



Synthèse de la connaissance scientifique des effets acoustiques des éoliennes flottantes sur la faune marine

SERENADE 2022 / Collectif bruit sous-marin Séminaire national sur le bruit sous-marin

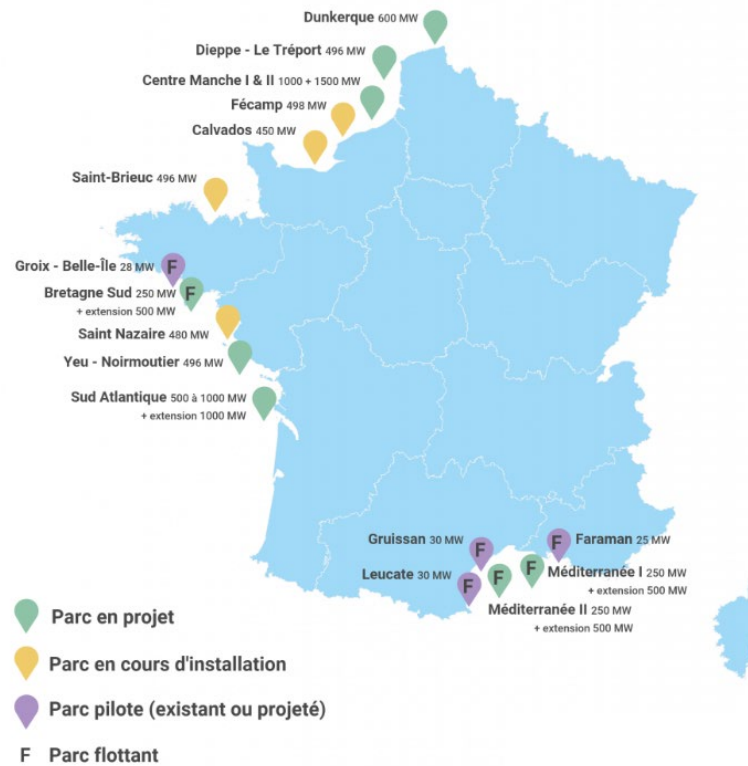
C. Gervaise, J. Lossent, CHORUS

A. Gigou, OFB

CHORUS

Contexte

L'éolien offshore en France



[<https://www.revolution-energetique.com/dossiers/ou-en-est-leolien-en-mer-en-france/>]

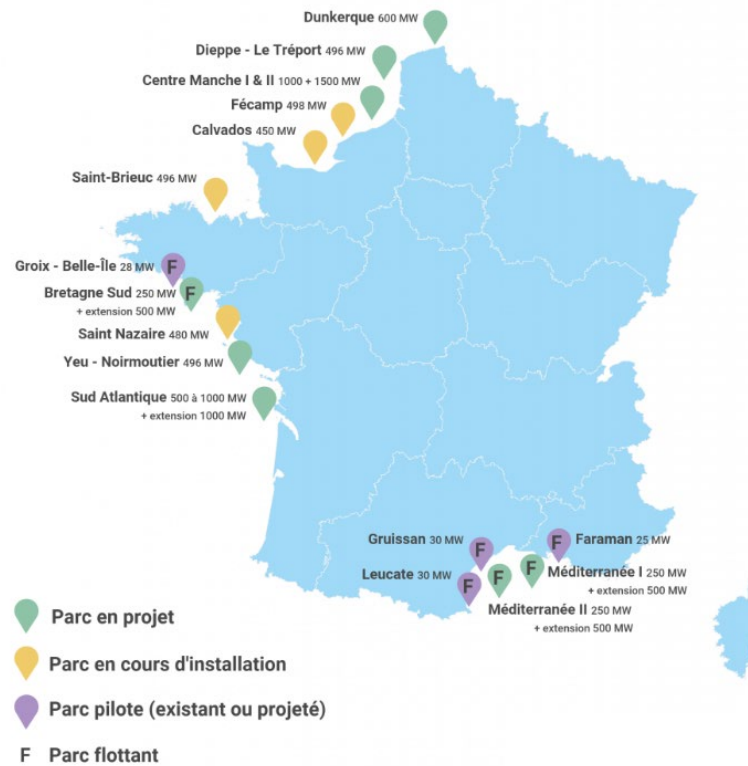
[Eolien posé, battage de pieux, 3^{ème} émission sonore sous-marine humaine la + puissante]



[https://www.boem.gov/sites/default/files/renewable-energy-program/Day-2_170803_Washington_VFephilipp.pdf]

Contexte

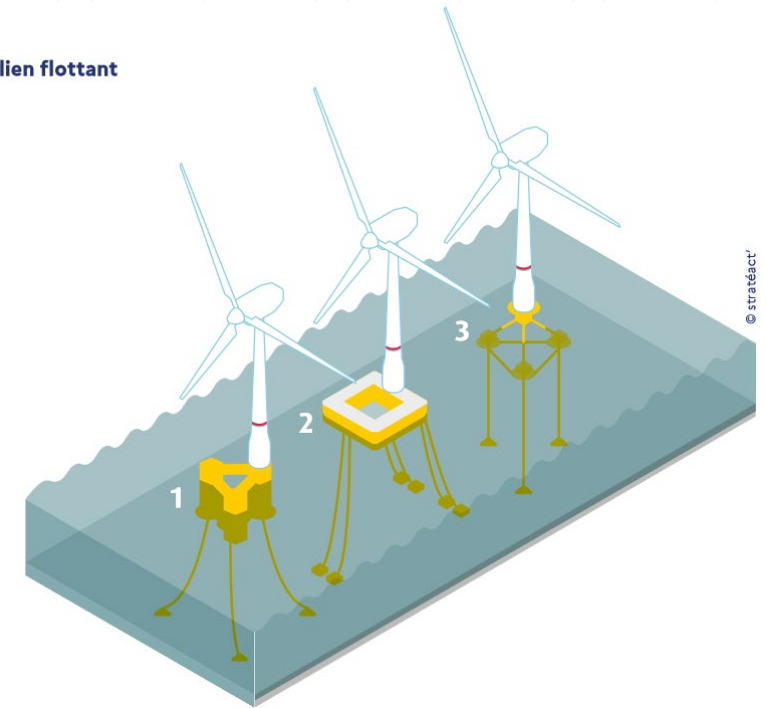
L'éolien offshore en France



[<https://www.revolution-energetique.com/dossiers/ou-en-est-leolien-en-mer-en-france/>]

Types d'ancrage pour l'éolien flottant

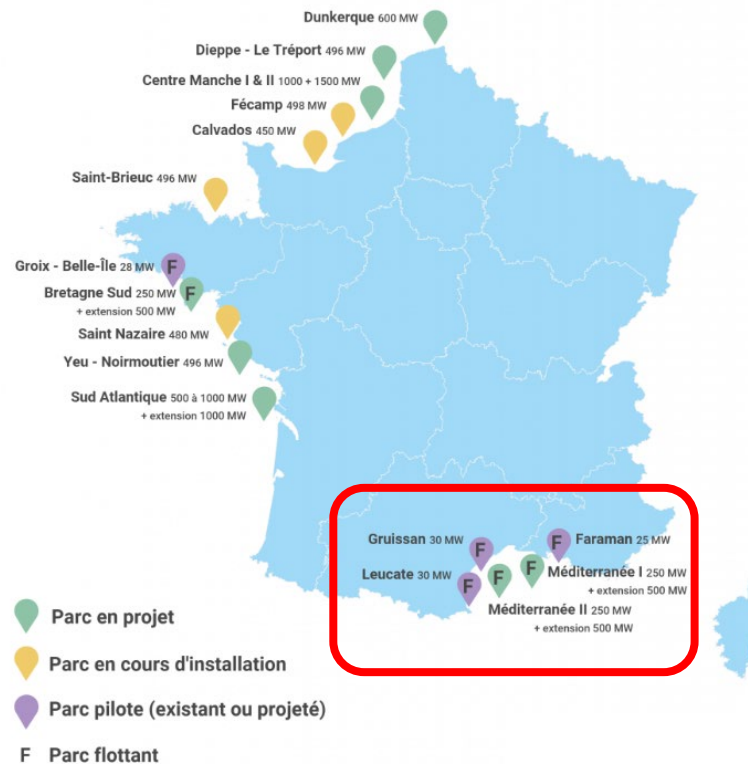
1. Support semi-submersible à lignes d'ancrage libres
2. Support barge à lignes d'ancrage libres
3. Support flottant à lignes d'ancrage tendues (TLP)



[fiches n°15 et n°16 - Débat public EOS, projet d'éoliennes flottantes en Méditerranée et de leur raccordement]

Contexte

L'éolien offshore en France



[<https://www.revolution-energetique.com/dossiers/ou-en-est-leolien-en-mer-en-france/>]

MINISTÈRE DE LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE ET SOLIDAIRE

Direction Générale de l'Énergie et du Climat

Direction de l'Énergie

Sous-direction des systèmes électriques et énergies renouvelables

Bureau des énergies renouvelables hydrauliques et marines

PROCÉDURE 2019 DGEC 06

CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES PARTICULIÈRES

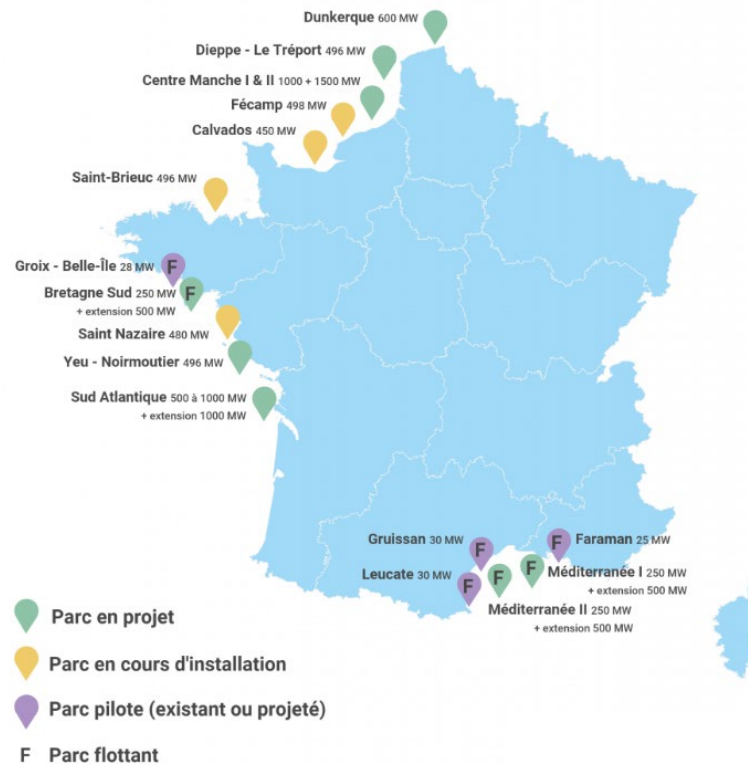
PARCS ÉOLIENS EN MER (FRANCE)- POUR LES ZONES DE PROJETS ÉOLIENS EN MER, ACHAT DE PRESTATIONS D'ÉTUDES BIBLIOGRAPHIQUES ET D'ASSISTANCE À MAÎTRISE D'OUVRAGE POUR LA RÉALISATION DE L'ÉTAT ACTUEL DE L'ENVIRONNEMENT, DONT RÉDACTION DU CAHIER DES CHARGES DES MESURES IN SITU, SUIVI DES MESURES ET DE LEUR ANALYSE.



[lacunes d'informations sur les effets sonores de l'éolien offshore flottant (vs posé)]

Contexte

L'éolien offshore en France



[<https://www.revolution-energetique.com/dossiers/ou-en-est-leolien-en-mer-en-france/>]



- CG membre du CS pour le bruit, AG co-animatrice du CS
- Présentation au CS le 21 /03/2021
- Rédaction d'une note de synthèse entre juillet 2021 et décembre 2021
- Sur une base volontaire et bénévole
- En lien avec les besoins de connaissance et l'appartenance au CS

La note de synthèse

Synthèse de la connaissance scientifique sur les effets sonores des éoliennes flottantes sur la faune marine

Décembre 2021

Contribution au débat public sur le projet de parcs commerciaux d'éoliennes flottantes en Méditerranée française



Titre	Synthèse de la connaissance scientifique sur les effets sonores des éoliennes flottantes sur la faune marine
Version	3.0
Auteurs	Cédric Gervaise Directeur de l'institut de recherche CHORUS, Membre du conseil scientifique de la commission spécialisée éolien flottant du conseil maritime de façade Julie Lossent Directrice technique de l'institut de recherche CHORUS Alexandra Gigou Chargée de mission grands usages maritimes Animatrice technique du conseil scientifique de la commission spécialisée éolien flottant du conseil maritime de façade Délégation de façade maritime Méditerranée de l'Office français de la biodiversité
Date	14/12/2021
Citation	Gervaise, C., Lossent, J., Gigou, A. (2021)., <i>Synthèse de la connaissance scientifique sur les effets sonores des éoliennes flottantes sur la faune marine ; contribution au débat public sur le projet de parcs commerciaux d'éoliennes flottantes en Méditerranée française</i> . 52 pages + annexes

Contributions des auteurs

J.L. a réalisé la synthèse bibliographique nécessaire à l'élaboration de la note.

C.G. a effectué les calculs simplifiés des empreintes acoustiques, des rayons de dérangement comportemental et des risques de pertes d'audition temporaires, permanentes, ou de blessures chez les cétacés, tortues et poissons liés au bruit des parcs éoliens flottants en phase chantier et exploitation.

C.G. et J.L. ont rédigé cette note et produit les figures 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15, 16, 17, 18, 19, 22, 23 et 24.

A.G. a participé à la rédaction des éléments et paragraphes relatifs à la technologie « éolien flottant » et aux retours d'expérience disponibles, aux effets attendus sur la faune marine, aux mesures éviter-réduire-compenser et aux campagnes d'acquisition menées en Méditerranée et a réalisé la carte de bruit ambiant (figure 24 - annexe 1).

A.G. a réalisé la mise en page du document.

Tous les auteurs ont contribué à la rédaction et à la révision de la note.

La note de synthèse est disponible au téléchargement sur researgate


Preprint

File available

Synthèse de la connaissance scientifique sur les effets sonores des éoliennes flottantes sur la faune marine Décembre 2021

February 2022

DOI: [10.13140/RG.2.2.18311.68008](https://doi.org/10.13140/RG.2.2.18311.68008)

 Cédric Gervaise ·  Julie Lossent · Alexandra Gigou

https://www.researchgate.net/publication/358817627_Synthese_de_la_connaissance_scientifique_sur_les_effets_sonores_des_eoliennes_flottantes_sur_la_faune_marine_Decembre_2021



Contenu – 52 pages + annexes

- A Le contexte général des effets du bruit anthropique sur la faune marine
 - Les étapes pour comprendre les effets du bruit sur la faune marine
 - Niveaux sonores et gamme fréquentielle d'un large panel d'activités anthropiques
 - Les animaux marins sont capables d'entendre les sons
 - Les effets connus des sons sur la faune marine
 - Les cas étudiés et le niveau de maturité de la connaissance scientifique

Contenu

- A Le contexte général des effets du bruit anthropique sur la faune marine
- B Le cas particulier des effets du bruit des éoliennes flottantes sur la faune marine
 - Introduction
 - En phase chantier
 - Les travaux sources de bruit pour l'éolien flottant comparés à d'autres sources anthropiques
 - Calculs prédictifs simplifiés
 - Synthèse des effets en phase chantier
 - En phase d'exploitation
 - Les sources de bruit pour l'éolien flottant comparées à d'autres sources anthropiques
 - Contenu fréquentiel du bruit émis par l'éolienne flottante HYWIND Demo
 - Études des rayons d'effets du bruit d'une éolienne flottante en production
 - Dérangement comportemental à proximité de l'éolienne
 - Effets globaux des fermes éoliennes
 - Synthèse des effets attendus en phase de production
 - Comparaison des conclusions de nos calculs par approche simplifiée avec celles des études réalisées lors des tests de l'éolienne FLOATGEN sur le site du SEM-REV
 - Recommandations pour éviter et réduire les impacts des émissions sonores sur la faune marine



Contenu

- A Le contexte général des effets du bruit anthropique sur la faune marine
- B Le cas particulier des effets du bruit des éoliennes flottantes sur la faune marine
- C Synthèse
 - Objectifs abordés par le présent mémoire
 - Le contexte des effets du bruit sur la faune marine
 - Les effets durant les chantiers d'installation
 - Les effets durant la phase de production
 - Certitudes, incertitudes, recommandations, limites



Contenu

- A Le contexte général des effets du bruit anthropique sur la faune marine
- B Le cas particulier des effets du bruit des éoliennes flottantes sur la faune marine
- C Synthèse
- D Prérequis en acoustique sous-marine

Les effets durant les chantiers d'installation

- Les activités bruyantes à prendre en compte concernent la mise en place des éoliennes flottantes (présence des embarcations, pose des lignes d'ancrage, tests de tenue des ancrs), l'ensouillage des câbles et la construction des sous-stations électriques posées sur des fondations de type « jacket ».
- La mise en place des éoliennes flottantes génère moins de bruit que l'ensouillage des câbles, lui-même générant moins de bruit que l'installation des sous-stations électriques. Globalement l'installation des éoliennes flottantes génère moins de bruit que l'installation des éoliennes posées du fait qu'elle ne nécessite pas l'enfoncement de pieux par battage ou par vibrofonçage.
- Nos calculs simplifiés réalisés spécifiquement pour ce mémoire corroborent les données publiées. L'empreinte acoustique (zone dans laquelle le bruit généré par le projet est supérieur au bruit ambiant) serait de l'ordre de 5 km pour l'installation des éoliennes, 30 km pour l'ensouillage des câbles et les tests de tenue des ancrs, et 50 km pour l'installation des sous-stations électriques.
- À l'intérieur de cette empreinte, les installations des éoliennes peuvent provoquer un dérangement comportemental dans un rayon de l'ordre d'une centaine de mètres. L'ensouillage des câbles de raccordement et les tests de tenue des ancrs pourraient provoquer un dérangement comportemental dans un rayon de 500 mètres, et la pose des fondations « jacket » pour les sous-stations électriques pourraient provoquer un dérangement comportemental dans un rayon de 1 200 mètres.
- Les blessures sur les poissons sont improbables, tout comme la dégradation permanente de l'audition des cétacés. Pour certaines activités (ensouillage, test en tenue des ancrs et battage des jackets), il existerait un risque faible de dégradation temporaire de l'audition chez les cétacés.

Les effets durant la phase de production

- Le niveau sonore émis par une éolienne flottante est de l'ordre de grandeur de celui d'une embarcation motorisée (navire de 20 m de long voguant à 7 nœuds).
- Nos calculs réalisés spécifiquement pour ce mémoire corroborent les données de la communauté scientifique. L'empreinte acoustique d'une éolienne est de l'ordre de 300 m et le rayon de dérangement comportemental serait inférieur à 150 m autour de l'éolienne. Il n'y a donc pas de risques de blessure ou dégradation de l'audition pour les cétacés.
- En phase de production, les effets acoustiques d'un parc éolien devraient être confinés à l'aire du parc et aucun effet ne devrait se produire à l'extérieur, mais ils seront continus durant toute la durée d'exploitation du parc, c'est-à-dire pendant 20 à 30 ans.
- Le niveau de connaissance actuel ne permet pas d'évaluer quel sera l'impact cumulé dans l'espace et dans le temps des parcs éoliens sur les communautés marines, à moyen ou à long terme (déplacement des populations, changements de stratégie de recherche alimentaire, etc.), et cela, au regard des activités préexistantes.
- À l'intérieur de la ferme, les réactions au bruit des éoliennes devraient être très rares voire inexistantes au-delà de 150 m de l'éolienne. Pour les projets de fermes flottantes, la distance prévue entre deux éoliennes de 10 MW est d'environ 800 m minimum, ce qui laisserait des espaces « acoustiquement libres » entre les éoliennes au sein de la ferme. À proximité des éoliennes, la connaissance scientifique indique que les comportements des animaux sont contrastés entre attraction, neutralité et évitement.
- Les retours d'expérience des fermes éoliennes posées en mer du Nord ne mettent pas en évidence d'effets répulsifs des fermes sur les poissons, les cétacés et les phoques. Certaines études mettent en évidence un effet récif concentrateur de faune (effet récif dépendant évidemment des écosystèmes en présence, de la productivité du milieu, et de la technologie utilisée, ici éolien posé).

Certitudes, incertitudes, recommandations, limites

- Concernant la phase de chantier, il est attendu que les niveaux sonores émis par les activités du chantier et les effets induits soient moindres comparés à ceux des chantiers de l'éolien posé.
- Ces effets peuvent être évités, en amont, en effectuant une planification spatiale et temporelle permettant d'éviter les zones sensibles pour l'implantation du futur parc éolien, et en adaptant les caractéristiques du projet en choisissant par exemple les techniques les moins impactantes. L'efficacité de cet évitement est limitée du fait des connaissances encore parcellaires et inégales sur la distribution, l'abondance, les mouvements, la saisonnalité et la sensibilité au bruit des espèces. Il est donc nécessaire de poursuivre les programmes d'acquisition de connaissance à une échelle spatio-temporelle permettant de prendre en compte l'effet des changements globaux sur les communautés marines.
- En phase chantier, les effets du bruit sur la faune marine peuvent être évités en adoptant un panel de mesures d'évitement et de réduction. Il est recommandé de planifier les activités bruyantes en-dehors des périodes écologiquement importantes pour les espèces connues pour fréquenter le site durant des phases sensibles de leur cycle biologique (reproduction, mise-bas, etc.).
- Durant toute la durée des chantiers d'installation, il est recommandé de réaliser un suivi des niveaux de bruit des activités, de mettre en place une veille visuelle et/ou acoustique des cétacés et des tortues marines dans un rayon d'au moins 500 mètres autour de la zone de travaux et de procéder à un arrêt des travaux si présence des animaux ; pour les activités bruyantes, tel que le battage de pieux, il est recommandé également de mettre en place une procédure de démarrage progressif afin de provoquer un éloignement significatif des animaux avant que le bruit n'atteigne son niveau maximal. Un suivi des niveaux de bruit est également à réaliser durant toute la phase chantier.
- Concernant la phase d'exploitation, les effets sonores d'une ferme devraient être confinés à l'intérieur du périmètre de la ferme agrandi de quelques dizaines de mètres à quelques centaines de mètres en fonction de différents paramètres, et notamment de la puissance des turbines, de la bathymétrie et de la nature du fond.

Certitudes, incertitudes, recommandations, limites

- Il existe peu de connaissances à l'heure actuelle sur les interactions fines entre la faune marine et les éoliennes à l'intérieur des parcs, bien que les retours d'expériences des parcs éoliens posés en mer du Nord suggèrent qu'il n'y ait pas d'effet répulsif de la ferme pour les poissons et les cétacés.
- En Méditerranée, il n'existe pas de retour d'expérience permettant de dire si les parcs éoliens flottants auront un effet attractif/répulsif selon les compartiments considérés. Les modifications de l'écosystème marin engendrées par l'introduction de cette nouvelle activité seront complexes et à mettre en perspective avec les changements globaux qui s'opèrent et l'évolution des autres pratiques.
- Il est recommandé de suivre des niveaux de bruit de la ferme et mettre en place d'un programme visant à comprendre les interactions fines (attraction, répulsion, neutre) entre les animaux et les éoliennes, pour contribuer notamment à mieux comprendre l'existence ou l'absence d'effet récif et/ou concentrateur de poissons et mieux appréhender l'efficacité des actions de génie écologique entreprises.
- À ce stade de la connaissance, il est possible d'affirmer que le cumul des fermes dans la Méditerranée ne provoquera pas d'augmentation globale du bruit dans la région mais pourra provoquer une augmentation locale du bruit dans le périmètre des fermes et le long des chemins suivis par les navires de maintenance.
- Le niveau de connaissance actuel ne permet cependant pas d'évaluer quel sera l'impact cumulé dans l'espace et dans le temps des parcs éoliens sur les communautés marines, à moyen ou à long terme (déplacement des populations, changements de stratégie de recherche alimentaire, baisse de la reproduction, etc.), et cela, au regard des activités préexistantes. Il est donc nécessaire de développer des programmes de recherche sur cette problématique.

Une seconde édition de la note

- La première édition de la note a abordé les effets sur les cétacés, les poissons
- Depuis la parution
 - Retour de la communauté scientifique sur la problématique des invertébrés
 - Travaux SOMME/TBM/BeBEST créent de la connaissance nouvelle consolidée
 - Connaissances scientifiques disponibles sur l'attraction larvaire par le bruit et la fixation (biofooling)
- La seconde version va intégrer un chapitre sur les invertébrés et les effets sonores des éoliennes (dont attraction)
 - Synthèse de la connaissance disponible
 - Relecture/conseils SOMME/TBM/BeBEST

