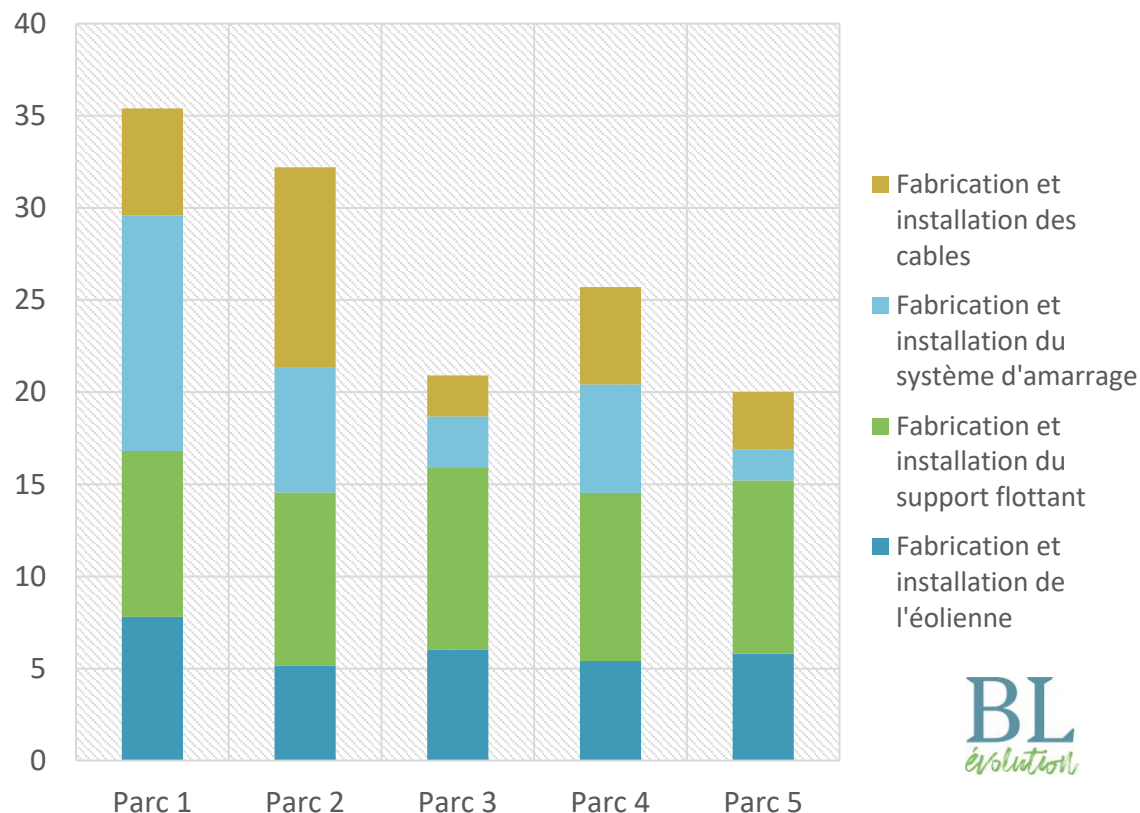
# Répartition des émissions de GES par phase du projet en g CO2e / KWh

Phase	Parc 1	Parc 2	Parc 3	Parc 4	Parc 5
Extraction et transformation des matériaux	24,6	22,3	20,1	21,8	16,9
Installation du système éolien	13,4	10,3	1,5	2,2	5,3
Maintenance, utilisation	2,0	8,6	4,0	10,9	1,2
Fin de vie	7,2	10,9	1,3	1,5	0,7
<b>Total</b>	<b>47,3</b>	<b>52</b>	<b>26,9</b>	<b>36,4</b>	<b>24,1</b>

- Détail de la répartition de l'intensité carbone des fermes pilotes d'éolien flottant en fonction de la phase du projet présentée en graphique 1.
- Une vigilance doit être prise dans l'analyse et la comparaison de ces données, certaines ACV fournies étant très peu détaillées (en particulier pour les parcs 4 et 5)
- Le transport des matériaux est considéré dans le poste extraction et transformation pour le parc 2 et dans le poste installation pour les parcs 1 et 3.

# Répartition des émissions de GES par élément en g CO2e / KWh

Emissions de gaz à effet de serre en g CO2e / KWh de 5 parcs pilotes d'éolien flottant



Graphique 2 : répartition de l'intensité carbone de la fabrication et l'installation des fermes pilotes d'éolien flottant en fonction des éléments constitutifs. Calculs : BL évolution issus des ACV des fermes.

- Le graphique 2 reprend uniquement les données issues de la fabrication et l'installation des fermes éoliennes. Sont ainsi exclues l'utilisation et la fin de vie des éoliennes.
- Nous constatons que la fabrication et l'installation du système éolienne + support varie peu en fonction des projets et s'explique par la technique constructive utilisée ainsi que par le lieu de fabrication.
- Le système d'amarrage et l'installation des câbles sont les principaux éléments de différenciation
- Pour les projets 3, 4 et 5, il est probable que l'installation du câble de raccordement n'ait pas été prise en compte, ainsi la partie « câbles » ne prendra en compte que les câbles entre les éoliennes.
- Faut de données pour le parc 4, la répartition des émissions de GES entre le support flottant, le système d'amarrage et les câbles a été prise en faisant la moyenne du ratio pour les autres parcs.

# Répartition des émissions de GES par élément du projet en g CO2e / KWh

Phase	Parc 1	Parc 2	Parc 3	Parc 4	Parc 5
Fabrication et installation de l'éolienne	7,8	5,2	6,0	5,4	5,8
Fabrication et installation du support flottant	9	9,4	9,8		9,4
Fabrication et installation du système d'amarrage	12,8	6,8	2,8	20,3	1,7
Fabrication et installation des câbles	5,8	10,9	2,2		3,1
<b>Total</b>	<b>35,4</b>	<b>32,2</b>	<b>20,9</b>	<b>25,7</b>	<b>20</b>

- Détail de la répartition de l'intensité carbone de la fabrication et l'installation des fermes pilotes d'éolien flottant en fonction des éléments constitutifs présentée en graphique 2.
- Une vigilance doit être prise dans l'analyse et la comparaison de ces données, certaines ACV fournies étant très peu détaillées (en particulier pour les parcs 4 et 5)

# Facteurs de sensibilité et données non prises en compte

## Facteurs de sensibilité :

- **Technique constructive utilisée** qui varie d'un projet à l'autre
- **Durée de vie et facteur de charge de l'éolienne.** L'analyse a été faite sur la base d'une durée de vie de 20 ans pour tous les projets et un facteur de charge qui varie en fonction des projets entre 35% et 50%.
- **Longueur du câble de raccordement.** La fabrication, la pose, l'entretien et le démantèlement de ce câble représente un poste très significatif des fermes pilotes.
- **Type de navire utilisé** en phase d'installation, maintenance et démantèlement. Des navires fonctionnant avec une énergie moins carbonée auraient un impact plus réduit. Le nombre d'heure d'utilisation des navires pris en considération dans les ACV varie fortement d'un projet à l'autre.

## Données non prises en compte :

- **Raccordement au réseau :** Pour certaines le câblage externe (entre les éoliennes et le poste de transformation sur terre) n'est pas pris en compte, pour d'autre seule le raccordement au poste sur terre n'est pas pris en compte.
- **Maintenance d'urgence et curative**
- **Système industrielle permettant la fabrication des éoliennes**
- **Autres émissions liées à la vie de chantier et aux fonctions supports**

## Impacts potentiels non pris en compte :

- **Trajets des navires :** cela dépend fortement du lieu d'implantation
- **Equilibrage du réseau et énergies pilotables instantanées :** cette donnée est difficile à rattacher à un projet en particulier.

# Extrapolation pour une exploitation optimisée des sites pilotes

Le tableau suivant reprend les valeurs d'émissions de CO<sub>2</sub>, de production énergétique et donc l'intensité carbone des projets de fermes éoliennes flottantes dans un scénario optimisée.

Dans ce scénario, nous considérons une durée de vie de 25 ans et un gain de 10% du facteur de charge (soit un facteur qui passe de 50% à 55% par exemple).

Pour les émissions de CO<sub>2</sub>e, nous faisons l'hypothèse suivante : les émissions liées aux phases de fabrication et d'installation restent identiques. Augmentation proportionnelle aux heures de production des émissions de maintenance

Emissions de CO <sub>2</sub> équivalent par KWh produit base 25 ans	Emissions de CO <sub>2</sub> e en valeur absolue pour 25 ans d'utilisation	Quantité d'énergie produite sur 25 ans + Gain de 10% du facteur de charge
35,2 gCO <sub>2</sub> e/kWh	103 000 tonnes CO <sub>2</sub> e	2 930 GWh
40,2 gCO <sub>2</sub> e/kWh	100 000 tonnes CO <sub>2</sub> e	2 490 GWh
20,7 gCO <sub>2</sub> e/kWh	75 200 tonnes CO <sub>2</sub> e	3 640 GWh
29,2 gCO <sub>2</sub> e/kWh	72 150 tonnes CO <sub>2</sub> e	2 475 GWh
17,9 gCO <sub>2</sub> e/kWh	34 500 tonnes CO <sub>2</sub> e	1 925 GWh
<b>Moyenne : 28,6 g CO<sub>2</sub>e / kWh</b>		

Dans ce scénario optimisé, l'intensité carbone moyenne des projets passe ainsi à 28,6 g CO<sub>2</sub>e / kWh

## Proposition d'une valeur moyenne pour les fermes pilotes d'éolien flottant

L'analyse des ACV des 5 fermes pilotes d'éolien flottant permet de voir une disparité importante entre les phases du projet. Dans le tableau suivant sont détaillés les valeurs basses et hautes constatées pour chaque phase du projet ainsi que la valeur moyenne estimée pour un périmètre identique.

Aux valeurs fournies dans les ACV sont également ajoutées une estimation de l'intensité carbone liée à la maintenance curative ainsi qu'au raccordement du réseau et aux pertes en lignes. Pour la maintenance curative, l'hypothèse prise est celle d'un rapatriement à quai de chaque éolienne une fois dans sa durée de vie. Pour le raccordement au réseau et les pertes en ligne les données proviennent de RTE.

Phase	Valeur basse	Valeur haute	Valeur moyenne
Fabrication et installation de l'éolienne	5	8	6,5
Fabrication et installation du support flottant	9	10	9,5
Fabrication et installation du système d'amarrage	2	13	7
Fabrication et installation des câbles	3	11	7
Maintenance, utilisation préventive	2	11	4
Maintenance curative	0	6	3
Raccordement réseau et pertes en ligne	1	1	1
Fin de vie	1	11	4
<b>TOTAL</b>	<b>23</b>	<b>71</b>	<b>42</b>

Ainsi, l'intensité carbone des fermes pilotes d'éolien flottant peut être considérée entre 23 et 71 g CO<sub>2</sub>e/KWh avec une valeur moyenne de 42 g CO<sub>2</sub>e / kWh. En retranchant la maintenance curative, cela donne **une valeur de 39 g CO<sub>2</sub>e / kWh** pour une durée de vie de 20 ans. Dans un scénario optimisée, avec une durée de vie de 25 ans et un gain sur le facteur de charge, l'intensité carbone peut être réduite de 20% pour atteindre 31 g CO<sub>2</sub>e / kWh.



# Passage à une utilisation commerciale

Le passage à une utilisation commerciale doit permettre de réduire l'intensité carbone de l'éolien flottant.

- Optimisation de l'appareil industriel : impact faible puisque non pris en compte pour les projets pilote
- Innovation technologique sur le système éolien, flotteur, ancrage. Gain considéré de l'ordre de 30%
- Répartition de l'impact carbone lié au câble de raccordement sur 10 fois plus d'éoliennes
- Optimisation d'une partie des trajets d'installation, maintenance et démantèlement
- Diminution des opérations de maintenance

En revanche, un projet commercial nécessite l'installation d'un poste source en mer, ce qui augmente le poste raccordement réseau

Phase	Valeur moyenne fermes pilotes	Valeur moyenne fermes commerciales 20 ans	Valeur moyenne fermes commerciales 25 ans
Fabrication et installation de l'éolienne	6,5	6	4,5
Fabrication et installation du support flottant	9,5	7	5,5
Fabrication et installation du système d'amarrage	7	5	3,5
Fabrication et installation des câbles	7	1,5	1
Maintenance, utilisation préventive	4	2	2
Maintenance curative	3	3	3
Raccordement réseau et pertes en ligne	1	2	1,5
Fin de vie	4	3	2
<b>TOTAL</b>	<b>42 g CO2e / KWh</b>	<b>29,5 g CO2e / KWh</b>	<b>22,5 g CO2e / KWh</b>

# Comparaison à d'autres technologies

La valeur comparative à prendre en compte pour l'intensité carbone de l'éolien flottant est de 19,5 g CO<sub>2</sub>e / kWh (donnée sur 25 ans issue du tableau précédent hors maintenance curative).

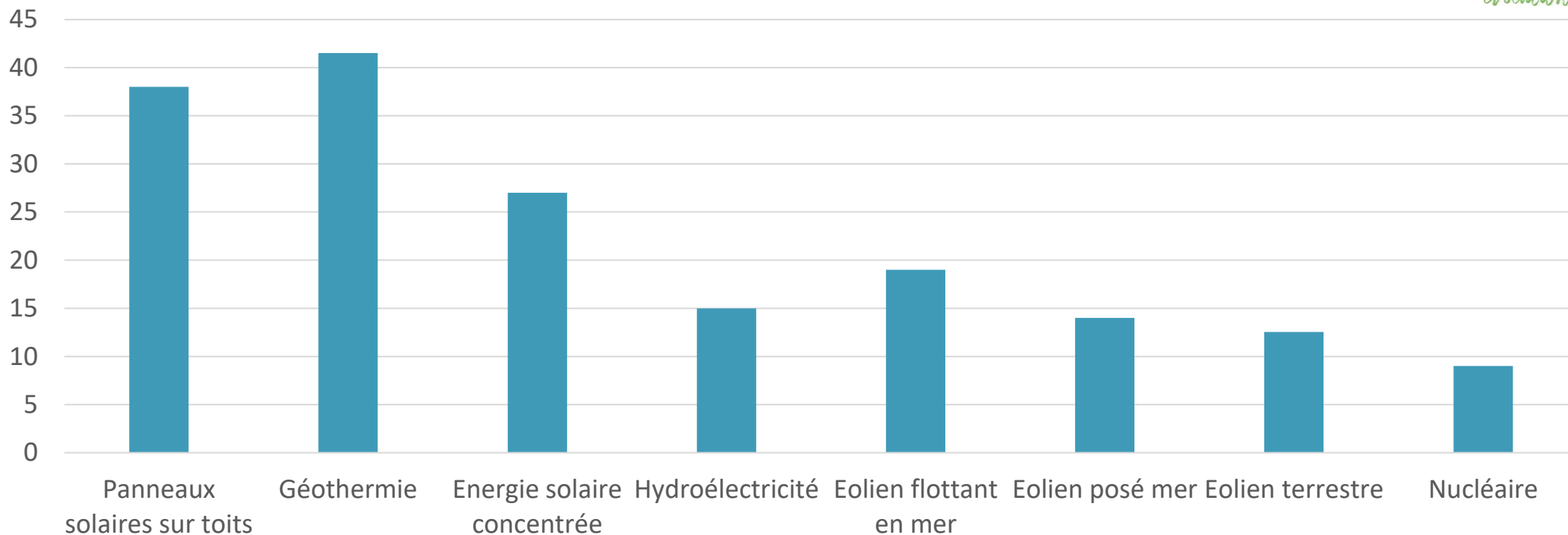
Le tableau suivant reprend les données d'intensité carbone de différentes technologies selon deux sources : l'ADEME pour des données françaises et le rapport 5 du GIEC pour des données mondiales.

Technologie	ADEME	GIEC – AR5
Charbon	1060	820
Gaz – cycle combiné	418	490
Biomasse		230
Panneaux solaires à grande échelle	25 – 44	48
Panneaux solaires sur toits	25 – 44	41
Géothermie	45	38
Energie solaire concentrée		27
Hydroélectricité	6	24
Eolien en mer	15,6	12
Nucléaire	6	12
Eolien terrestre	14,1	11

# Comparaison à d'autres technologies

L'éolien flottant trouve sa place dans l'univers des technologies de production d'électricité bas carbone.

Intensité carbone de différents type de production énergétique en gCO2e/ KWh





Débat  
**EOS**  
Eoliennes  
flottantes  
en Méditerranée



## TEMPS 1 : LA MISE EN ŒUVRE DU DÉBAT

ÉCHANGES SUR L'EXPERTISE COMPLÉMENTAIRE



Débat  
**EOS**  
Eoliennes  
flottantes  
en Méditerranée



## TEMPS 2 - FORUM

### LES QUESTIONS DU DÉBAT

# 5 THÈMES ONT STRUCTURÉ LE DÉBAT

**ENERGIE**

**ENVIRONNEMENT**

**USAGES ET PAYSAGES**

**INDUSTRIE ET TERRITOIRES**

**DÉCISION**

# QUELQUES QUESTIONS DU DÉBAT

## Energie :

Quels changements de modes de vie en 2050 : voulus... ou subis ?

Quels efforts sont prioritaires dans la politique énergétique : la sobriété, l'efficacité énergétique, ou les énergies renouvelables ?

Quel choix entre les énergies ? Et selon quels critères : le coût financier, l'empreinte carbone, le cycle de vie, le risque, etc. ?

ETC.

**→ 1 expertise complémentaire sur le bilan carbone de l'éolien flottant**

# QUELQUES QUESTIONS DU DÉBAT

## **Environnement :**

Comment garantir que l'on n'oppose pas climat et biodiversité ?

Que sait-on aujourd'hui et que saura-t-on demain sur la  
biodiversité méditerranéenne ?

Comment définir une zone aujourd'hui ? Est-ce le bon moment pour  
être sûr qu'on évite effectivement les impacts ?

**ETC.**



# QUELQUES QUESTIONS DU DÉBAT

## Usages et paysages :

La pêche et les autres usages de la mer sont-ils concentrés ou répartis dans le Golfe du Lion ?

Comment les usages interagissent entre eux ? L'éolien viendrait-il s'ajouter ou faire évoluer les autres usages ?

Faut-il voir les éoliennes pour voir notre énergie, ou les repousser au plus loin possible pour ne pas impacter les paysages ?

ETC.

**→ 3 ateliers cartographiques à Arles, Sète et Perpignan, ont permis de réfléchir aux localisations possibles des parcs éoliens. 58 cartes produites, à commenter dans le forum et en ligne jusqu'au 31 octobre !**

# QUELQUES QUESTIONS DU DÉBAT

## **Industrie et territoire :**

La technologie est-elle fiable, quelle est sa marge de progression ? Pourrait-on implanter les éoliennes beaucoup plus au large, au-delà du plateau du Golfe de Lion ?

Qui va financer ces projets, quelle répartition des efforts entre privés et contribuables ?

Quelle part de la valeur ajoutée et des emplois seront effectivement localisés sur le territoire et les ports méditerranéens ?

ETC.

# QUELQUES QUESTIONS DU DÉBAT

## Processus de décision

Faut-il attendre les retours d'expérience des fermes pilotes et les résultats de la recherche sur la biodiversité pour décider de l'opportunité du projet ?  
Qui devrait être associé à la conception du projet et à la décision si le projet est poursuivi ?

Faut-il un plan de long terme sur le développement de l'éolien offshore pour pouvoir décider aujourd'hui ?

ETC.



Débat  
**EOS**  
Eoliennes  
flottantes  
en Méditerranée



## TEMPS 2 - FORUM

## DÉAMBULATION

# QUELQUES CONSIGNES

Lire et entendre sur les panneaux et les écrans du Forum

Réagir dans les 6 espaces thématiques :  
5 thèmes + cartographie

Débat et contributions :  
Évaluez les arguments (gommettes)  
Commentez les arguments (post-it)  
Écrivez vos avis et propositions

**Rendez-vous dans 45 minutes !**



Débat  
**EOS**  
Eoliennes  
flottantes  
en Méditerranée



## TEMPS 3 – PLÉNIÈRE DE CONCLUSION

COMMENT LE DÉBAT PUBLIC M'A-T-IL FAIT ÉVOLUER ?



# Débat EOS Eoliennes flottantes en Méditerranée



**MERCI !**



# Débat EOS Eoliennes flottantes en Méditerranée



## AU REVOIR ET À TRÈS BIENTÔT !

*Participez en ligne et sur les réseaux sociaux jusqu'au 31 octobre !*

  
[www.eos.debatpublic.fr](http://www.eos.debatpublic.fr)  
✉ [eos@debat-cndp.fr](mailto:eos@debat-cndp.fr)  
   