



COMPTE RENDU INTÉGRAL

Mercredi 27 octobre 2021 - **EN LIGNE**

AUDITION D'EXPERT.E.S - 14H-17H45 - 45 PARTICIPANTS

Commission particulière du débat public (CPDP)

M. Étienne BALLAN
Président

**M^{me} Sophie BERTRAN
de BALANDA**
Membre

M. Mathieu BOURISSOUX
Membre

M. Arthur LAUNEAU
Membre

Intervenants

M. Jacques BLONDEL
Directeur de recherche
émérite, CNRS, Montpellier

M. Olivier DURIEZ
Université de Montpellier, CEFE

M. Frédéric AUTRIC
Directeur de projet éolien
flottant à la DREAL Occitanie

M^{me} Alexandra GIGOU
Chargée de mission, grands
usages maritimes, OFB

M^{me} Sandrine VAZ
Cadre de recherche, IFREMER

M^{me} Sophie YTOURNEL TEC
NIP Énergies

M. Nicolas TCHERNIGUIN
TECHNIP Énergies

M^{me} Ludivine MARTINEZ
Biologiste, Responsable
du projet Cohabys

M. Christophe JACOLIN
Météo France

M. Guillaume CANIOT
Ingénieur d'études, METEODYN

M. Minh-Tang DO
Responsable pôle énergies
renouvelables, METEODYN

M^{me} Adeline MORLIÈRE
Direction générale de l'énergie
et du climat (DGEC) – ministère
de la Transition écologique

M^{me} Brigitte BORNEMANN
Énergies de la mer

... M. Étienne BALLAN, Président de la CPDP

Un certain nombre de sujets émerge, qu'ils soient portés par les participants, par le public, parfois par l'actualité aussi ou par les intervenants. Donc, assez logiquement, des sujets arrivent et ils ne trouvent pas forcément place dans les autres réunions thématiques parce qu'elles ont été conçues à l'avance et on n'a pas forcément le temps d'intégrer de nouveaux sujets dans ces réunions.

Aujourd'hui, on vous propose un dispositif qui permet d'aller un peu plus en profondeur sur les différentes controverses sur les sujets qui ont émergé et qui n'ont pas encore pu véritablement être approfondis dans le cadre du débat public. Certains de ces sujets sont anciens.

On va commencer par l'avifaune migratrice. On ne l'a pas découverte au démarrage. On a fait simplement le constat que, jusqu'à présent, et certains acteurs nous ont dit qu'il y avait plus de choses à en dire et qu'on pouvait aller plus loin sur ce sujet. Il y a aussi beaucoup de demandes d'information sur notamment le programme Migralion. Vous avez donc à choisir ce sujet.

Le deuxième sujet portera sur la question de l'implantation possible ou non de fermes éoliennes, de parcs éoliens plus au large de la Méditerranée française, plus au large en général, mais aussi particulièrement dans le cadre de la Méditerranée, c'est-à-dire au-delà des macrozones aujourd'hui mises en débat par l'État et RTE. Concrètement, cela veut dire au-delà des canyons et donc toujours dans la zone d'exclusivité économique, mais plutôt au-dessus de la plaine abyssale, donc des profondeurs plus importantes et des distances aux côtes également plus importantes. Ce sujet a émergé dans le débat de façon assez forte et assez tôt et donc aujourd'hui il fera l'objet d'un éclairage plutôt scientifique et technique. C'est bien l'esprit de ces auditions.

Le troisième sujet portera sur l'acoustique. Plusieurs personnes, notamment M. HOOLANS, qui n'est pas là cet après-midi, mais d'autres ont pu à plusieurs reprises indiquer qu'un des effets majeurs possibles de l'éolien en mer pouvait être l'effet acoustique et électroacoustique. C'est pour cela qu'on ira un peu plus loin sur ce sujet.

Le dernier sujet a beaucoup émergé dans les discussions, dans les débats mobiles, dans les réunions de proximité, un peu moins dans les ateliers thématiques, la question du régime des vents, la façon dont aujourd'hui, notamment dans les dernières actualités sur la question de l'éolien, un certain nombre d'acteurs constatent soit des baisses de production liées à des événements climatiques ou à d'autres choses, c'est ce que l'on essayera de voir, soit aussi tout simplement des changements de direction, des changements de systèmes ou des évolutions des systèmes atmosphériques qui conduisent à se questionner sur l'évolution des vents à moyen et à long terme.

Ce sont donc les quatre thèmes que l'on va étudier cet après-midi. Le principe sera toujours le même : un intervenant, puis une série de questions posées d'abord par la commission particulière et ensuite évidemment ouverte à tous, notamment à tous les participants présents. Si vous êtes intervenant sur un thème, cela ne vous interdit absolument pas de prendre la parole pour interroger un intervenant sur un autre thème, bien au contraire, il n'y a évidemment aucun problème.

À chaque fois, on a proposé sur chaque sous-thématique, on verra pour chaque session, environ quinze minutes pour un intervenant. Parfois, on est monté à vingt minutes s'il y avait deux intervenants, sinon c'est environ quinze minutes, et ensuite une vingtaine de minutes de questions.

Je remercie par avance Brigitte BORNEMANN qui a déjà pris la parole précédemment pour Énergies de la mer qui, au-delà de cela, fera, à partir des échanges, de petites interviews des différents intervenants. Je la laisserai piloter cela en direct avec les différents intervenants pour avoir une petite pastille vidéo liée à l'essentiel de vos contenus. Je la laisse faire, mais simplement sachez que ces sessions seront découpées en bloc et elles pourront être revues en replay sur la chaîne YouTube jusqu'à la fin du débat jusqu'au 31 octobre, mais par définition elles seront toujours disponibles dans les mois suivants tant que le site internet sera actif. On fait des choses aujourd'hui. On n'est pas forcément un très grand nombre de participants, mais ce n'était pas pour nous le point essentiel.

Le point essentiel est que tout ce qui va être dit cet après-midi puisse aussi être entendu par des gens qui vont s'intéresser à l'un des quatre grands sujets évoqués à l'écran.

Au nom de toute la commission et du secrétariat général, je vous remercie beaucoup. Je remercie beaucoup les intervenants d'avoir répondu présents dans des délais très courts parce qu'effectivement on a amassé tous ces thèmes logiquement plutôt en fin de débat, mais ils sont mûrs seulement depuis quelques jours, une dizaine de jours maximum. C'est pour cette raison que l'on a été obligé de vous solliciter vraiment de façon très courte. Donc, un grand merci à nouveau pour votre disponibilité. Je sais que pour un certain nombre d'entre vous cela n'a pas été facile de caler cette audition dans vos emplois du temps. Donc, je tiens vraiment à vous remercier très chaleureusement.

Je vous propose que l'on entame avec la première session qui va être consacrée à l'avifaune.

Session 1. L'avifaune migratrice

Je garde encore la parole quelques instants pour indiquer pourquoi on oriente la discussion sur ce point. Je vais être très bref. Le sujet en question dans ce débat depuis le départ vient du fait que l'État a mené une étude bibliographique en matière d'environnement pour apporter au débat public les éléments de connaissance sur la biodiversité marine et sur l'avifaune. Dans cette étude bibliographique qui a été diffusée et publiée le jour de l'ouverture du débat le 12 juillet dernier, il est effectivement indiqué une robustesse faible des données sur l'avifaune migratrice et l'impossibilité, notamment de produire des cartes qui pourraient être utilisées pour un choix de zone ou pour ce type de chose. Tout au long du débat de nombreux intervenants ont rappelé le manque d'informations ou en tout cas un grand nombre de manques dans la connaissance scientifique de la biodiversité marine et singulièrement de l'avifaune. Ces connaissances présentent des disparités entre les différents compartiments et aussi parfois entre les zones, car certaines données sont mieux connues par exemple dans les aires marines protégées et moins bien connues en dehors des aires marines protégées. Ceci aboutit à une vraie question dans le débat et aujourd'hui l'idée qui ressort chez un certain nombre d'acteurs qui disent, on n'en sait pas suffisamment sur l'avifaune migratrice pour procéder au choix d'une zone, et l'État sans avoir forcément apporté de nouveaux éléments depuis le 12 juillet estime au contraire qu'il y a suffisamment de données. Il en expliquera peut-être les raisons sur ce sujet au regard des premiers retours sur l'avifaune migratrice.

Pour faire le point sur ce sujet et aller au bout de ce sujet et déterminer ce que l'on sait et ce qu'on ne sait pas, nous avons demandé à deux intervenants, Monsieur BLONDEL, qui va démarrer. Vous êtes Directeur de recherche émérite au CNRS et vous avez travaillé longtemps au CEFE du CNRS de Montpellier. Vous êtes ornithologue, et vous êtes très impliqué depuis longtemps puisque vous avez participé au lancement des études ornithologiques sur la Camargue. Vous avez publié un assez grand

nombre d'ouvrages que je ne vais pas rappeler ici. Vous nous avez fait part aussi de votre souhait d'intervenir dans le débat public.

Pour démarrer, l'idée était de vous proposer sur la base de vos connaissances et de vos travaux antérieurs de nous faire un point sur l'état de la connaissance sur la migration au-dessus de la Méditerranée. On vous propose d'intervenir pour une quinzaine de minutes et on prendra les questions juste après. Je précise tout de suite que l'intervenant suivant sera Monsieur Olivier DURIEZ, je le présenterai tout à l'heure. Il nous parlera un peu plus des programmes de recherche qui démarrent aujourd'hui, notamment le programme Migralion. Cette première séance doit durer jusqu'à environ 15h20 ou 15h25. Monsieur BLONDEL, la parole est à vous.

... **M. Jacques BLONDEL**, Directeur de recherche émérite, CNRS, Montpellier

Merci. Pour démarrer ce débat, je vais parler d'une part d'un compartiment de la biodiversité qui n'a pas beaucoup été pris en compte, il s'agit de biodiversité terrestre et non marine, et d'autre part, une biodiversité invisible parce qu'elle est active la nuit. Je vais parler des migrateurs terrestres. Je vais mettre en perspective d'une manière un petit peu large des choses qui seront traitées plus en détail ensuite, notamment dans le programme Migralion.

D'une manière très générale, très globale, comme vous le voyez sur cette carte, il y a trois grandes zones de transit saisonnier pour les oiseaux migrateurs qui nichent dans l'hémisphère nord. Ils se situent à l'échelle de l'hémisphère boréal. On a trois grandes masses continentales qui sont d'une part le nord-est de l'Amérique du Nord, l'Europe, c'est-à-dire la région paléarctique occidentale et puis l'est de l'Eurasie, c'est-à-dire la région paléarctique orientale. D'une manière très générale prise un peu à la louche, chacune de ces trois zones comporte entre trois et cinq milliards d'oiseaux, disons cinq milliards d'oiseaux. Ceci veut dire qu'au moins quinze milliards d'oiseaux basculent au rythme des saisons entre une région boréale où ils se reproduisent, où ils nichent, et les régions tropicales où ils passent l'hiver.

Compte tenu du décentrage des masses continentales entre l'Eurasie d'une part et la région africaine d'autre part, on a un mouvement migratoire qui va du nord-est au sud-ouest qui traverse l'Eurasie, et qui bifurque au niveau de l'Europe pour rejoindre l'Afrique. Si on a entre trois et cinq milliards d'oiseaux, une partie hiverne dans l'aire méditerranéenne proprement dite qui est en Afrique du Nord, mais le reste, au moins deux milliards d'oiseaux traversent la Méditerranée, puis le Sahara pour aller hiverner sous les tropiques. Ceci est l'aspect quantitatif, un très grand nombre d'oiseaux.

Vous voyez ici un exemple illustratif, c'est ce qui se passe entre l'Amérique du Nord et l'Amérique du Sud, et ce qui se passe entre l'Europe et l'Afrique. J'insiste sur un point parce qu'il est très important, il s'agit d'oiseaux qui traversent carrément la Méditerranée. Les migrateurs se décomposent en deux grands groupes :

Les oiseaux qui pratiquent le vol plané ont besoin d'ascendance thermique qu'ils trouvent généralement au-dessus des masses continentales. Les oiseaux comme les vautours, comme les cigognes, les oiseaux de ce type, passent obligatoirement par les étendues marines les plus courtes, donc le détroit de Gibraltar et à l'est les côtes de Palestine.

La deuxième catégorie est celle dont on parle aujourd'hui, les milliards dont on parle aujourd'hui pratiquent le vol battu. C'est-à-dire qu'ils n'ont pas besoin d'ascendance thermique pour se déplacer. Ceci fait qu'ils n'ont pas besoin de particularités topographiques pour se déplacer. Ils traversent la Méditerranée d'un coup d'aile comme l'indique un petit peu cette figure en quittant les côtes méditerranéennes et ralliant directement en passant par-dessus la Méditerranée.

Vous avez ici quelques chiffres qui vous indiquent l'importance du problème. La Méditerranée est un espace pivot entre l'Eurasie et l'Afrique. Trois à cinq milliards d'oiseaux, beaucoup plus à l'automne qu'au printemps, car au printemps certains sont morts entretemps et donc ne reviennent pas. En gros, trois milliards hivernent en Afrique subsaharienne et ils traversent la mer. Les masses continentales émettrices sont trois fois plus importantes que les masses réceptrices. Le décentrage dans le sud des deux masses impose un changement de direction. Le bassin méditerranéen est donc un point de passage obligé pour les migrateurs.

On peut dire en faisant les comptes que si on a trois milliards d'oiseaux, cela pourrait être cinq milliards d'oiseaux sur une longueur entre les côtes de Gibraltar et les côtes de Palestine qui fait quatre mille kilomètres, on a en gros dix mille oiseaux qui quittent les côtes méditerranéennes d'Europe chaque soir entre le 15 septembre et la fin octobre début novembre. C'est donc un passage absolument massif. Sur le plan des modalités, elles ont été très étudiées, et ce pas tant sur la côte méditerranéenne française où aucune station radar n'a été installée, mais sur un grand nombre de points d'observation situés en Europe continentale, en Europe de l'Ouest, en Europe du Nord aussi, dans la mer du Nord ainsi qu'au Sahara et en Afrique du Nord par une équipe de Suisses en particulier qui a fait des études très précises pour illustrer le volume de la migration, les altitudes de vol et le nombre d'oiseaux impliqués dans ces déplacements exprimés en nombre d'oiseaux par kilomètre cube d'espace. Ces données sont très précises. Elles sont très nombreuses. Elles donnent des résultats qui sont un petit peu variables d'une région à l'autre pour des raisons topographiques, pour des raisons de concentration d'oiseaux, mais elles donnent une idée de l'ampleur du phénomène. Il est répandu partout en Méditerranée. En gros, une dizaine de milliers d'oiseaux s'engagent en mer par kilomètre de côte entre les côtes de Gibraltar et les côtes de Palestine. L'altitude de vol est située entre quelques mètres au-dessus du niveau de la mer et cela monte très haut, jusqu'à 6 000 m d'altitude, mais la moitié des migrateurs volent à des hauteurs situées entre 30 m et 500 m, plus de la moitié des oiseaux. Ce sont les variables et les faits réguliers.

On peut dire qu'il n'y a pas de couloir de migration particulier. Les oiseaux, le vol battu, partent directement contrairement aux oiseaux qui pratiquent le vol plané. Il y a tout de même quelques zones de concentration, notamment dans les estuaires et deltas méditerranéens. Il y en a plusieurs en Turquie. Il y avait autrefois le delta du Po qui était très important en Italie. En Méditerranée occidentale, on a un ou deux deltas un peu importants en Espagne, et puis surtout la Camargue.

La Camargue est effectivement un lieu de concentration. D'abord, c'est un lieu d'engraissement prémigratoire des oiseaux, car les oiseaux qui partent en migration ont besoin d'accumuler dans leurs tissus du combustible. Il est accumulé sous forme de graisses et elles sont métabolisées à partir des carbohydrates produits par les fruits, par les baies succulentes qui sont trouvées dans la région avant de partir en migration. On a donc probablement dans des régions comme la Camargue des concentrations importantes. Par ailleurs, dans les zones humides comme la Camargue, dans tous les

États méditerranéens, il y a deux grandes catégories d'oiseaux, dont je n'ai pas parlé dans ce diaporama, mais elles sont très importantes. Ce sont les limicoles et les petits échassiers qui nichent en toundra dans les zones humides du Grand Nord et qui se concentrent par dizaine de milliers d'oiseaux en Camargue, et qui vont aussi partir directement en mer pour rallier leur territoire d'hivernage situé en Afrique du Nord et Afrique centrale, et jusqu'en Afrique du Sud.

Vous voyez un certain nombre de figures qui vous indiquent les altitudes de vol. Là, vous avez une altitude de vol qui a été étudiée à Malaga en Espagne, mais on a le même genre de scénario avec l'altitude de vol tel qu'indiqué. Ici, à droite du croquis est mentionné le volume de migration exprimé en oiseaux par km³ ainsi que les hauteurs de vol. Les hauteurs de vol des migrateurs se situent entre zéro et 3 000 m, mais cela monte parfois jusqu'à 6 000 m d'altitude. Ici, vous avez le détroit de Messine. Là, c'est à Majorque, et là, à Malaga. Les profils de hauteur de vol sont assez variables d'une région à l'autre, mais tous indiquent un volume de migration très important.

Les variations sont dues au fait que l'altitude de vol dépend un peu de la configuration topographique des régions d'où les oiseaux partent. Dans le détroit de Messine par exemple, les oiseaux partent de zones montagneuses, ils ne perdent donc pas leur altitude. Ils volent plus haut que dans les régions d'où ils partent carrément du niveau de la mer comme à Malaga et aux Baléares. Ce sont des exemples d'oiseaux qui ont été bagués ou tagués et qui sont retrouvés dans différentes régions. Ce sont des exemples ponctuels.

Vous avez ici les deux grands types de vol, le vol battu avec dix à quinze battements d'ailes par seconde alors que le vol plané pratiqué par les cigognes ou les grands rapaces, par les vautours, tous ces oiseaux ont une technique de migration très différente qui a beaucoup moins d'impacts directs. Les grands planeurs passent toujours par les régions où les traversées marines sont les moins grandes. À Gibraltar, il y a 14 km seulement de traversée marine et ici ils longent les côtes pour rallier l'Afrique. Là, c'est Falsterbo. C'est aussi un endroit au sud de la Suède qui est un endroit de concentration de rapaces qui vont rallier les côtes d'Allemagne.

Quelques exemples d'échos. C'est la manière dont on repère les migrateurs nocturnes à partir d'écho radar. Là, ce sont des goélands au-dessus d'un rocher, une migration nocturne à Gibraltar dans un rayon de 10 km où on a de grands planeurs qui passent, en l'occurrence ce sont des cigognes qui peuvent passer soit à Gibraltar, soit le long des côtes d'Israël. C'est un exemple qui, à partir des données de bague, montre la direction générale de vol du nord-est au sud-ouest, c'est régulier pour toute la région paléarctique. Ceci fait que la migration par vol battu, tous ces petits passereaux entre 130 et 150 espèces quittent l'Eurasie à l'automne pour rejoindre les régions tropicales d'Afrique, ils passent sur un grand front qui va du nord-est au sud-ouest. Tous ces chiffres représentent des reprises d'oiseaux bagués.

Voici le schéma de la migration pour une petite rousserole qui s'appelle la rousserole verderolle. En août, elle est là. En septembre, octobre, novembre, décembre, ce sont des oiseaux qui hivernent massivement dans la partie méridionale de l'Afrique.

... **M. Étienne BALLAN**, Président de la CPDP

Puis-je vous demander de conclure, Monsieur BLONDEL, à moins qu'il ne vous reste d'autres diapositives ?

... **M. Jacques BLONDEL**, Directeur de recherche émérite, CNRS, Montpellier

Si vous pouvez passer l'avant-dernière diapositive, je vais conclure. Le problème est que tous ces oiseaux, pour des quantités de raisons, sont sur le déclin. On a un déclin généralisé de tous ces migrateurs transsahariens, un certain nombre d'espèces ont été bien documentées. Ceci fait que d'une manière générale toutes causes additionnelles de mortalité, aussi faibles soient-elles, risquent d'avoir des conséquences démographiques tout à fait dommageables parce qu'on est sur des faunes déjà fragilisées. Chaque obstacle de plus aggrave un peu la situation. C'est donc un peu la mise en perspective de toutes ces données qui seront évidemment précisées par le programme Migralion.

... **M. Étienne BALLAN**, Président de la CPDP

Merci beaucoup, Monsieur BLONDEL, pour tous ces éléments précis et illustrés. J'avais effectivement une question, mais vous venez d'y répondre. Pouvez-vous quantifier cette perte de biodiversité sur ces oiseaux migrateurs ? Vous avez effectivement une diapositive à la fin qui montrait des courbes descendantes. Est-on capable effectivement de mesurer soit la perte en individus ? Je ne sais pas de quelle façon vous calculez. A-t-on des chiffres un peu plus précis à ce sujet ?

... **M. Jacques BLONDEL**, Directeur de recherche émérite, CNRS, Montpellier

Oui, on a une littérature très importante qui chiffre de façon très précise le déclin des oiseaux. On n'a pas de station très documentée en France encore que dans certains cas, on peut donner les estimations, mais il y a beaucoup de travaux, notamment anglais et allemands, qui montrent que l'avifaune migratrice d'Europe d'une manière générale est en fort déclin. Il est variable d'un groupe à l'autre. Les oiseaux des milieux ouverts, des milieux cultivés, des milieux champêtres sont beaucoup plus en déclin que les oiseaux de forêt, mais la tendance générale est au déclin.

... **M. Étienne BALLAN**, Président de la CPDP

Merci beaucoup. J'ai tout de suite une deuxième question à vous poser puisque vous avez mentionné la concentration des oiseaux, notamment avant migration dans les deltas et les zones humides côtières. Vous avez cité la Camargue. Y a-t-il d'autres zones humides le long de la côte méditerranéenne française qui ont le même rôle, ou ce rôle est-il comparable ? Comment distingueriez-vous la Camargue des autres zones ? Est-ce simplement une question quantitative ou au contraire y a-t-il quelque chose de plus uniforme sur l'ensemble ? On pense évidemment à tous les étangs, les zones humides qui ne sont pas des deltas ou des estuaires, mais qui sont tout de même des zones humides côtières.

... **M. Jacques BLONDEL**, Directeur de recherche émérite, CNRS, Montpellier

L'ensemble des zones côtières de la Méditerranée française sont importantes. En gros, tout ce qui est à l'ouest du grand Rhône, mais le grand hotspot, le plus important est évidemment la Camargue, notamment pour les limicoles. On n'a pas du tout parlé des limicoles. Ce sont les chevaliers, les bécassines, tous ces oiseaux qui sont un patrimoine de premier plan à l'échelle européenne se concentrent en grande masse en Camargue d'où elles partent directement en migration. On n'en a pas assez parlé, mais c'est un point très important de la biodiversité.

... **M. Étienne BALLAN**, Président de la CPDP

Merci beaucoup. On va continuer avec la commission. Est-ce que d'autres membres de la commission veulent prendre la parole maintenant avant que je continue à poser une ou deux autres questions ? Je ne vois pas de main se lever. N'hésitez pas. Pour le moment, je ne vois pas encore de demande de paroles du côté de la commission. Je vais poursuivre, M. BLONDEL.

Le point suivant que je voulais évoquer avec vous est cette question des moyens ou des façons dont éventuellement les industriels envisageraient de pouvoir arrêter les machines un certain temps au moment du passage d'oiseaux. Vous avez indiqué des chiffres : 10 000 oiseaux chaque soir à peu près. L'idée selon laquelle les machines pourraient être arrêtées au moment de la migration vous paraît-elle une solution envisageable ou qui aurait du sens selon vous ? De quel ordre devrait être cet arrêt puisque déjà aujourd'hui se pose la question, notamment sur les fermes-pilotes françaises, mais sans doute également ailleurs ? Avec quelques heures par an, peut-on significativement, à votre avis, répondre à ce pic de migration ?

... **M. Jacques BLONDEL**, Directeur de recherche émérite, CNRS, Montpellier

Ce n'est pas très réaliste. Tous les gens qui ont travaillé sur la migration, et ces travaux ont commencé dans les années 1960 et 1970, sont unanimes pour dire que la migration est un phénomène massif. La migration nocturne, la plupart des grands migrateurs, a lieu toute la nuit avec des pics d'importance le soir à la tombée de la nuit, mais il y a des vols toute la nuit. En gros, ce qu'on peut dire, c'est qu'il y a un survol de la Méditerranée à toute heure du jour et de la nuit, tous les jours de l'année avec évidemment des concentrations particulièrement fortes au printemps et à l'automne, mais c'est toute l'année et tout le temps.

... **M. Étienne BALLAN**, Président de la CPDP

D'accord. Merci beaucoup pour cette réponse très précise. Je vais demander s'il y a une personne de la commission qui souhaite prendre la parole. Pour le moment, je ne vois pas de demande. M. BLONDEL, vous avez une question dans le chat de M. Daniel GUIRAL de FNE Languedoc-Roussillon. Je vais lire la question si cela vous convient et je vous demanderai d'y répondre : « Les migrations

s'opèrent de jour comme de nuit. Si oui, cela aura-t-il un impact différent en matière de risque de collision ? » Effectivement, la migration de nuit est-elle potentiellement plus dangereuse la nuit que le jour, ou bien est-ce la même chose ?

... **M. Jacques BLONDEL**, Directeur de recherche émérite, CNRS, Montpellier

C'est très difficile de répondre à la question étant donné que la vision des oiseaux est tout à fait différente de la nôtre. Il n'est donc pas évident d'extrapoler la manière dont les choses se passent chez les oiseaux. Quelle était l'autre question ?

... **M. Étienne BALLAN**, Président de la CPDP

C'était cela. Comme vous avez dit que la migration se passait de jour et de nuit même si c'est un peu plus à la tombée de la nuit, est-ce qu'entre les deux migrations, diurne ou nocturne, il peut y avoir une différence d'impact aux éoliennes ? Mais c'est ce que vous venez de dire. Vous avez dit qu'on ne le savait pas vraiment.

... **M. Jacques BLONDEL**, Directeur de recherche émérite, CNRS, Montpellier

On ne le sait pas trop, mais a priori la nuit devrait être plus meurtrière que le jour.

... **M. Étienne BALLAN**, Président de la CPDP

A priori. Parfait, merci. M. BONHOMME posait une question. Il nous indique cinq milliards pendant cent jours, cela fait cinquante millions par jours. Effectivement, en matière de chiffres, pouvez-vous préciser s'il s'agit de cinquante millions sur l'ensemble du bassin méditerranéen ?

... **M. Jacques BLONDEL**, Directeur de recherche émérite, CNRS, Montpellier

Oui, c'est sur l'ensemble du bassin méditerranéen.

... **M. Étienne BALLAN**, Président de la CPDP

Donc, les dix mille oiseaux chaque soir, c'est plutôt au droit de la Camargue si je comprends bien.

... **M. Jacques BLONDEL**, Directeur de recherche émérite, CNRS, Montpellier

Comme je l'ai dit tout à l'heure, c'est un front massif qui traverse de part en part toute la Méditerranée avec des variations locales en particulier au droit des estuaires, des grands fleuves, des deltas, des zones humides, etc. Évidemment, les variations géographiques sont indiscutables, mais globalement la mer est traversée de part en part.

... **M. Étienne BALLAN**, Président de la CPDP

Merci beaucoup. Est-ce que d'autres personnes souhaiteraient prendre la parole ?

... **M. Thierry HOOLANS**, ADN passepartou

Thierry HOOLANS, ADN passepartou. Je suis avec le télétram. Je voudrais poser une petite question par rapport. M'entendez-vous toujours ?

... **M. Étienne BALLAN**, Président de la CPDP

On vous entend très bien.

... **M. Thierry HOOLANS**, ADN passepartou

J'ai une question par rapport à la nuit parce que, souvent, on voit les éoliennes sur terre avec la petite lumière rouge. C'est peut-être plus fait pour les avions que pour les oiseaux. Est-ce que dans la rotation des pales il n'y a pas intérêt à mettre une petite lumière rouge au bout des pales ?

... **M. Jacques BLONDEL**, Directeur de recherche émérite, CNRS, Montpellier

C'est une très bonne question. Des travaux montrent que sur les trois pales d'une éolienne, quand une des trois pales qui est d'une couleur différente des autres, une noire, une blanche, cela a un effet positif sur les oiseaux. Ils les évitent plus facilement quand il y a une variation des couleurs des pales. C'est une très bonne question.

... **M. Thierry HOOLANS**, ADN passepartou

Je suppose qu'ils s'éloignent. Là, je sors un petit peu des oiseaux, mais dans le cas par exemple des chauves-souris qui travaillent peut-être plus avec les colocations qu'avec la vision, on n'en sait rien, mais l'effet serait-il le même ou cela aurait-il tendance à les tromper parce que le bout des pales fonctionne tout de même à une vitesse qui peut aller jusqu'à 300 km/h en vitesse circonférentielle ?

- ... **M. Jacques BLONDEL**, Directeur de recherche émérite, CNRS, Montpellier

Oui, mais c'est très difficile...

- ... **M. Thierry HOOLANS**, ADN passepartou

Donc, cela pose tout de même de nombreuses questions.

- ... **M. Jacques BLONDEL**, Directeur de recherche émérite, CNRS, Montpellier

C'est très difficile de répondre à la question, mais ce sera très difficile d'avoir des résultats puisque sur des éoliennes placées en mer les radars ne donneront aucune indication sur la mortalité réelle. On aura des indications des flux migratoires, mais on n'aura pas d'indications sur l'impact des éoliennes sur les oiseaux eux-mêmes.

- ... **M. Thierry HOOLANS**, ADN passepartou

D'accord. Si ce n'est qu'en retrouvant des traces de cadavre sur les pales peut-être, et encore.

- ... **M. Étienne BALLAN**, Président de la CPDP

Ce sera donc un peu difficile, en effet. Merci beaucoup, M. BLONDEL. Je voudrais signaler M. MICHEL dans le tchat que je remercie beaucoup de votre réflexion, de votre calcul qui permet de comprendre comment on passe des cinq milliards d'individus aux 10 000 oiseaux par jour par kilomètre au regard de la longueur du littoral concerné. Je vous remercie beaucoup. J'ai une demande de parole de M. AUTRIC et puis on va passer à la session suivante qui va encore porter sur l'avifaune. M. AUTRIC, on vous écoute. Ensuite, on va passer à la session suivante qui va encore porter sur l'avifaune.

- ... **M. Frédéric AUTRIC**, Directeur de projet éolien flottant à la DREAL Occitanie

Bonjour à tous. Merci de me donner la parole. Je voulais juste rappeler que, pour le débat public, nous avons fait réaliser par le CEREMA une étude télémétrique qui a permis de récupérer le maximum d'informations sur les oiseaux migrateurs. C'est à l'issue de ce travail que nous avons fait le constat que le nombre d'individus géolocalisés était insuffisamment nombreux pour qualifier l'enjeu comme vous l'avez rappelé, c'est pour cette raison que nous n'avons pas produit de cartes d'enjeu sur les oiseaux migrateurs à l'occasion d'études bibliographiques, mais nous l'avons fait pour les oiseaux marins. L'étude Migralion va être lancée et présentée tout à l'heure, je ne m'étendrais donc pas sur ce sujet. Je voulais enfin rappeler par rapport à la question posée sur le risque de collision, il y a aussi ce travail à faire par rapport à ces oiseaux migrateurs. Quel est le risque qu'ils entrent en collision avec les éoliennes puisque selon les espèces on peut tout à fait imaginer que l'effet barrière mis en place

par le parc fera que les oiseaux auront tendance à contourner le parc, et auquel cas le risque d'effet collision ne sera pas présent pour ces espèces ? D'autres espèces auront sans doute tendance à entrer dans le parc, et là encore, c'est la manœuvrabilité des oiseaux qui sera en cause parce qu'on peut tout à fait identifier pour certaines espèces la possibilité qu'il y ait des microévitements qui permet en définitive que la collision n'ait pas systématiquement lieu. C'était juste pour alerter nos auditeurs sur le fait que les 10 000 oiseaux au kilomètre qui ont été évoqués, cela ne veut pas dire que ces 10 000 oiseaux vont entrer systématiquement sur une zone d'un kilomètre tous en collision avec les pales des éoliennes. Cela me paraît tout de même très important sinon on pourrait s'interroger sur l'impact massif que cela pourrait avoir.

... **M. Jacques BLONDEL**, Directeur de recherche émérite, CNRS, Montpellier

On est dans une inconnue totale à ce sujet. On ne sait rien. C'est ce que l'on peut dire.

... **M. Étienne BALLAN**, Président de la CPDP

Merci pour votre réponse. On pourra aussi continuer le débat sur la question des dispositifs d'effarouchement autres que lumineux. Il y a de nombreuses questions aujourd'hui sur l'effarouchement par le bruit. On continue sur l'avifaune. Merci beaucoup, M. BLONDEL, vous restez bien sûr avec nous. Vous êtes le bienvenu pour poser des questions et les compléter.

M. DURIEZ, on vous donne la parole. Vous nous avez fait la gentillesse de bien vouloir intervenir aujourd'hui. Vous êtes membre du Conseil scientifique de la commission éolien du CMF. Je vous laisse vous présenter, et puis en quinze minutes aussi, si cela est possible, je sais que votre présentation est un peu longue, mais j'espère que vous allez parvenir en quinze minutes à nous présenter ce que l'on peut attendre un peu concrètement et précisément du programme Migralion. On vous donne la parole, c'est à vous. Normalement, vous avez la main sur la présentation. On la voit en mode lecture. On l'a maintenant en diaporama.

... **M. Olivier DURIEZ**, Université de Montpellier — CEFE

Bonjour. Je suis enseignant-chercheur à l'Université de Montpellier. Je travaille au Centre d'écologie fonctionnelle et évolutive, et je travaille sur les comportements des oiseaux, les comportements de déplacement et les conséquences démographiques sur la conservation des espèces. J'ai intégré ces problématiques éoliennes depuis une dizaine d'années, car mes modèles d'études principaux sont plutôt les rapaces qui sont les premières victimes des éoliennes, notamment dans d'autres pays comme l'Espagne. On s'inquiète donc un peu sur la situation en France.

Je suis coordinateur d'un programme de recherche sur la façon d'améliorer les dispositifs de réduction de la mortalité dans les centrales éoliennes en milieu terrestre. Par ailleurs, j'ai intégré ce programme de réflexion sur l'éolien offshore sur ces mêmes problématiques à la fois d'oiseaux marins, mais également d'oiseaux terrestres qui passent au-dessus de la mer comme Jacques BLONDEL l'a très bien présenté.

Je suis aussi un peu à l'origine avec plusieurs autres collègues de ce programme de recherche Migration que je vais présenter maintenant. Il vise à mieux comprendre ce qui se passe sur le golfe du Lion. Comme Jacques BLONDEL l'a dit, on a une connaissance globale sur le fond aux larges migrations de l'Europe vers l'Afrique, mais dans le détail, c'est tout de même plus subtil que cela, et on manque grandement d'informations. Pour ce programme de recherche, si j'ai mis de nombreux logos, c'est parce qu'il y a beaucoup de partenaires, c'est donc un peu compliqué. Il y a à la fois des instituts de recherche variés du CNRS, de l'IRD, du Muséum, de Chizé, quai de recherche française, la recherche comme la Tour du Valat, la station ornithologique suisse et puis des associations, des bureaux d'études, France énergies marines et Pôle Mer.

L'impact des éoliennes offshore sur les oiseaux n'est pas très bien connu. Comme vous l'avez rappelé il y a quelques minutes, il y a deux types d'effet de ces parcs éoliens. Il peut y avoir ce à quoi on pense tout de suite, l'attraction vers les parcs, donc un risque de collision. Donc collision des oiseaux avec une éolienne, ils vont être percutés ou coupés en deux, comme on peut le voir ici avec cette sterne. L'autre phénomène est aussi bien connu depuis très longtemps en mer avec les phares. Il y a plus de cent cinquante ans que l'on rapporte que dans des conditions particulières de météo, il peut y avoir des arrivées massives d'oiseaux migrateurs qui heurtent les phares en mer.

On peut avoir aussi un autre effet plus pernicieux, auquel on pense moins : c'est l'effet répulsif que les parcs éoliens peuvent avoir sur les oiseaux qui vont donc s'écarter de ces parcs éoliens. Si ces parcs sont de grande taille, ce sera une perte d'habitat qui peut se compter en plusieurs dizaines ou centaines de km², donc de l'habitat marin utilisé par les oiseaux pour mener à bien leur cycle de vie.

D'autres espèces sont tout aussi indifférentes aux obstacles ou aux parcs éoliens en mer. Donc, on ne sait pas très bien ce qui se passe. On sait seulement que cela a été étudié en mer du Nord et en mer Baltique. Ce sont les seuls endroits au monde où il y a eu des parcs éoliens de grande ampleur qui ont été construits, notamment sur les côtes anglaises, néerlandaises, allemandes et danoises.

Les espèces se répartissent effectivement selon un gradient qui va de la répulsion à l'attraction. Certaines espèces vont éviter grandement les parcs comme les espèces de plongeurs, comme les fous de Bassan. D'autres espèces vont être un peu moins repoussées comme les fulmars, des canards marins, les alcidés comme le guillemot ou la sterne caugek, des espèces plutôt indifférentes comme les eiders, les sternes arctiques et les pierregarins, les mouettes tridactyles, et des espèces qui vont être plutôt attirées vers ces parcs éoliens, cinq espèces de mouette et de goéland ont été évaluées et deux espèces de cormoran.

Tout ce que l'on sait ici se rapporte à des espèces de l'Atlantique Nord et de la mer du Nord. Ici, j'ai souligné les espèces que l'on partage avec la Méditerranée, mais ce sont des espèces typiquement méditerranéennes dont on ne connaît pas grand-chose. Cela n'a jamais été étudié. Si j'ai mis quelques exemples d'espèces typiquement méditerranéennes : puffin de Scopoli, puffin yelkouan, océanite tempête, sterne hansel, sterne naine, goéland d'Audouin, goéland railleur ou cormoran huppé de Méditerranée. Peut-on transposer les résultats de la mer du Nord vers la Méditerranée ? On ne le sait pas trop.

Par rapport aux hauteurs de vol, là aussi les seules données que l'on possède sur les hauteurs de vol en pleine mer viennent de l'expérience des parcs éoliens et des plateformes offshore en mer du Nord où

les Allemands ont étudié sur certains sites, comme ici Alpha Ventus, pendant dix ans par suivi radar les hauteurs de vol des oiseaux à différentes saisons. Ils montrent une gradation entre le printemps et l'automne à différentes hauteurs. Ils ont mesuré des vols depuis le niveau de la mer jusqu'à 1 400 m de hauteur. Sur un autre site aux Pays-Bas, on a également cette stratification des auteurs de vol avec tout de même une prédominance de hauteurs de vol entre zéro et 200 m, que ce soit à proximité des côtes comme sur le parc hollandais ou bien à plus grande distance des côtes comme en mer du Nord sur les parcs allemands. On a cette prédominance d'oiseaux qui vont relativement voler à basse altitude au-dessus de la mer.

En Méditerranée, que sait-on ? On sait que beaucoup d'oiseaux vont fréquenter le littoral proche et la mer proche des zones côtières de Méditerranée ; 295 espèces d'oiseaux sont régulières ou occasionnelles identifiées sur la zone autour du golfe du Lion par des espèces de chiroptères, ce sont les chauves-souris qui vont fréquenter le pourtour du golfe, dont trois espèces qui peuvent aller en mer. On ne connaît pas très bien le comportement en mer de ces chauves-souris. La France a la responsabilité internationale pour quelques espèces très rares.

De la zone, on connaît grosso modo les périodes de fréquentation des espèces. Ici, c'est donc la phénologie. On a les mois en abscisse et le nombre d'individus enregistrés dans les bases de données participatives en ordonnée. Typiquement, des espèces vont être sédentaires. Elles vont être présentes toute l'année sur le littoral par exemple d'Occitanie. Des migrateurs de passage vont apparaître juste au moment des migrations, ici, la barge rousse a un pic en mai-juin et un autre en septembre-octobre. Des nicheurs vont arriver juste en été. Ils arrivent en mai et ils repartent en août comme la fauvette orphée et puis des hivernants qui vont être là juste en hiver. Ils seront absents l'été parce qu'ils sont montés en Europe du Nord.

On a donc identifié de nombreuses lacunes sur ces oiseaux marins et ces oiseaux qui franchissent la mer Méditerranée. On a des oiseaux marins à données déficientes, par exemple les océanites, les labbes, les goélands d'Audouin et les cormorans huppés. On connaît mal leurs zones fonctionnelles. Les flux migratoires, les trajets migratoires de ces oiseaux terrestres ne sont tout de même pas très bien connus. On sait qu'il y a un front large, mais dans le détail il y a sans doute des concentrations par endroit. À nouveau, on pense que la Camargue est une de ces zones, car on est au débouché de la vallée du Rhône qui est empruntée par des dizaines de milliers d'oiseaux migrateurs que l'on peut bien voir parce qu'ils sont au-dessus de la terre. On ne connaît pas les voies et les flux migratoires en mer. On ne sait pas si c'est vraiment aussi largement réparti ou bien s'il y a tout de même des zones de concentration au-dessus de la mer. La traversée de la mer est-elle si homogène que cela ? On ne le sait pas trop. Il y a sans doute une partie du flux qui doit passer par la côte et une partie qui doit traverser directement. Des chauves-souris, on ne connaît pratiquement rien. Des altitudes de vol au-dessus de la Méditerranée, on ne connaît absolument rien non plus.

En partant de ce constat, on a proposé un programme de recherche pour acquérir de nouvelles données pour essayer de comprendre ces comportements en mer. Il s'agit à la fois de combiner les analyses radar pour permettre de suivre les déplacements à grande échelle des oiseaux en trois dimensions, en cartographie et aussi en altitude. Le bio-logging avec le déploiement de balises GPS ou GLS permettant de suivre des centaines d'individus dont on connaît l'espèce et la morphologie par exemple, des campagnes nautiques avec des suivis visuels, acoustiques et puis l'enregistrement

d'ultrasons pour les chauves-souris, et puis des suivis un peu à la côte en parallèle. Tout cela pourrait être aggloméré sur un seul et même gros programme de recherche pour mieux comprendre ce qui se passe en mer.

L'objectif de ce programme est de caractériser l'utilisation du golfe du Lion par les migrateurs terrestres et l'avifaune marine à l'aide de ces données complémentaires, identifier les espèces concernées, la distribution spatio-temporelle, les altitudes de vol. On voit ici une carte de la migration classique au-dessus de la terre, mais en fait la mer n'est pas vraiment représentée ici.

Ce programme est articulé en six lots :

Le premier lot concerne la coordination du pilotage dont je ne vais pas tellement parler.

Un lot sur l'état des connaissances et le recensement des données existantes.

Un lot basé sur la télémétrie de l'avifaune, donc le suivi d'individus en particulier.

Un lot sur les campagnes en mer.

Un lot sur les radars à la côte.

Un lot va essayer de synthétiser tout cela pour avoir une analyse harmonisée.

Le premier lot d'état des connaissances est en cours de finalisation. Les partenaires sont France énergies marines et la Tour du Valat. Au-delà de la synthèse bibliographique, il y a aussi un recueil des données disponibles à la fois en télémétrie, en baguages, en comptages à la côte, en comptages en mer, suivi de colonies d'oiseaux marins. Je vais passer assez vite sur ce programme. Cela permet de savoir sur quelles données on peut travailler, celles qui sont déjà acquises et celles qu'on a besoin d'acquérir en complément.

Je vais aller plus en détail sur le lot de la télémétrie des migrateurs terrestres et des oiseaux marins. C'est un lot que je coordonne avec Frédéric JIGUET, Ghislain CHAMPAGNON et David GRÉMILLET. L'idée est de connaître la distribution spatiale et l'attitude des migrateurs terrestres en mer et des oiseaux marins. Le but de ce programme va être d'équiper trente-trois espèces d'oiseaux pendant trois ans pour avoir une idée beaucoup plus précise de ces déplacements. On avait listé :

Sept espèces d'oiseaux marins, trois espèces de puffin, dont trois endémiques de Méditerranée, l'océanite tempête, la sterne caugék que l'on peut voir sur cette photo et le goéland railleur et la mouette mélanocéphale, des espèces un peu plus côtières

Neuf espèces aquatiques qui fréquentent les zones humides, les espèces emblématiques comme le flamant rose ou la spatule blanche, mais également des espèces de hérons, des espèces de limicoles comme les avocettes, les échasses et les courlis.

Seize espèces terrestres qui ne dépendent pas de la mer directement pour leur vie, mais ils vont la traverser au moins deux fois par an, et même plus, des espèces de limicoles également, des limicole terrestres comme le pluvier guignard, des espèces de rapaces et des espèces à la fois diurnes et nocturnes qui vont de la tourterelle des bois, le guépier d'Europe, la pie-grièche à tête rousse, le [inaudible 00:46:57] ou bien même des passereaux.

Les chiffres en rouge sont ceux qui ont déjà été déployés cette année. Le programme a démarré officiellement en avril, mais le temps de commander les balises GPS, on n'en a eu que très peu à temps avant la fin de l'année. Grâce à la période prénuptiale, on a donc fait ce qu'on a pu avec le timing de

la migration. On ne peut pas piloter la phénologie de la migration des oiseaux, c'est la nature qui commande.

Le trajet que l'on a déjà pu obtenir sur trois espèces, donc trois exemples : une espèce d'oiseau marine, la sterne caugek, six individus ont été équipés vers Sète. On peut voir ici les déplacements de ces six individus pendant quatre mois cet été. On voit une forte fréquentation de quasiment tout le littoral du golfe du Lion, notamment en face de la colonie, mais les oiseaux vont régulièrement sur la Camargue et sur les étangs autour de Narbonne.

La spatule blanche est une population nicheuse en Camargue. C'est une espèce très rare qui est à nouveau en augmentation actuellement en Europe et en France. Trente-sept spatules ont été équipées. On peut voir des stratégies très différentes de la traversée de la mer. Un grand paquet d'individus va longer la côte espagnole pour rejoindre le Maroc, mais une partie d'entre eux va couper le golfe du Lion pour aller directement sur l'Espagne. Une troisième partie va aller sur la Sardaigne et puis la Tunisie en traversant la mer de part en part.

Les pluviers guignards, l'espèce terrestre, dix individus ont été équipés. C'est un peu un challenge de parvenir à attraper cette espèce, mais notre technicien y est parvenu. On a pu enregistrer les premiers déplacements sur quelques jours seulement, les oiseaux viennent de partir. Cinq d'entre eux sont partis plein sud, ils ont traversé ici la Méditerranée en s'arrêtant ou en ne s'arrêtant pas sur Majorque. Ils vont directement au Maroc, et les autres sont encore en place ou en train de se déplacer progressivement le long du littoral. On voit bien ici les différences que l'on peut avoir de stratégie migratoire et ce ne sont que trois espèces, trente autres vont suivre avec forcément des comportements différents.

Le lot 4 consiste à des campagnes en mer par bateau. Le but est d'améliorer les connaissances sur la répartition spatiale de la faune volante en mer, et surtout les attitudes de déplacement en vol. Jacques BLONDEL a parlé de mesures radar qui ont été faites sur certains sites, mais c'étaient tout de même des sites de détroit ou près des côtes. L'objectif est vraiment d'aller voir ce qui se passe en pleine mer où on n'a aucune connaissance et avoir un radar embarqué sur un bateau, comme on peut le voir sur la photo, qui va être déployé sur le pont arrière où on aura à la fois un radar horizontal qui va cartographier en carte les déplacements des oiseaux et puis un radar vertical qui va mesurer les hauteurs de vol.

L'étude va démarrer en mars-avril 2022 et le principe sera de faire des transects ici dans tout le golfe du Lion pour enregistrer en continu. Chaque campagne devrait prendre trois ou quatre jours à vitesse réduite pour enregistrer les déplacements de jour comme de nuit de tout ce qui se passe au-dessus de la mer et à différentes hauteurs de la mer. Ce programme n'est pas encore commencé parce qu'il a fallu affréter un bateau, trouver le bon matériel et les crédits. Cela s'accompagne aussi d'enregistrements acoustiques pour enregistrer les cris des oiseaux parce que le radar ne donne que des échos. Pour avoir l'espèce, il faut écouter les cris des oiseaux ou bien regarder la fréquence des battements d'aile, et également des enregistrements ultrasonores pour enregistrer les chiroptères qui pourraient traverser. Des radars ornithologiques à la côte qui ont pour but d'étudier la migration des oiseaux terrestres et des chauves-souris, de quantifier les flux, de quantifier ceux qui passent au-dessus de la mer et ceux qui vont passer par la côte, et étudier s'il y a des variations au cours de la saison entre les années et entre les espèces également.

Ceci est complémentaire des autres études. C'est un lot qui est porté par Biotopie essentiellement, le bureau d'études basé à Mèze. Ils vont acquérir plusieurs radars. Il y aura un radar fixe basé en Camargue

au centre névralgique de la migration et puis un radar que l'on va appeler mobile, car il va être déplacé de site en site pour avoir un échantillonnage sur un peu tout le littoral depuis les Pyrénées jusqu'à quasiment Marseille pour suivre ces déplacements d'oiseaux au cours des saisons de migration. Ce radar vient d'être acquis et le premier test a été fait en octobre. Il a pu montrer qu'on pouvait bien avoir cette différence du nombre d'oiseaux et donc d'échos qui sont enregistrés entre le jour, où on a relativement peu d'oiseaux, et la nuit, où on a un pic énorme d'oiseaux qui passent en pleine nuit. On ne les voit pas, on ne les entend pas, mais ils sont bien là. Ils sont au-dessus de nos têtes. Dans cet exemple, dans la nuit entre le 8 et 9 octobre on a eu 6 000 oiseaux par heure et par kilomètre entre 20h et 21h seulement. Donc, un total de 40 000 oiseaux par kilomètre sur l'ensemble de la nuit juste sur une nuit. Ce n'est pas représentatif, mais cela montre bien l'ampleur du phénomène qui passe complètement inaperçu.

Le dernier lot porte sur le développement de méthodes pour analyser toutes ces données produites dans le cadre de ce programme. C'est Aurélien BESNARD et moi-même qui le portons au siège avec Olivier JIMENEZ et puis nos collègues de la Tour du Valat et de France énergies marines. Le principe va être d'abord de coordonner les plans d'échantillonnage des différents lots, c'est fait. Ensuite, à partir de janvier 2022, recruter un poste de doctorant pour déterminer quelles méthodes statistiques seront les plus aptes à combiner toutes ces données qui vont forcément être hétérogènes, elles sont complémentaires, mais elles n'ont pas le même pas de temps ou le même niveau de précision. On va essayer de sortir un modèle qui va analyser et porter à connaissance l'ensemble du phénomène migratoire au-dessus de la Méditerranée dans le golfe du Lion.

Le lot 2 représente la coordination de l'ensemble. France énergies marines et la Tour du Valat sont les pilotes de ce programme. En ce qui concerne l'articulation temporelle, la télémétrie a déjà débuté en 2021. Elle va prendre de l'ampleur en 2022 et 2023. Ici, on a marqué les migrations pré-nuptiales de printemps et post-nuptiales d'automne. Le principe est d'avoir des enregistrements sur plusieurs années des mêmes individus au cours du temps. Les campagnes en mer vont démarrer. Il y aura deux sessions par saison migratoire, une en mars-avril 2022 et une en septembre-octobre 2022, et également en mars-avril 2023. Pour les radars à la côte, un sera fixe, qui enregistrera en continu, et des radars mobiles qui vont être déployés pendant les périodes de migration. Enfin, l'analyse de données qui sera faite quand les données commenceront à arriver.

La dernière diapositive provient du comité de pilotage qui a eu lieu lundi dernier. Quelques premiers livrables sont en cours de finalisation pour l'état des connaissances des données disponibles. On a tout de même équipé quatre-vingt-douze oiseaux de GPS ou de GLS cet été. Ces données sont donc en cours d'acquisition. Les GPS doivent en donner en continu. En revanche, avec les GLS, c'est une autre technologie qui ne donne ici que le retour des oiseaux sur les zones de reproduction. Donc, on n'aura que les données de l'année prochaine. Le matériel est en cours d'acquisition pour les autres lots. Je voulais montrer que l'on va progresser en matière de connaissances dans la migration des oiseaux autour de la Méditerranée, mais évidemment on n'a pas du tout de résultats consolidés à présenter pour l'instant sur ce comportement de la biodiversité marine qui est très importante. Merci de votre attention.

... **M. Étienne BALLAN**, Président de la CPDP

Merci beaucoup, Monsieur DURIEZ, vraiment en un temps record. Il y avait beaucoup de choses dans votre présentation. La fin de votre présentation me conduit forcément à une première question, mais elle doit vous paraître évidente. À quelle date les premiers éléments consolidés seront-ils connus ? En effet, vous avez dit, pour le moment on n'en a pas. Vous nous avez présenté les calendriers sur 2020-2023. Quelle est au total la durée du programme ? Au-delà de la durée du programme, à quel moment est-il envisagé d'avoir des données consolidées telles que vous les avez évoquées ?

... **M. Olivier DURIEZ**, Université de Montpellier — CEFE

Pour avoir des éléments consolidés, ce ne sera pas avant 2024. On est sur deux années de terrain, d'acquisition de données. Il faut ensuite les analyser et cela représente de grandes masses de traitement et un réel défi méthodologique pour combiner toutes ces sources de données. Ce n'est pas trivial de mélanger des données radar, des données télémétriques, des données d'observation. On a des collègues experts ici au CEFE qui vont s'y atteler. Ils ont quelques bonnes idées, mais il y aura tout de même des verrous à débloquent pour y parvenir. On aura des données qui vont tomber partiellement, mais il faut à nouveau être très prudent parce que c'est un phénomène global. On a besoin de ces données complémentaires pour avoir une vision globale. Il y aura plus ou moins de variabilité entre les oiseaux marins, les oiseaux aquatiques et les oiseaux terrestres. C'est forcément assez hétérogène.

... **M. Étienne BALLAN**, Président de la CPDP

D'accord. D'où le poste de doctorant dont vous avez parlé. Il va travailler sur les outils statistiques qui seraient les plus à même de faire ces analyses. Il y a le temps d'acquisition des données, mais il y a effectivement un temps important pour l'analyse. Les incertitudes méthodologiques peuvent-elles faire peser une incertitude sur le calendrier de livraison des données consolidées ?

... **M. Olivier DURIEZ**, Université de Montpellier — CEFE

On va acquérir les données. On est confiant sur le matériel. Avec la télémétrie, on aura beaucoup d'espèces suivies. Il y a toujours une difficulté sur les plus petites espèces, notamment les passereaux. Sur les grosses espèces, il n'y aura pas trop de problèmes pour obtenir les données. Les radars à terre sont bien maîtrisés également. Le radar en mer va être quelque chose de nouveau. On aura peut-être des problèmes imprévus. Cela fait partie du champ de la recherche. On aura des résultats, mais ensuite c'est leur précision qu'il est difficile à estimer à ce stade. Est-ce qu'il y a une répétabilité entre les années du phénomène migratoire ou le phénomène est-il hétérogène ? Quelle est la différence entre le printemps et l'automne ?

Il faut bien comprendre que l'on est sur des phénomènes migratoires qui sont tout de même assez différents entre l'automne et le printemps. À l'automne, on a des oiseaux qui viennent de franchir une partie du continent européen. Ils partent du niveau de la mer. Ils vont sans doute s'élever assez vite et puis traverser la Méditerranée en une nuit, ou une nuit et plus la moitié d'une journée. On ne sait pas quel sera le comportement des oiseaux au décollage et à l'arrivée. Il est possible d'avoir des comportements très différents entre un oiseau qui part tout juste, qui est en pleine forme et plein

d'énergie, et un oiseau qui vient de faire dix heures de vol et qui est peut-être déjà un peu fatigué et qui réduit son altitude. L'impact sera peut-être faible à l'automne et beaucoup plus fort au printemps quand les oiseaux arrivent d'Afrique, mais ce ne sont que des hypothèses.

... **M. Étienne BALLAN**, Président de la CPDP

D'accord. Merci beaucoup pour ce point. Deuxième point, vous l'avez un peu évoqué, dans les données radar, notamment de radar à la côte, car c'est celui sur lequel vous avez déjà des éléments. Les chiffres que vous donnez de la différence jour/nuit et du nombre d'oiseaux en une nuit vous paraissent-ils congruents avec les chiffres évoqués précédemment qui étaient des chiffres moyens de 10 000 oiseaux au kilomètre ?

... **M. Olivier DURIEZ**, Université de Montpellier — CEFE

Attention, c'est un test, une nuit. Ce sont des données très récentes. Ils ont mis du temps à obtenir ce radar. C'est un radar assez révolutionnaire qui peut enregistrer en trois dimensions. Il faut encore l'ajuster. Il y a des réglages un peu fins à faire. Cela correspond à ce que l'on connaissait des suivis en éthologie et des migrations. Là, on a tout de même cinquante ans de suivi à terre qui a été fait notamment par l'équipe de Biotope et par les équipes suisses, suédoises et israéliennes. On ne part pas de rien. On est dans les chiffres normaux. La différence entre le jour et la nuit est tout à fait classique, mais ce radar était à terre, il n'était pas en mer.

... **M. Étienne BALLAN**, Président de la CPDP

On est bien d'accord. Par rapport à la discussion précédente sur 10 000 oiseaux par kilomètre en moyenne, les 40 000 oiseaux ici sont entre guillemets concluants. On est dans la même épure.

... **M. Olivier DURIEZ**, Université de Montpellier — CEFE

On est dans la même épure. Attention, il y a des vagues migratoires. Là, c'est l'enregistrement d'une nuit, mais il faut imaginer que ce n'est pas un tapis roulant continu. Des études assez récentes ont montré l'étalement de la migration avec les radars météorologiques qui captent aussi les oiseaux, et on voit qu'il peut très bien y avoir ce qu'on appelle des blocages météorologiques. Ce sont des conditions qui ne favorisent pas la migration, qui vont concentrer les oiseaux jusqu'à l'atteinte d'un endroit, et quand la situation va se débloquer, ils sont partis en masse. On peut avoir ainsi un gros largage d'oiseaux extrêmement massif sur quelques nuits où on va avoir des scores incroyables de migrants, et puis le calme plat pendant quelques jours. Ce n'est pas continu. C'est par vague.

... **M. Étienne BALLAN**, Président de la CPDP

C'est important. Merci pour ces précisions. J'ai une demande de parole de M^{me} Adeline MORLIÈRE de la DGEC.

... **M^{me} Adeline MORELIÈRE, DGEC**

Je voulais vraiment préciser que le radar utilisé était à titre de test, et effectivement c'est à terre. Donc, on ne peut absolument pas tirer de conclusion sur les flux au-dessus de l'eau. C'est vraiment très important à avoir en tête. On ne peut même pas dire si ces oiseaux s'engagent en mer puisque c'est un radar positionné à Mèze. Donc, on ne peut en tirer aucune conclusion. Je voulais vraiment apporter cette précision sur ce qui a été présenté. C'est l'objectif de Migralion, de savoir ce qui va se passer en mer et l'étude du CEREMA sur les données télémétriques a pour l'instant mis en évidence certains éléments, mais le nombre d'individus équipés est insuffisant pour en tirer des conclusions, on peut seulement mettre en évidence des tendances. Il ne semble pas y avoir de couloir de migration, mais il y a bien des fronts migratoires comme le disait Jacques BLONDEL. Migralion est bien là pour voir si on n'a bien que des fronts migratoires ou si, comme le disait M. DURIEZ, à un moment donné, on va avoir des concentrations et on aura des couloirs migratoires, mais pour l'instant ce ne sont pas les tendances esquissées avec la connaissance actuelle.

... **M. Étienne BALLAN, Président de la CPDP**

Monsieur DURIEZ, voulez-vous peut-être réagir ?

... **M. Olivier DURIEZ, Université de Montpellier — CEFE**

L'étude du CEREMA pour la télémétrie, je suis le premier concerné, est à prendre avec des pincettes parce qu'elle porte tout de même sur très peu d'individus, très peu d'espèces avec des protocoles très différents. L'analyse qui a été faite a été tout de même relativement grossière. À leur décharge, ils n'avaient pas beaucoup de temps pour faire cette analyse. C'est donc vraiment à prendre avec des pincettes. C'est à titre informatif. Cela veut dire qu'il y a des oiseaux au-dessus du golfe du Lion, mais on ne peut absolument rien dire à l'heure actuelle sur les zones de passage. C'est juste l'intuition que l'on a en tant qu'ornithologues, et là je rejoins complètement Jacques BLONDEL, la Camargue est un haut lieu à la fois de l'hivernage des oiseaux, de la reproduction des oiseaux et de la migration des oiseaux, et ceci est connu depuis des dizaines d'années.

Si tous les ornithologues français vont faire un petit tour en Camargue, c'est parce que c'est le plus gros site où on a le plus d'espèces rares et les plus gros effectifs en France, et de loin, et on est à la sortie ou à l'entrée du couloir rhodanien. Les oiseaux ne vont pas s'amuser à passer au-dessus des montagnes quand ils peuvent les éviter. Donc, ils passent là où c'est plus bas et ils suivent le Rhône. Donc, on pense tout de même qu'il risque d'y avoir des concentrations assez fortes sur la Camargue.

... **M. Étienne BALLAN, Président de la CPDP**

Merci beaucoup. On est sur un sujet important. Vous estimez en tout cas aujourd'hui que les premiers éléments que la DGEC a pu déjà mettre en avant en disant « il nous semble qu'il n'y a pas de couloir, mais essentiellement un front » et donc au regard de cette première analyse, il n'y a pas de zones discriminantes pour le moment, cette question ne serait pas discriminante pour l'installation des éoliennes, vous relativisez beaucoup cette analyse.

... **M. Olivier DURIEZ**, Université de Montpellier — CEFE

Tout à fait. On a besoin de plus d'informations. C'est pour cela que l'on a proposé le programme Migralion.

... **M. Étienne BALLAN**, Président de la CPDP

Merci beaucoup pour ces précisions. Il y a une prise de parole de Sophie BERTRAN de BALANDA, membre de la commission particulière.

... **M^{me} Sophie BERTRAN de BALANDA**, Membre de la CPDP

Merci. Je voulais demander une précision. Vous avez expliqué qu'en 2024, vous aurez votre protocole bien consolidé pour croiser toutes les informations avec un minimum d'objectivité entre les niveaux, radar à terre, en mer, les déplacements. Au vu de la perte de biodiversité qui est déjà exprimée, que nous a montré M. BLONDEL, ne devrait-on pas tenter d'aller, sur ce champ de la Méditerranée et du golfe du Lion en particulier, vers un protocole de recherche en continu ? Là, on est sur trois ans, mais dans trois ans on n'aura pas le temps de vérifier la perte d'espèces. Si les éoliennes se font, et j'ai envie de dire même si elles ne se font pas, n'est-ce pas presque une obligation de suivre pour notre avenir ces changements et ces déplacements de nos amis les oiseaux ?

... **M. Olivier DURIEZ**, Université de Montpellier — CEFE

Je suis absolument d'accord avec vous évidemment. Avec une telle installation, il sera indispensable de faire un suivi, before, after, control impact, il faut donc avoir un suivi avant l'installation des turbines, après l'installation des turbines et avoir un suivi précis protocolaire des impacts de ce ou de ces parcs éoliens. Je suis complètement d'accord avec vous. Cela ne fait pas partie du programme Migralion. On en est au stade étude d'impacts qui arrive un peu tard. Elle aurait dû exister il y a cinq ans. Cela dit, il y a cinq ans, on n'avait pas la technologie que l'on a actuellement pour faire le suivi tel qu'on le propose actuellement. Cela évolue très vite, notamment pour la télémétrie et sur certains radars. On y va un peu à tâtons. S'il n'y a pas de données jusqu'ici, c'est parce que c'est très difficile sinon on l'aurait déjà fait, mais il est évident qu'il faudrait prolonger ces habitudes à plus long terme. Maintenant, ce programme a été établi avec un budget conséquent, mais limité sur trois ans. Il serait évidemment souhaitable de le prolonger.

... **M. Étienne BALLAN**, Président de la CPDP

Merci beaucoup, M. DURIEZ. On avait une question dans le tchat concernant l'équipement ou non des fermes-pilotes justement avec des outils d'acquisition de données, des instruments. Comme M^{me} GIGOU a voulu répondre dans le tchat, sa prise de parole est peut-être liée à cela. On vous laisse la parole et M. DURIEZ complètera peut-être.

... **M^{me} Alexandra GIGOU**, Chargée de mission, grands usages maritimes, OFB

Bonjour, Alexandra GIGOU. Je suis chargée de mission sur les grands usages maritimes à la Délégation de façade méditerranée de l'OFB et responsable du programme Migralion. Ma réaction était plutôt par rapport à ce qui venait de se dire sur la poursuite d'un tel programme. Comme le rappelait Olivier DURIEZ, c'est avant tout un problème de financement. Le nombre d'années a été choisi en fonction du financement que l'on pouvait réussir à obtenir pour monter un tel programme. C'est assez coûteux. On parle de 4,2 millions d'euros financés en grande partie par le MTE.

Je voulais juste ajouter que, parallèlement à cela, quand les fermes seront construites, il y aura évidemment un suivi réglementaire des impacts qui sera fait par les parcs éoliens, auquel on a demandé de mettre en place différents procédés, certains encore un peu R&D pour mesurer ces impacts et développer des mesures de réduction en conséquence. Je voulais aussi noter que Migralion s'articule avec d'autres programmes, notamment un programme qui s'appelle ORNI TEEF porté par le Pôle mer Méditerranée qui vise à préfigurer un réseau d'observation de l'avifaune pour justement pouvoir continuer à suivre ces choses. Il y a le pendant également pour tout le compartiment marin, poissons et cétagés, qui permet de vraiment développer les méthodes et voir comment on pourrait pérenniser ce genre d'étude, et peut-être à travers ces observatoires on pourrait continuer à financer ce genre de programme.

... **M. Étienne BALLAN**, Président de la CPDP

Merci beaucoup, M^{me} GEGOU. Est-ce que je peux vous demander de compléter votre réponse en répondant sur la question de l'instrumentation des fermes-pilotes pour l'observation ? M. DURIEZ peut aussi y répondre, l'un ou l'autre.

... **M^{me} Alexandra GIGOU**, Chargée de mission, grands usages maritimes, OFB

Il est prévu d'ores et déjà que chaque parc-pilote sera normalement équipé d'un radar ornithologique et sera équipé également de systèmes de caméras couplées à des enregistreurs pour essayer de suivre ces impacts, notamment ceux de collision. De nombreux dispositifs seront testés. Là, on parle de parcs de trois éoliennes.

... **M. Étienne BALLAN**, Président de la CPDP

De ce fait, une question complémentaire pour vous, M. DURIEZ, j'ai compris qu'il y aura un radar sur chaque ferme et une caméra. Est-ce que les données qui seront récoltées de cette façon seront aussi consolidées avec les données Migralion, car l'installation de ces fermes-pilotes n'est prévue qu'en 2023 ? De ce fait, cela arrivera-t-il à temps pour les intégrer ou bien est-ce que ce sera en décalage ?

... **M. Olivier DURIEZ**, Université de Montpellier — CEFE

Il n'était pas prévu qu'on intègre ces données dans Migralion, mais on peut y réfléchir. Que pourra-t-on mesurer ? Les données radar pourraient être couplées, il n'y a pas trop de doutes. Pour les données de collision, cela me semble un peu difficile, car je suis encore un peu sceptique, va-t-on réussir à avoir des collisions par l'éolien terrestre ? Quand les cadavres tombent dans l'eau, on ne les retrouvera jamais. En manche, ils ont tout de même développé des filets sous l'éolienne pour essayer de quantifier ce qui pourrait tomber, mais je ne sais pas trop si cela va fonctionner. Les goélands vont être autour. Ils vont aller ramasser les cadavres. On sait aussi sur les liens terrestres que souvent les recharges sont faites à 50 m autour du pied de l'éolienne, mais on peut avoir des cadavres projetés à 200 m. Donc, que va-t-on trouver ? Que va-t-on mesurer ? Je n'en ai aucune idée.

... **M. Étienne BALLAN**, Président de la CPDP

Merci beaucoup. On a à nouveau une demande de parole de M^{me} MORLIÈRE.

... **M^{me} Adeline MORLIÈRE**, DGECC

Je vous remercie. Je ne me suis pas présentée tout à l'heure. Je travaille au ministère de la Transition écologique à la Direction générale de l'énergie et du climat pour le maître d'ouvrage. Sur la connaissance, je voulais tout de même apporter des éléments additionnels à la suite de la question de Sophie BERTRAN. L'État a décidé de mettre les moyens pour acquérir de la connaissance avec cinquante millions qui ont été annoncés par le Premier ministre et la création de l'observatoire de l'éolien en mer, on travaille vraiment, on se structure. On a vraiment une vision façade. Dans le cadre de cet observatoire de l'éolien en mer va se poser la question de comment continuer d'acquérir la connaissance pour bien appréhender la biodiversité. Tout cela se structure. L'État a pleinement conscience des énormes enjeux pour la biodiversité et il met les moyens associés.

... **M. Étienne BALLAN**, Président de la CPDP

Merci beaucoup pour ces précisions, M^{me} MORLIÈRE. M. DURIEZ, M. BONHOMME vous pose une question assez claire dans le chat. « Étant donné les tendances démographiques baissières mentionnées par Jacques BLONDEL, sera-t-il possible de faire sur le long terme la part entre les mortalités liées aux éoliennes et les autres causes de mortalité ? »

... **M. Olivier DURIEZ**, Université de Montpellier — CEFE

C'est difficile, franchement. Je ne vois pas trop comment on pourrait le faire. Les impacts démographiques ne seront pas les mêmes si on parle d'un puffin cendré à la démographie très lente ou d'un passereau à démographie beaucoup plus rapide, cela peut être quantifié à chaque mortalité, mais l'impact ne sera pas le même sur la population. Ensuite, déterminer ce qui provient de la mortalité en mer et des autres mortalités, il faut savoir que la principale cause de perte de biodiversité vient de la modification des habitats chez les oiseaux, ce n'est pas le changement climatique. C'est vraiment ce phénomène. Il y a la destruction, l'exploitation et surtout la perte d'habitat.

On ne pense pas à la perte d'habitat marin, mais des oiseaux passent leur vie dans certaines zones du golfe et ils vont peut-être en être complètement exclus parce qu'elles ne tolèrent peut-être pas les structures verticales qu'on leur impose dans un environnement qui normalement a une dimension horizontale. Si on exclut, s'il reste cent éoliennes sur 100 km², je dis n'importe quoi, les oiseaux qui n'iront pas dans cette zone vont aller sur d'autres endroits augmenter la compétition, avoir peut-être un niveau de stress supérieur, baisser la productivité pour la reproduction. Cela peut avoir des effets indirects assez forts que l'on aura beaucoup de mal à quantifier.

... **M. Étienne BALLAN**, Président de la CPDP

Merci beaucoup pour votre réponse. On va conclure avec une dernière question qui est aussi une proposition de la part de M. LADSOUS. C'est en lien avec la question que j'avais posée tout à l'heure à M. BLONDEL, mais elle va un peu plus loin. Pourrait-on brider les parcs pendant une période donnée, plus longue que les quelques heures ou quelques jours qui sont aujourd'hui sur table, qui englobe un maximum d'espèces concernées au nom d'un principe de précaution qui consisterait à dire front ou couloir, on ne sait pas très bien, donc on opte pour une approche plus précautionneuse sur la base du couloir. Cette question complète un petit peu la question précédente. Est-ce quelque chose qui vous paraît envisageable ?

... **M. Olivier DURIEZ**, Université de Montpellier — CEFE

Effectivement, on arrive un peu tard, on ne sait pas vraiment si on pourra faire un évitement spatial. Il pourrait y avoir un évitement temporel avec un bridage sur certaines périodes vraiment critiques. Comment cela pourrait-il être mis en place, je ne le sais pas. Cela existe déjà sur les chauves-souris en terrestre. On sait que l'activité des chauves-souris est très réduite par vent fort et par température inférieure à 10°C. Donc, on connaît les conditions et on peut arrêter les éoliennes quand on passe dans des conditions dangereuses pour les chauves-souris. On peut imaginer un système équivalent pour les migrateurs terrestres. Si on a un suivi en continu comme le proposait l'intervenante, on pourrait voir arriver des vagues migratoires et fermer les parcs à ce moment précis par précaution. C'est une possibilité, mais ce n'est pas mon travail de faire des propositions à ce stade de la connaissance.

... **M. Étienne BALLAN**, Président de la CPDP

Merci beaucoup. On a encore des petites choses qui arrivent. Je vais vraiment prendre l'ultime question, mais vous avez déjà un peu répondu : « Y a-t-il identité entre les zones de vie en mer et des zones de pêche ? » Vous n'avez pas répondu directement, mais d'une façon générale, « Les oiseaux vivent-ils aux mêmes endroits que les pêcheurs qui pêchent ? »

... **M. Olivier DURIEZ**, Université de Montpellier — CEFE

Il y a des espèces qui vont suivre les pêcheurs. On pense aux goélands, mais même les puffins yelkouan vont suivre les bateaux, les fous de Bassan aussi. La difficulté en fait de l'éolien offshore, il y aura sans doute une interdiction de la pêche, ou la pêche sera très compliquée autour des éoliennes, cela

va sans doute augmenter par effet de réserve les stocks de poisson autour des éoliennes, et donc potentiellement les oiseaux vont peut-être suivre les pêcheurs ailleurs, mais aussi comme il y aura plus de poissons, les oiseaux vont venir dans les parcs éoliens parce qu'il y a plus à manger qu'ailleurs et se mettre en danger par rapport aux collisions, mais on n'en sait rien du tout, ce ne sont que des hypothèses. Les effets peuvent être vraiment complexes et on n'a vraiment pas d'éléments à ce sujet. En mer du Nord, on sait effectivement que dès que l'on met quelque chose en mer, c'est colonisé par des moules, des algues et des poissons autour. Ceci est bien connu par les pêcheurs. On sait que cela peut attirer des oiseaux comme les cormorans qui sont attirés par les parcs éoliens parce qu'il y a du poisson en dessous. En Méditerranée, il peut se passer des choses un peu similaires, mais les espèces n'étant pas tout à fait les mêmes, aura-t-on les mêmes effets et sur quelles espèces ? On n'en sait rien.

... **M. Étienne BALLAN**, Président de la CPDP

Je vous remercie beaucoup. J'ai une ultime demande de parole au téléphone. Est-ce M. HOOLANS ?

... **M. Thierry HOOLANS**, ADN passepartou

Oui. Une petite question très courte. J'ai entendu parler tout à l'heure de captures sonores, non seulement des cris, mais aussi des battements d'ailes. Là, on travaille dans les infrasons. Avez-vous déjà des expériences au sol de ce genre de capture ? Est-il possible de faire le même genre de mesures dans des zones où il y a déjà des éoliennes en mesurant ou séparant les battements d'ailes avec le bruit des pales des éoliennes ?

... **M. Olivier DURIEZ**, Université de Montpellier — CEFE

Je n'ai pas du bien m'exprimer. Je suis allé trop vite. La fréquence des battements d'ailes est obtenue par les radars, et non par l'acoustique. Avec l'acoustique, ce sont uniquement les cris des oiseaux et les cris des chauves-souris en ultrason. Certains radars peuvent détecter la fréquence des battements d'ailes, ce qui peut orienter de ce fait vers des groupes d'oiseaux un peu différenciés, des passereaux, des limicoles, des canards, des planeurs, des hirondelles ou des martinets. On ne peut pas aller plus loin. On ne voit pas l'espèce juste avec un signal radar.

Sur la deuxième partie de la question, les suivis terrestres, des suivis en radar sont faits en terrestre en général dans l'étude d'impact, mais pas tellement sur le suivi a posteriori, sauf sur certains parcs. Je connais un parc au Portugal où il y a un suivi radar en continu qui sert en fait à calculer la réduction de mortalité quand de grands oiseaux arrivent près de cette centrale éolienne au sud du Portugal, notamment les groupes de vautours, il y a un bridage du parc, un arrêt sur demande quand les groupes d'oiseaux arrivent, mais cela reste une minorité actuellement. Il y a un nouveau fournisseur de dispositifs de détection radar qui arrive sur le marché. Il va peut-être déployer des radars liés au poids de l'arrêt des machines sur certains parcs du nord de la France.

... **M. Étienne BALLAN**, Président de la CPDP

Parfait. Je vous remercie beaucoup, M. DURIEZ. On va conclure la première session et on va vous proposer de faire une petite pause parce qu'on avait prévu de faire quelques minutes de respiration entre chaque session pour à la fois permettre aux cerveaux et aux corps de s'aérer un petit peu, d'aller chercher un café ou de se servir un thé. Donc, si vous voulez bien, Arthur, si tu en es d'accord, on va fixer le redémarrage de la session suivante à 15h30 précises. Merci de vous mettre en caméra et en son off pour les cinq minutes qui nous restent. Un grand merci à M. BLONDEL et à M. DURIEZ, et merci beaucoup aussi à tous ceux qui ont complété. J'ai vu des interventions de l'OFB notamment, d'autres acteurs qui précisent des éléments liés à des programmes complémentaires sur différents sujets. Donc, merci beaucoup pour la richesse de vos apports, notamment le détail dans lequel vous avez permis à tous d'aller. À tout de suite, dans cinq minutes pour la suite des auditions.

... **M. Olivier DURIEZ**, Université de Montpellier — CEFE

Merci, au revoir.

... **M. Étienne BALLAN**, Président de la CPDP

Merci.

[Interruption de séance de 01:19:39 à 01:24:29]

Session 2. Au grand large

... **M. Arthur LAUNEAU**, Membre de la CPDP

Bonjour à toutes et à tous. Je vous propose que nous enchaînions sur la deuxième session de cette audition d'expertes et d'experts du débat EOS. Je m'appelle Arthur. Je suis membre de l'équipe d'organisation du débat. Je vous propose que nous enchaînions sur cette nouvelle session.

Pendant le débat public, nous avons beaucoup entendu de la part des personnes que nous avons pu rencontrer au cours de ces quatre mois des questions sur la localisation d'éventuelles éoliennes. Le public s'est notamment demandé s'il n'était pas possible d'aller plus loin, de dépasser le plateau continental dans l'hypothèse où ces éoliennes se réaliseraient. C'est le sujet sur lequel nous vous proposons de vous pencher dès à présent en examinant la possibilité que ces éoliennes soient plus loin sur le plateau continental ou du moins les enjeux que cela emporterait si c'était le cas.

Je vous propose que nous prenions dès à présent le large que nous allions dans les profondeurs de la Méditerranée. Qu'est-ce qui serait en jeu ? Dans un instant, nous aurons une entrée technique. Quelles techniques et quelles profondeurs pour des éoliennes en mer et leur raccordement. Ce sera avec Technip et RTE, mais tout de suite nous vous proposons une entrée environnementale. Que sait-on de la biodiversité et de l'environnement en général dans cette zone de la Méditerranée ? Je propose tout de suite de donner la parole à Sandrine VAZ. Bonjour à vous. Vous êtes cadre de recherche à l'Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer (IFREMER). M^{me} VAZ, vous avez huit minutes, c'est à vous.

... **M^{me} Sandrine VAZ**, Cadre de recherche, IFREMER

Bonjour à tous. Je vais essayer également de partager mon écran pour vous présenter les quelques diapositives que j'ai préparées. Je ne sais pas si vous les voyez.

... **M. Arthur LAUNEAU**, Membre de la CPDP

Elles sont en train d'arriver. On les voit bien.

... **M^{me} Sandrine VAZ**, Cadre de recherche, IFREMER

J'ai préparé quelques diapositives sur le sujet que vous venez d'évoquer sur le grand large. Ce n'est pas mon domaine de compétence. Je travaille plutôt sur les espèces exploitées, notamment par la pêche. C'est tout de même essentiellement sur le plateau que ces usages sont pratiqués et pas du tout dans le grand large, et notamment pas du tout sur la plaine abyssale.

J'ai mis quelques cartes de la bathymétrie du golfe du Lion pour bien situer où se trouve cette plaine abyssale. Ce que vous voyez en rouge et jaune, c'est vraiment le plateau continental. Cela va de zéro jusqu'à 150-200 m. Il y a une chute très brutale avec une pente très abrupte. C'est la pente du talus qui va nous amener très rapidement sur des profondeurs de 1500 à 2000 m jusqu'à ce qu'on arrive dans ces plaines abyssales. C'est la grande partie en bleu qui est très au large et très éloignée des côtes. Ce talus, cette pente, est sillonné par des canyons en Méditerranée dans le golfe du Lion, des canyons très profonds qui font le lien entre la partie plateau et cette partie de la plaine abyssale.

Je ne peux pas vous parler des contraintes techniques à aller faire des parcs éoliens aussi loin au large sur d'aussi grandes profondeurs et aussi éloignées des côtes et des usages humains puisque l'idée est tout de même de faire de l'électricité pour s'en servir. Je ne pourrai pas vous dire si c'est possible ou pas. Sur les habitats abyssaux eux-mêmes, on a assez peu d'informations. Dans l'étude de synthèse bibliographique, on n'a pas vraiment travaillé sur ces habitats puisque les zones envisagées, les macrozones ne sont pas du tout sur ces habitats abyssaux. Elles sont bel et bien situées sur le plateau sur des profondeurs qui vont de 50 à 150 m à peu près.

Cela étant dit, une étude a été faite réellement sur les habitats benthiques. Elle s'est appuyée sur une cartographie des habitats benthiques qui a été mise à disposition au niveau européen. Elle est assez grossière, mais elle a le mérite d'exister. C'est la cartographie EUNIS. En regardant cette cartographie sur le secteur du golfe du Lion, on a pu classer le risque d'effets à dire d'expert pour chaque type d'impact et sur chaque type d'habitat.

Vous voyez le résultat. Ce sont les risques d'effet sur les habitats benthiques. Dans les quatre macrozones, ce risque d'effet a été estimé comme étant de faible à moyen, mais on peut également regarder plus au large sur ces plaines abyssales sur lesquelles on a tout de même très peu d'informations, mais on considère que le risque est faible. En typologie d'habitat, ce sont des fonds de vase où on peut avoir des oasis de biodiversité, mais ils sont très ponctuels. Les structures peuvent être très fragiles et très particulières, mais elles sont très limitées dans l'espace. Il y a finalement de grandes distances de l'une à l'autre de ce qu'on a pu en observer en vidéo sous-marine. Il y a assez peu d'observations compte tenu de la surface de cette zone, mais on voit bien que pour l'essentiel les organismes ou la vie qui peut s'y trouver sont très dispersés sur ces fonds. On considère donc que le risque d'impact est assez faible sur ces zones.

J'ai travaillé plus précisément sur le risque d'effet pour les poissons, les mollusques et les crustacés. On s'est appuyé sur des campagnes et sur les données de pêche qui ont été géolocalisées. Pour l'essentiel, aussi bien ces données de campagne que les données de pêche, on voit que l'essentiel des captures et la distribution de ces espèces sont essentiellement sur le plateau. Elles ne vont pas sur les zones abyssales. Une grande partie des pêches est d'ailleurs interdite au-delà de 1 000 m de profondeur. Donc, on ne sait pas finalement ce qui vit sur les fonds au-delà de cette profondeur. Les pêches très au large se font plutôt sur les grandes espèces de poissons pélagiques comme le thon ou l'espadon. Sur la base de ces données, on a cartographié les espèces. On a également regardé la vulnérabilité de ces espèces, que ce soit sur leur statut de conservation IUCN ou les évaluations de stock que l'on avait à notre disposition. On a également considéré le dire d'expert sur la sensibilité supposée de ces espèces à différents impacts de l'éolien flottant, et pour chaque espèce on a pu estimer un risque d'effet dans les quatre macrozones concernées.

Vous avez ici le résultat de cette étude avec d'abord un risque global où on a sommé le risque d'effet de toutes les espèces que l'on a étudiées. On en a vu plus d'une cinquantaine. On a pu également regarder le risque d'effet pour différents types de fonctions, les frayères ou les nourriceries. C'est toujours sur le plateau que cela se passe, et puis les mollusques ou les crustacés. Vous pouvez voir par rapport aux zones qui sont considérées comment les choses se structurent. Ce dont on disposait également par nos données de campagne, ce sont les invertébrés benthiques vulnérables. Ce sont des invertébrés benthiques qui sont indicateurs d'écosystèmes marins vulnérables. Ils se situent généralement plutôt juste avant la cassure du talus ou dans la pente du talus. Ils sont plutôt sur une distribution assez large, mais toujours sur le plateau. Au-delà de ce plateau et de ce talus, on n'a plus vraiment d'information. On n'est donc pas vraiment capable de dire ce qui s'y trouve, et le risque d'effets réels que l'on pourrait rencontrer. Ce sont les informations que nous avons sur ce sujet.

... **M. Arthur LAUNEAU**, Membre de la CPDP

Merci beaucoup, M^{me} VAZ, pour ces informations. Je vous propose à présent d'enchaîner sur un échange de dix minutes, des questions, et le débat. Je prends tout de suite une première réaction de Bruno LADSOUS dans le tchat : « Frayères et nourriceries, un avenir à préserver en priorité. » Est-ce que l'une ou l'un d'entre vous souhaite réagir à l'intervention de M^{me} VAZ ou à cet élément apporté par Bruno LADSOUS ? Je ne vois pas pour l'instant de demande de prise de parole. Monsieur ?

... **M. Thierry HOOLANS**, ADN passepartou

Je suis resté sur un diagramme publié par l'IFREMER il y a déjà au moins quinze ans en 2005. Je voudrais demander à M^{me} VAZ si la propagation sonore est toujours aussi lointaine. Elle portait sur plus de 4 000 m de profondeur avec encore à peu près 60 % par rapport à une certaine fréquence. Des études sonores ont-elles été faites jusque dans ces fonds si je me réfère au diagramme de l'IFREMER ?

... **M. Arthur LAUNEAU**, Membre de la CPDP

Merci beaucoup, M. HOOLANS pour votre question. M^{me} VAZ, la parole est à vous pour répondre.
M^{me} Sandrine VAZ, Cadre de recherche, IFREMER

Malheureusement, je ne suis pas du tout experte sur ces questions de nuisances sonores et d'acoustique. Il est certain que potentiellement le bruit puisse porter assez loin. J'ai confiance en mes collègues qui ont publié le diagramme. S'ils disent que cela va jusqu'à 4 000 m, je suis prête à les croire. La question est de savoir si c'est un risque d'effet. Est-ce une nuisance sonore qui va vraiment perturber les organismes qui vivent dans ces habitats ? On sait que cela peut être le cas pour les cétacés. Pour d'autres espèces, c'est moins clairement le cas. La question de risque d'effet reste probablement ouverte dans ce cas.

... **M. Arthur LAUNEAU**, Membre de la CPDP

Merci beaucoup, M^{me} VAZ. M. HOOLANS, cela répond-il à votre question ?

... **M. Thierry HOOLANS**, ADN passepartou

Oui, mais si je me réfère simplement au milieu, la pression sonore va beaucoup plus loin que la luminosité à l'inverse pour nous dans l'air. Tous les éléments, même les poissons et même les requins qui ont 400 millions d'années d'existence sont aussi très sensibles au niveau sonore. Comme Madame le dit, le doute est permis. On peut supposer que physiquement parlant, je parle de la physique, comme le son porte très loin, quelle que soit la forme de l'individu, ce sens est très important pour eux. Il y a donc un risque de détérioration de la vie.

... **M. Arthur LAUNEAU**, Membre de la CPDP

Merci beaucoup, M. HOOLANS. Je précise juste pour l'ensemble des personnes présentes qu'une session interviendra tout à l'heure sur les questions d'acoustique. Ce sera peut-être le moment de revenir sur toutes ces questions potentielles sur le bruit et les enjeux sonores. M. HOOLANS, vous pourrez poser cette question à la personne qui pourra répondre.

... **M. Thierry HOOLANS**, ADN passepartou

Merci.

... **M. Arthur LAUNEAU**, Membre de la CPDP

Merci à vous, Monsieur. Y a-t-il d'autres demandes de prise de parole, d'autres réactions ou d'autres commentaires sur ce qui s'est dit ? N'hésitez pas à réagir. Étienne, je vois que tu veux réagir.

... **M. Étienne BALLAN**, Président de la CPDP

Bonjour, M^{me} VAZ. Une question peut-être : à plusieurs reprises vous avez effectivement indiqué que les études environnementales n'ont pas porté sur la plaine abyssale. Cela a été bien compris et bien connu, cela a déjà été plusieurs fois partagé dans le débat. Néanmoins, sur cette plaine abyssale, au-delà de la cartographie que vous avez présentée, y a-t-il des éléments plus précis dont vous ayez connaissance sur lesquels vous pourriez nous orienter vers des ressources ou des organismes de

recherche, ou des données en ligne en particulier sur les cétacés compte tenu de l'importance de ce sujet ? Que sait-on de leur présence, de leurs comportements ? Avant de parler de risque d'effet en tant que tel, il faudrait peut-être parler simplement de connaissances. En ce qui concerne les effets, y a-t-il eu peut-être dans d'autres régions en Europe du Nord ou ailleurs des éléments d'observation et d'interaction entre les cétacés et les câblages, car en l'occurrence on parle évidemment des lignes d'ancrage et potentiellement de câblage ?

On suppose que pour le comportement de ces mammifères ce sont des objets qui peuvent être perturbants à un moment ou un autre. A-t-on tout de même des éléments à ce sujet ? Si ce n'est pas précisément sur la plaine abyssale au large du golfe du Lion, on a peut-être des éléments plus globaux sur cette interaction entre câbles et cétacés. C'était un peu mes deux questions au-delà de la cartographie qui est déjà une cartographie d'évaluation du risque d'effet. C'est donc déjà une interprétation comme vous l'avez dit à dire d'expert. A-t-on des éléments plus tangibles de connaissances sur ces deux points ? Merci.

... **M. Arthur LAUNEAU**, Membre de la CPDP

Merci, Étienne. M^{me} VAZ, peut-être quelques éléments de réponse.

M^{me} Sandrine VAZ, Cadre de recherche, IFREMER

Je ne suis pas du tout spécialiste des cétacés. Je n'en ai pas parlé dans ma présentation, ni des oiseaux ni des cétacés ou les tortues. Ce ne sont pas du tout les comportements de la biodiversité sur lesquels je travaille. Je n'ai pas d'expertise à vous proposer dans ce domaine. Sur les cétacés, on sait que les nuisances sonores peuvent les perturber puisqu'ils utilisent l'écholocation pour se guider. Cela peut effectivement venir les perturber, mais au-delà de cela.

... **M. Arthur LAUNEAU**, Membre de la CPDP

M^{me} VAZ, excusez-moi, pourrait-on définir le terme d'écholocation, s'il vous plaît ?

... **M^{me} Sandrine VAZ**, Cadre de recherche, IFREMER

Ils ont un sonar naturel et biologique intégré dans leur tête qui leur permet d'émettre des sons et de voir leur environnement comme les chauves-souris en matière d'échos sonores qui leur reviennent. On peut imaginer que le bruit généré par les installations éoliennes puisse perturber ce sonar naturel, le parasiter en quelque sorte. Est-ce grave ou pas grave ? Vont-ils percuter les câbles ? Je suis incapable de vous le dire. Je peux vous parler d'un sujet que je connais, c'est-à-dire la pêche, notamment la pêche au chalut de fond qui fait beaucoup de bruit avec des chaînes qui grattent le fond.

Certains cétacés et certaines espèces de dauphins sont connus pour sans aucun souci entrer à l'intérieur du chalut, se nourrir, ressortir pendant la pêche alors même qu'il y a énormément de bruit et de perturbations pendant l'action de pêche. Cela ne semble pas pour certaines espèces être particulièrement dérangent pour cette activité. Cela me laisse un peu optimiste sur la capacité à s'adapter à un parc éolien qui est fixe et ne bouge pas, c'est donc d'autant plus facile pour eux. Pour d'autres espèces, c'est peut-être plus compliqué. Le niveau sonore n'est peut-être pas le même non plus. Je ne m'en rends pas compte. Je ne suis pas suffisamment experte pour le dire avec certitude.

... **M. Arthur LAUNEAU**, Membre de la CPDP

Merci beaucoup, M^{me} VAZ. Étienne, as-tu une autre demande d'intervention ?

... **M. Thierry HOOLANS**, ADN passepartou

Est-ce que vous m'entendez ?

... **M. Arthur LAUNEAU**, Membre de la CPDP

Oui, M. HOOLANS, on vous entend.

... **M. Thierry HOOLANS**, ADN passepartou

Madame vient de parler de l'importance par rapport aux individus que certains dauphins entrent dans le filet de pêche et en sortent. On oublie tout de même un petit peu toutes les catastrophes du côté de l'Atlantique pour l'instant au niveau des filets. Il faudrait être peut-être plus incertain et se poser plus de questions plutôt que d'affirmer que cela n'a pas d'importance. C'est du domaine de l'éthologie. On sort de la physiologie et on entre dans l'éthologie, et là il y a encore beaucoup de choses à découvrir et beaucoup de questions à se poser. C'était la réaction dont je voulais vous faire part à ce sujet.

... **M. Arthur LAUNEAU**, Membre de la CPDP

Merci beaucoup, M. HOOLANS. Est-ce que l'une ou l'un d'entre vous souhaite réagir ? Il nous reste un peu moins de deux minutes de discussion sur ce sujet, une réaction, une question. Il n'y a pas de sujets interdits. Je vois une demande de prise de parole de Thomas JOUANNET.

... **M. Thomas JOUANNET**, Industriel

Bonjour. Je voudrais juste partager le fait qu'il existe une éolienne flottante en fonctionnement depuis maintenant de nombreuses années. Certes, elle n'est pas en Méditerranée, mais dans le golfe du Lion. L'École centrale de Nantes qui a été le site d'essai a réalisé un certain nombre de mesures acoustiques à l'état préalable. On a eu des mesures de bruits de fond avant l'arrivée de l'éolienne. Il y a eu une campagne de mesures pendant les travaux d'installation et une campagne de mesures toujours en cours pendant la phase d'exploitation de cette éolienne. Est-ce que je serais crédible dans ce que je dis en tant qu'industriel, là est la question ?

En tout état de cause, j'invite à contacter les personnes en charge. Il y aura prochainement un rapport public de ces mesures. Il est constaté que l'impact peut être limité pour l'acoustique à quelques espèces sur des rayons de l'ordre de quelques dizaines de mètres. C'est donc très localisé. C'est essentiellement pendant la phase d'installation au moment où les navires de travail opèrent. Ce n'est pas lié à l'éolien. Ce sont plutôt des effets qui seraient liés à la propulsion des navires. En tout cas, ces mesures existent, et à partir de mesures d'émissions sonores, il doit être possible de refaire un calcul de propagation de sons dans d'autres milieux pour arriver à modéliser les niveaux de pression sonore et de comparer à

ce qui est connu comme pouvant déranger les espèces potentiellement impactées par ces vibrations acoustiques.

... **M. Arthur LAUNEAU**, Membre de la CPDP

Merci beaucoup, M. JOUANNET. Je rappelle à nouveau que nous aurons une session consacrée à l'acoustique tout à l'heure. Je vous propose à présent que nous enchaînions...

... **M. Frédéric AUTRIC**, Directeur de projet éolien flottant à la DREAL Occitanie

Excusez-moi, Arthur, j'aurais juste voulu compléter l'information.

... **M. Arthur LAUNEAU**, Membre de la CPDP

Très rapidement, M. AUTRIC.

... **M. Frédéric AUTRIC**, Directeur de projet éolien flottant à la DREAL Occitanie

Très rapidement. C'était pour conformer les propos de M. JOUANNET et préciser que dans l'étude bibliographique que nous avons conduite pour ce débat public, les précisions concernant l'impact acoustique du site FLOATGEN apparaissent dans notre étude bibliographique à l'annexe 8. Le public pourra donc s'y référer pour avoir des détails plus précis. Merci.

... **M. Arthur LAUNEAU**, Membre de la CPDP

Merci, M. AUTRIC, pour ces précisions. Je vous propose que nous enchaînions sur la deuxième partie de cette deuxième session consacrée au grand large et que nous entrions maintenant par les questions techniques. Quelles techniques et quelles profondeurs pour des éoliennes en mer et leur raccordement ? Je propose tout de suite de donner la parole...

... **M^{me} Dominique PIALOT**, Journaliste

Excusez-moi, bonjour, je me permets d'intervenir. Je suis journaliste. On m'a demandé d'animer cette session sur l'éloignement des côtes, notamment cette séquence consacrée à la technique et aussi à l'économique. Je me permettrai de prendre la parole, d'intervenir et de poser des questions aux différents intervenants en plus des questions du public et de la commission.

... **M. Arthur LAUNEAU**, Membre de la CPDP

Étienne, est-ce que c'est bon pour le timing ?

... **M^{me} Dominique PIALOT**, Journaliste

C'est prévu comme cela.

... **M. Étienne BALLAN**, Président de la CPDP

Absolument. Merci, M^{me} PIALOT. On va fonctionner comme on l'a fait jusque-là. Effectivement, au moment des questions, on vous donnera la parole, M^{me} PIALOT, pour poser un certain nombre de questions de votre point de vue, mais en même temps que les questions de la commission et les questions du reste du public.

... **M^{me} Dominique PIALOT**, Journaliste

Parfait, merci.

... **M. Arthur LAUNEAU**, Membre de la CPDP

On enchaîne avec la deuxième session. Est-ce bien cela ?

... **M. Étienne BALLAN**, Président de la CPDP

Absolument. C'était prévu.

... **M. Arthur LAUNEAU**, Membre de la CPDP

Je laisse immédiatement la parole à Technip qui est représentée aujourd'hui par M^{me} Sophie YTOURNEL et M. Nicolas TCHERNIGUIN. Vous avez la parole pour dix minutes.

... **M^{me} Sophie YTOURNEL**, TECHNIP Énergies

Bonjour. Merci beaucoup. Merci de nous recevoir. On voulait aussi partager quelques éléments. Je vais peut-être partager mes informations de mon côté. Pouvez-vous voir correctement ce que je présente ?

... **M. Arthur LAUNEAU**, Membre de la CPDP

Oui, très bien.

... **M^{me} Sophie YTOURNEL**, TECHNIP Énergies

Je voulais vous remercier de nous permettre d'intervenir sur cette session. L'objectif de cette présentation est aussi de répondre à la question de la technique et la façon de s'éloigner. TECHNIP Énergies est un industriel français qui a mis la transition énergétique au cœur de son activité et en particulier avec une filière dédiée à l'éolien flottant. TECHNIP Énergies, c'est avant tout quelques décennies

dans l'offshore flottant, notamment dans l'éolien flottant avec un certain nombre d'interventions ces dernières années. La raison pour laquelle je fais cette présentation est que l'on souhaite aussi puiser dans cette expérience pour montrer des exemples de solutions techniques qui ont pu être mises en œuvre par le passé et que l'on peut imaginer également sur l'éolien flottant ce qui va nous aider à répondre à la question de l'éloignement des côtes et de la grande profondeur. Nicolas TCHERNIGUIN va pouvoir présenter ces solutions techniques.

... M. Nicolas TCHERNIGUIN, TECHNIP Énergies

Bonjour à tout le monde. On va se concentrer dans un premier temps sur les systèmes d'ancrage utilisés en mer profonde. On va utiliser pour cela comme référence le système d'ancrage utilisé pour les plateformes pétrolières.

Il faut savoir qu'on parle de système d'ancrage permanent. Ils sont conçus pour opérer entre vingt et trente ans. La fonction première de ces systèmes d'ancrage est de maintenir en position, limiter l'excursion du flotteur afin de protéger l'intégrité de la conduite montante de production, mais aussi les ombilicaux. Ce sont des assemblages de tuyaux phagocytés avec des câbles électriques et des fibres optiques qui permettent le contrôle et qui apportent la puissance aux équipements sous-marins de production. Il y a trois types principaux de systèmes d'ancrage pour les mers profondes :

L'ancrage caténaire où le poids et le développé de la ligne vont créer une force de rappel au niveau du flotteur, et créer ainsi une position d'équilibre auquel il aura du mal à échapper. L'inconvénient potentiel avec ce type de système d'ancrage est que cela prend beaucoup de place au niveau du sol marin.

L'ancrage semi-tendu a un impact un peu moins important en matière de surface sur le sol où, en plus du poids, les lignes sont prétendues. On applique une prétension dans les lignes et de la même façon cela va agir pour éviter l'excursion du flotteur.

L'ancrage directement tendu où le flotteur a une réserve supplémentaire de flottabilité qui compense la tension permanente appliquée par les tendons. C'est un système qui a peu d'impact de surface au niveau du sol ou limité, il est très raide. Il limite beaucoup les déplacements et les rotations du flotteur. En revanche, il y a des limitations puisqu'au-delà de 1 500 m il y a des problèmes de dynamique de résonance, et ce concept n'est plus applicable.

Sur la slide suivante, on va décrire un peu plus à quoi ressemble une ligne d'ancrage. Sur cette diapositive, vous voyez des photos de différents composants qui interviennent dans la construction d'une ligne. Si on part du bas à droite se trouvent la fondation et sa chaîne. Ici, c'est une ancre à succion. C'est un exemple d'une technologie parmi d'autres. Cela va dépendre des conditions de sol. Si on part de la Hull connexion au niveau de la coque, et on déroule. On commence généralement par une portion, ici il y en a deux, de chaînes. Sur la deuxième portion de chaîne, il y a un équipement, un tensionneur en ligne qui permet d'appliquer une tension à la ligne depuis un bateau. On a ensuite deux segments de câble polyester, puis en bas de la ligne d'ancrage un segment de chaîne. La zone susceptible d'être en contact avec le sol est souvent de la chaîne et ensuite un connecteur qui permet d'atteindre la chaîne qui a été installée avec l'ancre à succion.

Chaque élément est relié à l'autre par des connecteurs spécifiques. Vous voyez des images sur la slide, soit des chropes, soit des manilles ou différents types de connecteur. C'est au concepteur de la ligne d'ancrage de choisir les segments, leur dimension, les types de connecteurs. Tout cela va être assemblé sur place sur un bateau qui sera ensuite en charge de la pose de la ligne d'ancrage.

Sur la slide suivante, on peut vous montrer les expériences au moins de TECHNIP Énergies dans les grandes profondeurs. En haut à droite, tous les projets que TECHNIP a réalisés en utilisant le concept de plateforme Spar qui à l'origine est un concept propriétaire de TECHNIP. Dix-sept plateformes ont été conçues, fabriquées et livrées par TECHNIP Énergies dans des profondeurs d'eau qui vont de 590 m à 2 383 m. Cette dernière profondeur correspond à la Spar de Perdido, et 2 380 m représentent la profondeur d'eau sur la Spar. Il faut savoir que des fondations d'une ligne d'ancrage sur ce projet ont été installées à plus de 2 900 m. C'était sur une zone avec une forte pente. On a déjà réussi à installer des lignes d'ancrage à 2 900 m de profondeur.

À gauche, vous voyez l'évolution des profondeurs en fonction des projets. Avec le projet Neptune, la première Spar en 1996. La plus récente est Aasta Hansteen installée en 2018. Comme je le disais, la plus profonde, Perdido, a été installée en 2010. Les Spar qui sont entourés en rouge sont ceux qui utilisent des câbles en polyester. Ce sont souvent les plus récents et aussi les plus profonds qui utilisent cette technologie puisque ces câbles n'ont quasiment pas de poids dans l'eau. Ils n'apportent donc pas d'efforts supplémentaires au niveau du flotteur et cela permet d'optimiser la taille du flotteur. En bas à droite, une configuration typique de mooring de Spar. Je vais repasser la parole à Sophie pour la suite.

... M^{me} Sophie YTOURNEL, TECHNIP Énergies

Je vais vous montrer en partant de cette expérience les enjeux et opportunités que nous voyons aujourd'hui pour répondre à la question de l'éloignement des côtes. Avec l'éloignement des côtes, il y a d'abord l'augmentation parfois rapide de la profondeur, on en a déjà parlé. Les enjeux que nous mettons en avant en priorité, vous l'avez compris au regard de ce que Nicolas vous a présenté, ce n'est pas la faisabilité technique, il y a évidemment un sujet technique à prendre en compte, mais on considère que l'offshore a montré que les grandes profondeurs sont tout à fait atteignables et elles sont déjà atteintes aujourd'hui. Derrière cette grande profondeur et l'enjeu qui y est associé est avant tout la maîtrise de coûts et de ces équipements d'ancrage. Sur deux aspects, la maîtrise des coûts et des équipements eux-mêmes, Nicolas vous l'a expliqué, selon le type d'ancrage que l'on regarde, l'empreinte au sol évolue entre un ancrage tendu où l'empreinte au sol est très ramassée et un ancrage caténaire où, à l'autre bout du spectre, l'empreinte au sol est très large, on peut avoir un impact sur la densité des fermes.

Ce sont donc des sujets à prendre en compte et à regarder dès le stade du dimensionnement, mais c'est avant tout la maîtrise de coûts et l'impact sur la densité des fermes que l'on met en avant plus que la faisabilité elle-même que nous considérons comme acquise.

L'autre enjeu de l'éloignement à la côte n'est pas que la profondeur en elle-même, mais c'est aussi la distance à la côte. Il y a avant tout la maîtrise du coût du câble d'export. On va en parler après. Il y a aussi la maîtrise de la durée des opérations d'installation. Pour les installations en mer, il faut avoir en tête que cela peut être des allers-retours au port, cela peut être conçu ainsi. Ces opérations en mer sont faites sous couverture météo. À partir du moment où elles sont faites sous couverture météo, plus elles sont de durée importante, plus il faut savoir maîtriser les aléas météorologiques qui l'accompagnent. Avec l'éloignement à la côte, il y a un enjeu à adresser de la maîtrise de ces aléas météo. Vont de pair avec la maîtrise des aléas météo et les opérations d'installation importantes pour l'installation initiale,

ce sont également les opérations de maintenance. On a aussi cet éloignement pour les opérations de maintenance pendant la durée de vie du champ.

Ce sont les enjeux auxquels on fait face techniquement. Il y a aussi des opportunités que l'on identifie. Pour les opportunités, l'éloignement des côtes vient avec une ressource plus stable, plus abondante, un vent souvent plus régulier et plus puissant en mer. Cela peut se traduire par une production plus importante. Si on en parle, c'est que cela vient aussi contrebalancer les éventuels coûts à maîtriser d'un point de vue technique, et également avec l'éloignement à la côte, il y a moins d'interaction avec les activités maritimes côtières et un impact visuel réduit. C'est vraiment un équilibre que l'on doit trouver avec d'un côté des enjeux à adresser et de l'autre côté des opportunités qu'on identifie. Tel qu'on le voit aujourd'hui, on considère que l'on a besoin d'aller puiser dans l'expérience développée en mer et d'innover pour rendre matures des solutions à la fois techniques et opérationnelles.

Quand on parle de durée d'opération en mer, maîtriser les aléas météo, on n'est plus toujours sur la pure technique, mais aussi sur la solution opérationnelle. Donc, on doit rechercher. On a voulu répondre assez largement à la question, comment fait-on demain pour s'éloigner des côtes. On considère que cette question est tout à fait ouverte et c'est tout à fait faisable avec deux axes principaux :

Faire du transfert d'expérience vers l'éolien flottant. On vous a montré des systèmes d'ancrage de l'offshore et imaginé des systèmes d'ancrage équivalents sur l'éolien flottant est tout naturel. L'utilisation de câbles de polyester permet d'optimiser les charges appliquées aux flotteurs en particulier. Avec ces ancrages, comme on l'a vu, on peut faire des contrôles d'excursion. On le fait déjà en offshore. Donc, toute la problématique technique liée aux câbles dynamiques et câbles d'export, on peut faire de l'excursion de la même manière. Donc, faire du transfert d'expérience va nous aider à répondre à un certain nombre de ces sujets techniques.

Faire de l'innovation sur les nouvelles questions. Je vous ai parlé de la question de la gestion de l'espace avec la densité spatiale de la ferme. On peut innover sur nos façons de faire avec des objectifs de réduction de coût tout au long de la chaîne : fabrication, installation, exploitation. C'est aussi une opportunité de développement. C'est là qu'il faut s'autoriser à innover en matière de gestion d'export d'énergie. On a mis un exemple en haut à droite, c'est une proposition de projet R&D pour transformer l'énergie produite loin en mer en hydrogène pour répondre à des problématiques techniques d'éloignement des côtes et de l'export de l'énergie.

Notre réponse à la question de l'éloignement des côtes est vraiment de transposer l'expérience acquise en mer, car il y a déjà beaucoup d'activités en mer, on a déjà une grande expérience, et on peut transposer aussi l'innovation pour répondre à ces sujets.

... **M. Arthur LAUNEAU**, Membre de la CPDP

Merci beaucoup, M. TCHERNIGUIN et M^{me} YTOURNEL. Maintenant, nous avons parlé des parcs. Je propose que nous parlions tout de suite du raccordement. Je cède tout de suite la parole pour dix nouvelles minutes à Aude LAURENS, responsable de projet raccordement des futurs parcs éoliens en mer. M^{me} LAURENS, vous avez la parole.

... **M^{me} Dominique PIALOT**, Journaliste

Excusez-moi, j'avais quelques questions à poser à TECHNIP.

... **M. Arthur LAUNEAU**, Membre de la CPDP

Souhaitez-vous les poser maintenant ?

... **M^{me} Dominique PIALOT**, Journaliste

Oui.

... **M. Arthur LAUNEAU**, Membre de la CPDP

Normalement, le temps d'échanges est mutualisé sur les deux interventions. Souhaitez-vous tout de même poser vos deux questions maintenant à TECHNIP et ensuite les questions à RTE ?

... **M^{me} Dominique PIALOT**, Journaliste

C'est l'information que j'avais eue. C'est ainsi que cela a été préparé. Effectivement, M^{me} YTOURNEL a bien montré la possibilité de transfert de compétences. Je voulais tout de même revenir sur deux points. En matière de coûts, en faisant un parallèle avec pour l'instant des plateformes pétrolières, pouvez-vous nous donner une fourchette de prix des plateformes ancrées très profondément ?

Par ailleurs, pouvez-vous aussi revenir sur la première éolienne flottante mise en mer, Hywind, sur laquelle d'ailleurs, je crois, vous avez travaillé, M^{me} YTOURNEL, pour déjà nous dire sur cette éolienne flottante les progrès réalisés en matière de profondeur depuis qu'elle a été mise en mer en 2009 la première fois.

Dernière question, peut-être pourriez-vous nous donner quelques ordres de grandeur sur les progrès accomplis en matière de profondeur ? En combien d'années, cela a-t-il été réalisé ? Afin de pouvoir se projeter sur les progrès en éolien offshore et sur une baisse des coûts potentiellement. Merci beaucoup.

... **M^{me} Sophie YTOURNEL**, TECHNIP Énergies

J'ai essayé de noter vos questions pour ne pas me perdre. Sur la question des coûts, malheureusement, je vais être bien en peine de vous répondre pour des questions de représentativité. On ne peut pas considérer de façon équivalente un projet en grande ou très grande profondeur dans l'offshore avec un projet en grande profondeur en éolien, car on n'est pas du tout sur les systèmes d'ancrage au même nombre de lignes d'ancrage puisqu'on n'a pas les mêmes masses à tenir, les mêmes écrans de vent non plus.

... **M^{me} Dominique PIALOT**, Journaliste

Donc, en fait, cela n'a pas de sens faire cette comparaison.

... **M^{me} Sophie YTOURNEL**, TECHNIP Énergies

Je n'ai pas d'équivalent.

... **M^{me} Dominique PIALOT**, Journaliste

C'est tout de même très cher, n'est-ce pas ?

... **M. Nicolas TCHERNIGUIN**, TECHNIP Énergies

Les plateformes pétrolières sont beaucoup plus grosses que celles que l'on envisage.

... **M^{me} Sophie YTOURNEL**, TECHNIP Énergies

On n'est vraiment pas sur quelque chose d'équivalent. Je vois votre question de retour d'expérience depuis Hywind. Je ne veux pas dire d'erreur sur la profondeur, mais c'est déjà relativement profond. Il y a eu peu d'éoliennes flottantes installées depuis, quelques-unes dans le monde. Aujourd'hui, les premières éoliennes installées sont souvent des démonstrateurs, non pas de la technologie d'ancrage pour une raison assez simple, c'est ce qu'on a essayé de montrer dans notre présentation. La technologie d'ancrage est globalement maîtrisée. Il faut l'adapter à l'éolien flottant pour qu'elle soit la plus efficace possible, mais en soi il n'y a pas de difficultés techniques. La volonté derrière les démonstrateurs qui sont installés aujourd'hui dans le monde est avant tout de démontrer le flotteur lui-même, l'interaction entre le flotteur et la turbine, les couplages entre l'éolienne et le flotteur. Il n'y a pas ce coût objectif.

... **M^{me} Dominique PIALOT**, Journaliste

C'est en lien avec la profondeur en l'occurrence.

... **M^{me} Sophie YTOURNEL**, TECHNIP Énergies

Cela n'a pas pour objectif de démontrer un effet spécifique. Le retour d'expérience que l'on a fait est que, sans surprise, on sait installer assez facilement des éoliennes flottantes. Ceci n'est pas considéré comme un enjeu technique de l'industrie. Pour autant, les installations ont été faites à une certaine profondeur. Il n'y a pas d'enjeu ici. Pour répondre tout de même à votre question sur le temps d'évolution des profondeurs.

... **M^{me} Dominique PIALOT**, Journaliste

Effectivement, la rapidité de l'évolution par rapport au passé.

... **M^{me} Sophie YTOURNEL**, TECHNIP Énergies

C'est aussi pour cela qu'on a voulu montrer la courbe d'évolution, ce que l'on disait entre la moins profonde et la plus profonde, il y a eu de mémoire parmi les Spar installés par TECHNIP Énergies, il y a une vingtaine d'années.

... **M. Nicolas TCHERNIGUIN**, TECHNIP Énergies

Quinze ans même.

... **M^{me} Sophie YTOURNEL**, TECHNIP Énergies

Quinze ans. Cela vous donne une idée de l'échelle de temps. On n'est pas allé de 500 m à 3 000 m du jour au lendemain. Cela représente quelques années et il y a eu du développement. C'est pour cela qu'on a mis en avant l'utilisation des lignes en polyester. Je parlais d'innovation. C'est une innovation que l'offshore a apportée qui a permis aussi d'aller dans de très grandes profondeurs en ne faisant que de la chaîne. À un moment donné, on a atteint les limites de la chaîne. Il y a donc eu quelques effets. Comme ordre de grandeur, j'avais en tête vingt ans, mais c'est plutôt quinze ans.

... **M^{me} Dominique PIALOT**, Journaliste

Une vingtaine d'années. Merci beaucoup. On va effectivement continuer de parler de ce sujet d'éloignement des côtes et des coûts que cela induit avec RTE à qui je laisse la parole. Merci beaucoup. Bonjour, Aude LAURENS.

... **M^{me} Aude LAURENS**, Responsable ingénierie, RTE

Bonjour à tous. M'entendez-vous bien ?

... **M^{me} Dominique PIALOT**, Journaliste

Oui, parfaitement.

... **M^{me} Aude LAURENS**, Responsable ingénierie, RTE

Merci. Bonjour à tous. Merci de nous accueillir pour cette audition sur les enjeux techniques, économiques et environnementaux de l'éloignement des parcs éoliens sur le raccordement. Dans un premier temps, je souhaite commencer cette présentation par un focus sur l'impact d'un éloignement des parcs éoliens flottants situés au sein des macrozones sur le raccordement en technologie à courant alternatif puisque selon le positionnement du parc, le raccordement pourrait faire une longueur sous-marine d'environ 20 à 60 km.

En premier lieu, l'éloignement du parc a un effet sur le coût d'investissement qui pourrait se situer dans un intervalle qui va de 450 à 850 millions d'euros. Cette augmentation du coût est directement

liée à l'augmentation de la longueur de la liaison sous-marine et aux besoins supplémentaires de moyens de compensation de l'énergie réactive nécessaire. Par ailleurs, cet éloignement des côtes peut engendrer une augmentation de l'impact environnemental, la liaison sous-marine étant plus longue, les pertes électriques sont plus importantes et elles représentent une part significative de l'empreinte carbone du raccordement sur toute sa durée de vie.

On augmente également la consommation de matières premières à la fois pour le câble sous-marin, mais aussi pour le poste en mer qui dans ces configurations resterait plutôt posé, car si la profondeur d'eau est plus importante, il faut plus d'acier pour la sous-structure. Il y a également l'augmentation de la longueur de la liaison sous-marine, un impact sur l'emprise sur les fonds marins en phase de travaux, et en particulier quand on se rapproche des têtes de canyon. Enfin, un point important aussi, car cela concerne la partie terrestre du raccordement : l'augmentation de la longueur de la liaison sous-marine en courant alternatif implique des besoins de compensation intermédiaires supplémentaires nécessaires qui peuvent varier de 1 à 5 hectares à peu près qui se situent sur la partie terrestre. L'augmentation de l'emprise des câbles peut aussi avoir un impact sur les autres usages, principalement en phase de travaux puisque les travaux de pose et d'ensouillage de câbles seront nécessairement plus longs.

Pour répondre plus précisément à la question d'un éloignement encore plus marqué au-delà des têtes de canyon du golfe du Lion, et même jusqu'aux plaines abyssales, on peut préciser qu'un tel éloignement, 60-70 km pour les têtes de canyon et à partir de 100-150 km si on est au-dessus des plaines abyssales, impliquerait soit de la compensation intermédiaire installée en mer sur une plateforme qui est à la fois coûteuse et visible – j'ai mis un exemple à droite d'une carte et d'une photo d'une station de compensation intermédiaire sur le projet Hornsea au Royaume-Uni – soit un basculement sur la technologie à courant continu. Cela va dépendre du couple puissance-distance qui est considéré, mais on peut donner une fourchette entre 80 et 120 km selon les hypothèses de puissance considérées. Dans tous les cas, cela implique une augmentation du coût du raccordement au-delà de ce que j'ai indiqué dans la première slide.

Au-delà de la question du coût, aller au-delà des têtes de canyon du golfe du Lion implique des enjeux à la fois techniques d'installation et de maintenance à relever avant de pouvoir envisager de conquérir les grands fonds. Il faut tout d'abord souligner que ces profondeurs d'eau atteignent les 2 500 m avec des pentes au niveau des têtes de canyon qui peuvent aller jusqu'à 40 %. J'ai mis une illustration du profil bathymétrique sur la droite de la slide où on voit bien les profondeurs et les reliefs qui sont illustrés. Ces canyons présentent des pentes très fortes avec de nombreux phénomènes d'avalanche sous-marine, et donc des enjeux de stabilité des pentes, en particulier avec nos câbles sous-marins qui pèsent de 80 à 130 kg/m. Pour vous donner un exemple concret et récent, le projet d'interconnexion France-Espagne par le golfe de Gascogne prévoyait de franchir le gouffre de Cap-Breton, mais cette solution a finalement été écartée à la suite des études techniques approfondies qui ont montré que ces pentes étaient trop instables et risquaient de s'effondrer avec le poids des câbles.

Il y a tout de même des enjeux techniques très forts. L'installation serait par ailleurs très complexe, car elle nécessiterait des navires câbliers suffisamment dimensionnés pour effectuer ce type de pose. Il faudrait également que le câble supporte son propre poids sur plus de 2 000 m et même 2 500 m pendant l'installation. Pour cela, il faudrait certainement que le câble dispose d'une double armure

métallique. À partir d'une certaine profondeur, il devient très compliqué de protéger les câbles. Or, on observe tout de même des traits de chalut en grande profondeur. Ce point devrait donc faire l'objet d'une étude approfondie des risques de croche pour définir les besoins de protection des câbles.

Un point également sur la maintenance curative, car en cas d'avarie il serait également très complexe et potentiellement long de réparer puisque, comme vous pouvez le voir sur le schéma de droite, il est nécessaire de remonter les deux portions de câble sur toute la hauteur d'eau. Si on est à 2 500 m de profondeur, cela veut dire que la portion de réparation doit faire entre deux et trois fois cette longueur, et elle doit également supporter son poids pendant toute la phase de maintenance où la fonction est réalisée, c'est-à-dire pendant plusieurs jours, et même semaines d'affilée, et avec des conditions météo très spécifiques. Pour comparaison, dans le monde, la liaison sous-marine la plus profonde s'appelle SAPEI entre la Sardaigne et l'Italie, donc en Méditerranée également. Elle a été mise en service en 2011 à 1 600 m de profondeur, mais la grande différence ici, c'est une liaison, il n'y a pas d'éolienne au bout, il n'y a donc pas de poste en mer ou de remontée de câbles.

La slide suivante traite des enjeux liés notamment aux plateformes flottantes et aux câbles dynamiques. Au-delà des têtes de canyon du golfe du Lion, on observe des profondeurs d'eau entre 200 et 2 500 m qui impliquent pour nous la mise en œuvre de la technologie flottante pour le poste en mer. J'ai mis quelques exemples : la plateforme pétrolière posée la plus profonde. Elle est installée à environ 530 m de profondeur dans le golfe du Mexique. Pour le poste en mer, on considère qu'au-delà de 100 m de profondeur, il y a vraiment à la fois un intérêt économique et environnemental à basculer sur la technologie flottante. C'est le cas ici puisqu'on est sur des profondeurs entre 200 et 2 500 m.

Or, l'analyse de l'état de l'art qu'on a réalisée a mis en évidence des verrous technologiques, notamment la disponibilité des câbles dynamiques à très haute tension, 225 kV pour le courant alternatif ou en courant continu, car à ce jour il existe des câbles dynamiques de 123 kV à environ 540 m de profondeur. Deuxième point, c'est la qualification des équipements électriques haute tension aux conditions dynamiques, c'est également un enjeu, notamment concernant les accélérations, les déplacements, les vibrations et la réponse à la fatigue des matériels.

On peut également citer les enjeux des ancrages à grande profondeur. On en a parlé dans la séquence précédente, mais avec le risque de croisement avec ceux des éoliennes, ce qui nécessitera probablement de prévoir un éloignement plus important du poste qui aura un impact sur la densité du parc éolien. Enfin, à titre d'illustration, on l'a évoqué précédemment, les plateformes flottantes les plus profondes sont effectivement installées à 2 400 m de profondeur.

Pour terminer, je souhaitais partager avec vous les travaux de R&D que nous avons engagés pour se préparer à l'essor de l'éolien flottant et dont les objectifs sont de développer les postes en mer flottants et les câbles dynamiques à très haute tension. On a participé entre 2019 et 2021 à un projet R&D collaboratif LISORE piloté par France énergies marines et RTE pour développer un poste en mer flottant et également sous-marin avec trois cas d'usage définis, dont un en Méditerranée. Ce projet a permis d'identifier les verrous technologiques évoqués précédemment, en particulier à confirmer le verrou du câble dynamique à très haute tension. Ceci a conduit au lancement d'un projet R&D sur le câble dynamique haute tension. Les équipements électriques doivent aussi être qualifiés pour les nouvelles conditions, notamment quant à leur fiabilité vis-à-vis des accélérations des mouvements,

des vibrations cycliques et de la fatigue. Enfin, ce projet a permis de mettre en évidence les enjeux technico-économiques du dimensionnement du flotteur et des ancrages.

À la suite du projet LISORE, on a lancé un projet MOSISS qui est en cours. L'objectif est de définir des stratégies de suivi des équipements électriques de la structure du flotteur et des ancrages, et en particulier pour anticiper les défauts, optimiser la maintenance préventive, maximiser la disponibilité et minimiser les coûts de maintenance. Enfin, le projet R&D sur le câble dynamique avec un premier objectif du projet qui était de définir un flotteur en Méditerranée pour bien déterminer les contraintes subies par les câbles dynamiques, notamment les efforts, mouvements et excursions. Ces données d'entrée ont été modélisées. Elles vont permettre de lancer des programmes de configuration d'essai et de qualification des câbles dynamiques à très haute tension en partenariat avec les fournisseurs câbliers. Si le besoin se confirme, un cas d'étude HVDC courant continu sera également exploré. Je vous remercie pour votre écoute et je suis à votre disposition si vous avez des questions.

... **M. Arthur LAUNEAU**, Membre de la CPDP

Merci beaucoup, M^{me} LAURENS, pour cette présentation. J'explique un petit peu ce que nous allons faire.

... **M. Sébastien FOURMY**, Membre du secrétariat général de la CPDP

En fait, on va juste prendre dix minutes de questions. Je suis désolé de te contredire.

... **M. Arthur LAUNEAU**, Membre de la CPDP

D'accord, Sébastien, merci. Je vous propose que nous partions maintenant sur un échange de dix minutes. M^{me} PIALOT, si vous souhaitez commencer par vos questions, je vous laisse la parole.

... **M^{me} Dominique PIALOT**, Journaliste

Je peux poser une question maintenant, et puis j'interviendrai comme les autres participants. J'avais une question sur le coût. Est-il directement proportionnel à l'éloignement ou est-ce plus compliqué que cela ? Comment tient-on compte de cet élément pour l'emplacement des parcs ? Merci.

... **M. Arthur LAUNEAU**, Membre de la CPDP

Merci, M^{me} PIALOT. Réponse de M^{me} LAURENS.

... **M^{me} Aude LAURENS**, Responsable ingénierie, RTE

Si on se place dans le contexte du plateau du golfe du Lion et sur une technologie à courant alternatif, il y a une certaine linéarité, mais pas complètement, car on a besoin de moyens de compensation supplémentaires, mais c'est tout de même beaucoup lié à l'augmentation de la longueur des liaisons sous-marines, aux travaux d'installation et d'ensouillage, de fourniture du câble. En revanche, quand

on bascule sur le courant continu, il y a un moment où techniquement et économiquement ce n'est plus intéressant. Là, on a un poste très important avec le poste de compensation en mer et à terre, et la partie câble ensuite qui augmente. De ce fait, c'est moins linéaire. En revanche, je voudrais ajouter un petit bémol dans ce cas, car on est tout de même sur des conditions très spécifiques avec des canyons sous-marins des fonds très particuliers qui font que la partie installation serait certainement beaucoup plus chère sur cette partie. Il est donc difficile de dire qu'il faudrait faire des analyses plus poussées. Comme on est tout de même en dehors du cadre qui avait été défini au préalable, on n'a pas fait un exercice poussé de faisabilité technique ou de chiffrage pour ce type de raccordement, mais il y a certainement une augmentation du coût qui n'est pas forcément linéaire, mais rapporté au MWh produit, c'est à peu près certain.

... **M. Arthur LAUNEAU**, Membre de la CPDP

Merci beaucoup, M^{me} LAURENS. Je vois une demande d'intervention de M. JOUANNET. Je ne sais pas si vous demandez la parole ou non, si c'est une erreur. En attendant, M. JOUANNET, que l'on puisse vous entendre, je propose à M^{me} PIALOT de poser une deuxième question si elle le souhaite, car je ne vois pas d'autre demande d'intervention.

... **M^{me} Dominique PIALOT**, Journaliste

Merci. J'avais une question concernant les hypothèses de transformation d'électricité produite par l'éolien flottant en mer en hydrogène sur place et le transport par pipeline ou par bateau. Évidemment, par définition, chez RTE, ce n'est pas votre spécificité, mais j'imagine que vous avez déjà entendu parler de cette piste. Qu'en pensez-vous ?

... **M. Arthur LAUNEAU**, Membre de la CPDP

Merci, M^{me} PIALOT. M^{me} LAURENS, on vous écoute.

... **M^{me} Aude LAURENS**, Responsable ingénierie, RTE

C'est effectivement quelque chose que l'on entend de plus en plus. Ce sont des types de projets qui peuvent être développés en mer du Nord. Il faut tout de même un écosystème industriel particulier avec des profondeurs d'eau peu profondes, un écosystème existant de pipelines par exemple avec des besoins très importants déjà situés sur place. Ce n'est pas forcément transposable à la Méditerranée ou à d'autres côtes françaises.

... **M. Arthur LAUNEAU**, Membre de la CPDP

Merci beaucoup, M^{me} LAURENS. Nous avons une demande de prise de parole de M. BONHOMME.

... M. BONHOMME

Bonjour. J'ai mis deux fois cette remarque dans le clavardage et je vois que personne n'en a parlé. Il me semble que la justification de l'éolien en mer est d'avoir une production d'énergie décarbonée. Or, plus on s'éloigne de la côte, plus on a des installations lourdes qui, elles-mêmes, ont un bilan carbone de moins en moins bon que les sous-lourdes [inaudible 02:19:25]. Il y a également les bateaux de service qui vont dépenser beaucoup de gazole pour aller beaucoup plus. Ces données sont-elles prises en compte ? Comment peuvent-elles éventuellement grever le bilan carbone de ces installations si on les éloigne encore plus de la côte que ce qui est prévu à l'heure actuelle ? Je ne sais pas si cette question est pour vous ou pour la précédente intervenante, mais c'est de toute façon la même question, le bilan carbone de tout ceci indépendamment des questions de coût. Le coût est une chose, mais quand on voit que M. CASTEX peut dépenser 3,8 milliards d'euros d'un seul coup de bâton, on se dit que ce n'est pas franchement le seul paramètre quand il s'agit de sauver la planète. Merci beaucoup.

... M. Arthur LAUNEAU, Membre de la CPDP

Merci beaucoup, M. BONHOMME. Je propose de donner la parole tout d'abord à TECHNIP et puis à RTE. Souhaitez-vous réagir, M. TCHERNIGUIN ou M^{me} YTOURNEL ?

... M^{me} Sophie YTOURNEL, TECHNIP Énergies

Je peux prendre cette question. Concernant le bilan carbone, ce n'est pas aussi évident que ce qui vient d'être dit. Un certain nombre de choses ne change pas quand on s'éloigne. Le flotteur ne changera pas. Les chaînes d'ancrage changeront, mais à la marge. On parlait de câbles en polyester. Il peut y avoir un effet d'augmentation de la dépense carbone, mais c'est vraiment si on reste sur une approche très classique des opérations que l'on fait. C'est donc aussi là qu'il faut innover. Si on parle de bateaux de service qui font l'aller-retour ; déjà, notre priorité est de ne pas avoir de bateaux de service qui font l'aller-retour en permanence, il faut travailler différemment avec plus de prédictif et de préventif, donc de faire moins d'aller-retour. On peut utiliser des bateaux à hydrogène, électriques. Donc, on n'est pas du tout obligé d'utiliser du diesel chaque fois que l'on va en mer. Si on reste très classique, et qu'on ne se réinvente pas, cela fait peut-être justement partie de l'innovation globale que l'on veut apporter en ne restant pas classique et en pensant à l'ensemble de la chaîne. Quand on parlait d'innovation, ce n'est pas une innovation technique pure, mais c'est aussi une innovation opérationnelle. Comment va-t-on adresser toutes ces questions ? C'est pour cela que l'on parlait précédemment de la balance, mettre en parallèle un gain de productivité, c'est-à-dire qu'avec une même plateforme éolienne on produirait plus et de façon plus stable et plus régulière, mais pour autant avec une seule plateforme donc avec un investissement carbone initial diminué par rapport au KWh sorti. Le trade off n'est pas si mauvais que cela. Il n'y a pas de raison d'imaginer qu'aller plus loin va forcément être plus compliqué en matière de bilan carbone.

J'en profite aussi pour rebondir sur la question précédente parce que c'est aussi nous qui avons évoqué ces systèmes de transformation d'hydrogène en mer. C'est aussi le message que l'on veut passer avec cette proposition. C'est un exemple comme un autre, mais là aussi on pense qu'il faut sortir du classique. On a des solutions classiques qui sont capables de nous dire que cela fonctionne et on a le droit de sortir du classique pour augmenter l'efficacité et aussi augmenter la réponse la plus

décarbonée possible et la plus efficace possible que l'on veut apporter au sujet. En soi, on considère que ce n'est pas une limite technique, mais cela n'empêche pas de se réinventer et de faire mieux.

... **M. Arthur LAUNEAU**, Membre de la CPDP

Merci beaucoup, M^{me} YTOURNEL. M^{me} LAURENS, souhaitez-vous réagir ?

... **M^{me} Aude LAURENS**, Responsable ingénierie, RTE

Sur l'empreinte carbone, comme je l'ai indiqué dans ma présentation, si on augmente la longueur du raccordement, on augmente à la fois les pertes électriques et la consommation de matières premières pour la fabrication de ce câble. Cela a effectivement un impact sur l'empreinte carbone. Si on se projette à 2050 et la neutralité carbone, l'impact avec l'électricité est totalement décarboné. On a tout de même une empreinte carbone très faible pour le raccordement.

... **M. Arthur LAUNEAU**, Membre de la CPDP

Merci beaucoup, M^{me} LAURENS. Étienne, je vois que tu demandes la parole. Est-ce pour poser une question ou pour enchaîner ?

... **M. Étienne BALLAN**, Président de la CPDP

C'est pour une question très courte.

... **M. Arthur LAUNEAU**, Membre de la CPDP

C'est à toi.

... **M. Étienne BALLAN**, Président de la CPDP

Merci beaucoup, Arthur. Je vous prie de m'excuser si je n'ai pas forcément pu suivre de façon assez concentrée les éléments, mais une question a été posée plusieurs fois dans le débat, c'était sur la question de déplacer de la maintenance. Tant qu'à aller au large, est-il possible ou non d'envisager une plateforme de maintenance directement elle-même au large ? Est-ce quelque chose que vous avez évoqué ? Cela pourrait-il être envisagé ? De ce fait, cela réduirait les allées et venues des bateaux depuis les structures portuaires.

... **M. Nicolas TCHERNIGUIN**, TECHNIP Énergies

On travaille sur des développements de repos installés à poste et des drones, plus des systèmes de monitoring smart pour faire de la maintenance prédictive et éviter d'envoyer des personnes à bord ou ne les envoyer que lorsqu'on doit faire autrement. Il y a déjà des robots sous-marins qui permettent

de faire de l'inspection et de la maintenance légère pour la partie sous l'eau. On développe aussi des robots pour inspecter les nacelles et les pales. On travaille sur ces sujets justement pour se positionner sur ces projets éloignés des côtes.

... **M. Arthur LAUNEAU**, Membre de la CPDP

Merci beaucoup, M. TCHERNIGUIN. Je vous propose que l'on s'arrête ici pour cette session 2 sur le grand large. Merci à l'ensemble des intervenants et intervenantes. Merci à vous pour vos questions. Je présente mes excuses pour les petits soucis d'animation, en particulier auprès de M^{me} PIALOT. Je cède tout de suite la parole à Mathias pour la troisième session où on va parler d'acoustique. Merci à vous.

Session 3. L'acoustique

... **M. Mathias BOURISSOUX**, Membre de la CPDP

Excusez-moi, nous avons un problème de micro. J'étais en train de dire que nous allons faire assez vite sur la présentation puisque notre intervenante a un chronomètre assez restreint et elle va devoir nous quitter assez vite. Je vais la présenter tout de suite sur ce sujet. Il s'agit de M^{me} Ludivine MARTINEZ. Vous êtes biologiste, responsable de Cohabys, une structure spécialisée dans les impacts d'activité anthropique sur le milieu marin. C'est la particularité de cette structure d'être à l'interface entre le monde universitaire et le monde de la recherche socioéconomique. Pour le dire plus concrètement, c'est une cellule de transfert de technologie de l'ADERA en partenariat avec l'Université de La Rochelle. On a déjà entendu Cohabys sur un certain nombre de sujets techniques dans le cadre de ce débat. Je vous remercie pour votre présence et je vous demande de tenir les dix minutes ou quinze minutes éventuellement si vous en avez le temps. Je sais que vous avez un PowerPoint assez chargé qui est en anglais. Donc, je vous demanderais de bien vouloir faire l'effort de la pédagogie pour que tout le monde puisse le suivre en même temps que vous. Nous prendrons ensuite un temps pour échanger sur ce thème de l'acoustique en fonction des informations que vous porterez déjà à notre connaissance. Je vous cède la parole, M^{me} MARTINEZ pour dix minutes un quart d'heure selon vos contraintes. Merci.

... **M^{me} Ludivine MARTINEZ**, Biologiste, Responsable du projet Cohabys

Merci. Bonjour à tous. Je vais partager mon écran. Je vais vous parler d'acoustique sous-marine et des impacts sur la faune marine. Je m'excuse pour la présentation en anglais. Elle est issue d'un cours que je donne dans le cadre de l'université et je n'ai pas eu le temps d'en faire la traduction.

Le bruit ambiant est une préoccupation grandissante au sein de la communauté scientifique. Le bruit augmente de façon importante dans les océans avec l'augmentation des activités de mer. Les préoccupations concernant son impact sur la faune marine augmentent également puisque les animaux marins utilisent le son dans toutes les phases de leur vie. C'est un sens très important pour eux, mais l'augmentation rapide des niveaux sonores dans les océans fait qu'aujourd'hui ils ne sont plus en mesure de s'adapter suffisamment rapidement à l'augmentation des niveaux sonores et on assiste à l'apparition du concept de pollution sonore au même titre que la pollution plastique. Cela montre bien l'importance de cette notion.

Très rapidement, qu'est-ce qu'un son ? Je pense important de rappeler cette notion. Un son est une variation de pression acoustique. C'est une succession de concrétions et de dilatations des ondes sonores sans transfert d'énergie. Donc, une particule va transférer son énergie à la particule voisine, mais sans aucun transfert de matière. Un son est caractérisé par sa fréquence, son niveau et sa durée. Il est également important de rappeler que le milieu marin est beaucoup plus favorable à la transmission du son et à sa propagation que le milieu terrestre. Le son se propage quatre fois plus vite dans l'eau que dans l'air.

De quoi parle-t-on exactement quand on parle de bruit ambiant ? Le bruit ambiant est composé de la géophonie, de la biophonie et de l'anthropophonie. Ici, on a un petit schéma. J'avais des petits sons à vous faire écouter, mais vu le timing serré.

... **M. Mathias BOURISSOUX**, Membre de la CPDP

La présentation ne défile pas. On est toujours sur le début du PowerPoint.

... **M^{me} Ludivine MARTINEZ**, Biologiste, Responsable du projet Cohabys

C'est effectivement un problème si vous ne voyez pas la présentation. Là, est-ce que vous voyez quelque chose ? Je suis en plein écran.

... **M. Mathias BOURISSOUX**, Membre de la CPDP

Nous voyons que la partie PowerPoint, et pas le plein écran.

... **M^{me} Ludivine MARTINEZ**, Biologiste, Responsable du projet Cohabys

Pour aller plus vite, on va rester ainsi si c'est possible.

... **M. Mathias BOURISSOUX**, Membre de la CPDP

Si vous pouvez s'il vous plaît, M^{me} MARTINEZ, rebasculer depuis votre bureau en plein écran la présentation pour qu'elle s'affiche de nouveau. Là, on la voit à notre écran avec effectivement le défilé des slides sur le bord gauche, mais ce n'est pas forcément un problème. Pourriez-vous cliquer sur la petite flèche en haut à droite pour réduire le bandeau ? Sinon vous pouvez changer la visualisation dans le diaporama.

... **M^{me} Ludivine MARTINEZ**, Biologiste, Responsable du projet Cohabys

Je vous propose une chose. Il vaut mieux voir les slides que de ne rien voir du tout et passer du temps de façon décalée.

... **M. Mathias BOURISSOUX**, Membre de la CPDP

Nous sommes bien d'accord.

... **M^{me} Ludivine MARTINEZ**, Biologiste, Responsable du projet Cohabys

Merci beaucoup. On reste ainsi si cela vous convient et je reprends. Le bruit ambiant est composé de plusieurs composantes. On a la biophonie, la géophonie et l'anthropophonie. Une petite illustration rapide, comme je vous le disais, mais sans vous faire écouter les petits sons qui l'accompagnent.

La géophonie est l'ensemble des bruits naturellement produits par le milieu. On aura par exemple les tremblements de terre, la pluie sur l'eau, des craquements de glace. La biophonie est l'ensemble des sons produits par les animaux. On pense bien sûr au chant des baleines, mais il n'y a pas que cela, il y a aussi par exemple le bruit que font les crevettes ou les oursins en mangeant ou en communiquant. L'anthropophonie est l'ensemble des sons produit par l'homme. Cela peut être le bruit du trafic maritime, les sonars militaires et l'éolien, la construction ou le fonctionnement de parcs éoliens.

Le son peut être divisé en deux catégories : les sons impulsifs et les sons continus. Les sons impulsifs sont une variation transitoire impulsionnelle du niveau sonore. C'est une augmentation forte du niveau sonore, mais de courte durée. On peut prendre l'exemple d'un marteau pour enfoncer un clou. Le bruit continu va être caractérisé par sa durée. C'est un bruit long. On ne va pas forcément être en mesure de définir un début et une fin. On va par exemple prendre le bruit du trafic maritime pour illustrer le bruit continu.

Quelques exemples d'activités générant du bruit additionnel en milieu marin. Au niveau des bruits impulsifs, on peut citer les échosondeurs. On peut citer les canons à air utilisés pour les prospections sismiques. On peut citer le battage de pieu pour la construction d'éoliennes, mais également pour la construction de ports. Il y a également les répulsifs acoustiques utilisés en aquaculture ou dans le cadre de chantier en mer, et l'utilisation d'explosifs ou de déroctage. En ce qui concerne le bruit continu, on aura par exemple toutes les activités de dragage, les activités de forage, le trafic maritime, mais également les dispositifs d'énergie marine en fonctionnement. On aura également toute l'activité motorisée à visée récréative. On peut citer les jet skis, la pêche ou la plaisance.

Vous avez ici un petit diagramme des fréquences utilisées par les activités anthropiques et en fonction des niveaux sonores utilisés. C'est très variable entre les prospections sismiques et les dispositifs d'énergie marine en fonctionnement. On a une très grande amplitude, une grande gamme de fréquences entre les fréquences et les niveaux sonores qui sont utilisés et atteints par ces différentes activités anthropiques.

Pourquoi les espèces marines sont-elles sensibles au bruit ? En fait, les espèces marines utilisent l'acoustique à tous les stades de leur vie, en particulier les mammifères marins. Ils vont utiliser le son pour s'alimenter, pour communiquer, pour chercher un partenaire et se reproduire. L'acoustique est vraiment le sens primordial pour ces espèces. Si vous regardez un petit diagramme très schématique des fréquences utilisées par les mammifères marins, par les poissons, mais également les céphalopodes, les crustacés et les bivalves ainsi que les fréquences émises par les activités humaines, et même quelques activités humaines sous-marines. On voit clairement que l'on va avoir un recoupement de ces fréquences pour certaines espèces et pour certaines activités. Donc, on peut imaginer que l'on puisse avoir des impacts et des conséquences sur les animaux.

De façon très schématique, quelles sont les conséquences du bruit sur la faune marine ? On va avoir un gradient de gravité depuis des lésions létales jusqu'à la simple audibilité. Ces impacts se divisent en impacts à court terme et en impacts à long terme. Sur les impacts à court terme, on va assister à des changements comportementaux chez les animaux. Ce sera par exemple un abandon d'une activité d'alimentation sur une zone importante. On aura un masquage acoustique. C'est-à-dire que les animaux ne vont plus être en mesure de continuer à s'entendre ou à utiliser leurs sons biologiques parce que ce son va être masqué par un son produit par une activité anthropique. On peut avoir des blessures physiologiques, c'est-à-dire des pertes permanentes ou temporaires de l'audition la plupart du temps. Cela va cibler les organes de l'audition, mais pas uniquement. Cela peut également agir sur les niveaux de stress des animaux. Si on est très près de la source sonore, on peut directement avoir des lésions létales pour les animaux.

Au niveau des impacts à long terme, on peut avoir des habitudes, des adaptations ou des déplacements des animaux en conséquence d'un bruit répété. On aura des changements dans la communication des animaux. Ils vont changer de fréquence pour se parler ou ils vont plutôt utiliser des moyens nouveaux – par exemple vaisseaux pour les baleines – pour se parler afin de compenser ce niveau sonore trop élevé. On peut également avoir à long terme des conséquences énergétiques et démographiques sur les populations puisque le fait par exemple d'être en incapacité de s'alimenter ou de se reproduire, ou même d'échapper aux prédateurs va avoir un impact sur la survie des individus, mais aussi in fine sur la survie de la population et de sa viabilité. Ce sont donc tout de même des impacts non négligeables. Autres types d'impacts que l'on appréhende peu aujourd'hui, ce sont les impacts cumulés. Cela veut dire beaucoup de choses. Cela peut être le cumul des impacts du même projet sur l'entièreté de sa durée, car il y a différentes phases de la construction au démantèlement. Cela peut être un cumul spatial des impacts de plusieurs activités sur des zones proches, un cumul temporaire des impacts de différents sites ou d'activités bruyantes concomitamment ou pas, mais aussi un cumul des impacts liés au bruit avec toutes les autres pressions qui s'exercent déjà sur l'environnement. Il faut le rappeler, l'environnement tel qu'il est aujourd'hui, l'état des populations tel qu'il est aujourd'hui est déjà le résultat de nombreuses perturbations. On peut penser aux captures accidentelles, la pollution, la raréfaction des ressources dues à la surpêche par exemple, mais également les changements globaux. Il faut donc bien remettre aussi en contexte ces impacts dus à un chantier en particulier, à l'éolien par exemple, dans un contexte beaucoup plus global de changements globaux et de perturbations anthropiques de différentes natures et de différentes intensités.

... **M^{me} BERTRAN de BALANDA**, Membre de la CPDP

Ludivine, juste une petite chose. Il te reste une minute.

... **M^{me} Ludivine MARTINEZ**, Biologiste, Responsable du projet Cohabys

D'accord. Pas de problème. Au niveau des solutions qui existent pour réduire ces impacts, la première étape va être d'évaluer les niveaux sonores, d'évaluer les espèces présentes et les impacts potentiels sur ces espèces pour les éviter. On peut les éviter en aménageant le planning d'un projet par exemple, en aménageant ses caractéristiques et son ampleur ou en suspendant potentiellement les travaux pendant les périodes critiques.

On peut réduire les impacts également en jouant sur le planning, en jouant sur la réduction du bruit à sa source en utilisant par exemple des matériaux avec des techniques différentes pour les rendre les travaux moins bruyants. On peut utiliser également des techniques pour confiner le bruit à sa source comme les rideaux de bulles ou des cofferdams. On peut également s'assurer de l'absence d'animaux dans la zone potentiellement impactée par le bruit via des monitorings visuels et acoustiques. Il y a également l'utilisation de répulsifs acoustiques, mais cela reste tout de même assez sujet à discussion. La plupart de ces informations peuvent être retrouvées dans un guide du ministère de la Transition écologique qui s'intitule Préconisations pour limiter les impacts des émissions acoustiques en mer d'origine anthropique sur la faune marine. Ce guide est accessible sur internet également en anglais. Je vous remercie pour votre attention. Je suis à votre disposition si vous avez des questions.

... **M^{me} BERTRAN de BALANDA**, Membre de la CPDP

À cette information, je voudrais juste rappeler que ce guide a été commandé par la DGEC. Il a été réalisé à la fois par Ludivine MARTINEZ de Cohabys et de l'Université de La Rochelle, et par sa collègue de NEREIS. Merci beaucoup.

... **M. Mathias BOURISSOUX**, Membre de la CPDP

Merci pour ce complément. M^{me} MARTINEZ, avez-vous un peu de temps à nous accorder pour un temps de questions-réponses avec les participants ? De combien de temps pouvez-vous disposer ?

... **M^{me} Ludivine MARTINEZ**, Biologiste, en charge du projet Cohabys

Oui, je suis disponible jusqu'à 17h.

... **M. Mathias BOURISSOUX**, Membre de la CPDP

Cela nous laisse donc dix petites minutes. Je propose de vous poser quelques questions au vol si les participants ne les posent pas, mais je leur laisse la priorité. Je vois que M. JOUANNET demande la parole pour intervenir sur ce sujet de l'acoustique.

... **M. Thomas JOUANNET**, Industriel

Je pense que c'est une erreur de manipulation de ma part. Toutes mes excuses.

... **M. Mathias BOURISSOUX**, Membre de la CPDP

Pas de problème.

... **M^{me} BERTRAN de BALANDA**, Membre de la CPDP

Mathias, c'est peut-être une chance parce qu'il y a normalement Christophe JACOLIN qui doit intervenir relativement rapidement, car il a lui aussi un déplacement à effectuer pour 17h.

... **M. Mathias BOURISSOUX**, Membre de la CPDP

Très bien. Je ne vous vois pas dans le bandeau, M. JACOLIN, mais si vous êtes aussi contraint par le temps, je vous laisse intervenir maintenant.

... **M. Christophe JACOLIN**, Météo France

Bonjour à tous. Merci de m'avoir invité.

... **M. Mathias BOURISSOUX**, Membre de la CPDP

Excusez-moi, il y a plusieurs personnes qui s'expriment en même temps. Merci pour l'instant de ne pas vous exprimer et de laisser la parole à M. JACOLIN. Le souci, M. JACOLIN, vous devez vous exprimer normalement sur le temps 4, notamment sur la météorologie.

... **M. Christophe JACOLIN**, Météo France

Tout à fait.

... **M. Mathias BOURISSOUX**, Membre de la CPDP

Vous avez une contrainte horaire qui vous oblige finalement à intervenir plus tôt.

... **M. Christophe JACOLIN**, Météo France

Oui, mais je peux laisser encore quelques minutes.

... **M. Mathias BOURISSOUX**, Membre de la CPDP

Je veux bien qu'on ait tout de même le temps de poser quelques questions à M^{me} MARTINEZ qui a fait l'effort d'une présentation plus concise pour que les participants lui posent quelques questions. Merci de vous exprimer pendant quelques minutes, Mesdames et Messieurs, sur le sujet de l'acoustique marin. De cette façon, on essaye de bien sérier les prises de parole et les différents sujets.

J'avais une question s'il faut tout de suite introduire le sujet comme il n'y a pas forcément de réaction dans le fil de discussion. M^{me} MARTINEZ, y a-t-il des retours d'expérience récents ou à venir qui nous permettraient de mieux comprendre le comportement de la faune marine ? Si je comprends bien, principalement les grands mammifères marins, les cétacés, puisque c'est plutôt de ceux-là dont vous parlez ? Quelles seraient les occasions qui se présentent à nous, y compris avec les fermes-pilotes,

pour mieux connaître le comportement des grands mammifères marins ? Comment peut-on évaluer l'état des connaissances avant de se projeter sur les impacts potentiels ?

... **M^{me} Ludivine MARTINEZ**, Biologiste, Responsable du projet Cohabys

Là, on a parlé essentiellement des mammifères marins pour une raison simple, ce sont les espèces pour lesquelles l'impact du bruit est le mieux connu aujourd'hui, celles sur lesquelles il y a eu le plus de travaux scientifiques réalisés et pour lesquelles on a le plus d'informations. Cela ne veut pas dire que ce soient les seules espèces à être impactées. On sait aujourd'hui que d'autres compartiments biologiques sont clairement impactés par le bruit et peuvent également subir des impacts importants même si on manque encore beaucoup d'informations pour bien cerner ces mécanismes d'impact. Les retours d'expérience commencent à être nombreux pour l'éolien posé. Ils le sont nettement moins pour l'éolien flottant. Avec le retour d'expérience des fermes-pilotes, on va être en mesure, j'espère, de mieux comprendre les comportements qui ne sont pas liés à des traumatismes physiologiques puisqu'aujourd'hui c'est ce qu'on étudie essentiellement sur les mammifères marins. Ce qui est utilisé aujourd'hui comme référence, ce sont les impacts physiologiques. On doit s'assurer de l'absence d'impacts physiologiques, mais on sait bien qu'il y a des impacts bien en deçà des impacts physiologiques. Aujourd'hui, l'idée est vraiment d'essayer de faire progresser la connaissance sur les seuils liés aux impacts comportementaux et aux perturbations des animaux du type masquage acoustique ou par un changement d'activité. C'est une attente importante et un sujet de recherche vraiment essentiel.

... **M. Mathias BOURISSOUX**, Membre de la CPDP

Très bien, merci. Une question de Bruno LADSOUX sur le tchat : « Y a-t-il des différences importantes à attendre du point de vue acoustique en éolien flottant qui est encore rare au plan mondial par rapport à l'éolien posé au sol nettement plus connu ? » Il me semble que c'est dans la continuité de ce que vous étiez en train d'aborder comme sujet.

... **M^{me} Ludivine MARTINEZ**, Biologiste, Responsable du projet Cohabys

Ce n'est pas vraiment mon domaine. On est plus dans l'ingénierie, mais les techniques pour mettre en place les éoliennes flottantes ne sont pas du tout les mêmes que celles utilisées pour mettre en place des éoliennes posées. Sur les éoliennes posées, les plus forts impacts sont observés au moment de la construction avec par exemple le battage de pieux et la mise en place de fondations en monopieu. Ces techniques sont bien sûr les plus bruyantes et les plus impactantes par rapport à du gravitaire ou à du jacket. C'est ce que nous montrent les retours d'expérience étrangers. La question sur le flottant n'a pas du tout la même ampleur puisqu'on n'aura pas du tout de niveau sonore similaire à ce qui est observé par exemple pour l'installation de la mise en place de fondations en monopieu.

... **M. Mathias BOURISSOUX**, Membre de la CPDP

Il y a des interférences au niveau des micros. S'il vous plaît, merci de faire attention à ce que vos micros soient bien éteints lorsque vous vous exprimez en dehors de nos échanges, merci. Je vous laisse poursuivre.

... **M^{me} Ludivine MARTINEZ**, Biologiste, Responsable du projet Cohabys

Je pense que j'avais répondu à la question sur les différences entre éolien posé et éolien flottant.

... **M. Mathias BOURISSOUX**, Membre de la CPDP

D'ailleurs, Bruno LADSOUX sur le tchat ajoutait une remarque en disant : « C'est le syndrome du réverbère. On parle avant tout de ce que l'on connaît déjà, autrement dit là où c'est éclairé. Le reste a pourtant aussi son importance, car c'est toute la chaîne qu'il faut considérer. » Une question de Daniel GUIRAL, FNE Languedoc-Roussillon : « Dans le cadre d'un parc éolien, le son émis est-il simplement additif ? En est-il de même en matière de perception par la faune marine ? »

... **M^{me} Ludivine MARTINEZ**, Biologiste, Responsable du projet Cohabys

Que voulez-vous dire par additif ?

... **M. Mathias BOURISSOUX**, Membre de la CPDP

M. GUIRAL, si vous voulez bien prendre la parole pour commenter votre question.

... **M. Daniel GUIRAL**, FNE Languedoc-Roussillon

Est-ce que deux éoliennes font le bruit de deux fois une éolienne ? Le son est-il perçu également par la faune marine comme deux fois un son ou bien y a-t-il des phénomènes de seuil avec des amplifications en sachant que le son émis est de même nature et de la même fréquence ?

... **M^{me} Ludivine MARTINEZ**, Biologiste, Responsable du projet Cohabys

Ce n'est pas aussi simple que cela. Le son ne va pas juste se cumuler. Si on a deux éoliennes, cela fait deux fois le bruit d'une éolienne. Des mécanismes acoustiques derrière cela font que ce n'est pas forcément plus bruyant d'avoir deux activités bruyantes en même temps. Je veux dire qu'un bruit important peut parfois masquer un bruit moins important et faire en sorte que la résultante ne soit pas l'addition des deux sons, mais juste le son le plus important. C'est tout l'intérêt d'avoir recours à des modélisations robustes au niveau des estimations d'impact et de la propagation du bruit.

Il est vraiment important d'avoir des modèles éprouvés, robustes et nourris par des données mesurées in situ parce que la propagation du son est complètement tributaire des variables environnementales. Le son ne va pas du tout se propager de la même façon en fonction de la nature du fond, de la courbe

de la bathymétrie, de la topographie. Énormément de paramètres sont à prendre en compte pour modéliser correctement la propagation du son. Tous ces paramètres sont importants pour faire des modélisations qui vont être fiables et robustes afin de nous permettre de définir la portée sur laquelle le son d'un chantier sera audible pour une espèce donnée.

... **M. Daniel GUIRAL**, FNE Languedoc-Roussillon

En complément, finalement, sera-t-il possible de modéliser à partir de l'implantation d'une seule éolienne expérimentale ce que donnerait un parc de cinquante éoliennes à terme ?

Madame Ludivine MARTINEZ, Biologiste, Responsable du projet Cohabys

Je vais avoir du mal à vous répondre. Je ne suis pas dans l'acoustique physique. Je suis plutôt sur la bioacoustique, sur les signaux des animaux et pas sur les questions de propagation et de modélisation. De ce que j'en sais de par mes collègues qui travaillent sur le sujet, c'est faisable. Aujourd'hui, les outils de modélisation permettent de modéliser différents scénarios avec différentes techniques, avec différentes configurations. Ce sont des choses sur lesquelles on va pouvoir travailler en amont du projet en essayant justement de simuler différentes configurations spatiales ou temporelles, pour le planning également. On a vu que le fait d'aménager le calendrier pouvait avoir un gain important en matière d'impact sur la population.

Le fait par exemple de simuler différents plannings d'installation pourra nous permettre de mieux estimer la propagation du son. En fonction des conditions de mer, le son ne va pas se propager de la même façon en été ou en hiver. La température de l'eau va agir directement sur la façon dont le son va se propager. Toutes les données d'entrée que l'on va pouvoir collecter, que ce soit sur les études d'impact, sur les fermes-pilotes ou dans le cadre d'autres types d'études, vont venir nourrir ces modèles pour les rendre de plus en plus robustes et après pour modéliser au plus juste l'impact d'un parc éolien dans son ensemble.

En revanche, le point qui va être un sujet sur cette question est la façon dont vont se cumuler les impacts au niveau de la faune marine. On l'a vu, l'implantation d'une éolienne seule ne va pas juste être multipliée par deux, trois, quarante, cinquante, pour aboutir à un impact global. La façon dont vont pouvoir se cumuler ces impacts, et dont les espèces vont pouvoir ressentir ces impacts, c'est un champ de la recherche en plein développement aujourd'hui sur lequel beaucoup de travaux sont menés. Ce sera vraiment crucial pour le développement et l'amélioration de nos compréhensions de ces mécanismes.

... **M. Mathias BOURISSOUX**, Membre de la CPDP

Merci pour ces points de détail.

... **M. Thierry HOOLANS**, ADN passepartou

J'ai une question. Ma spécialité est le monde sonore sous-marin. L'exposé est bien fait, mais il y a beaucoup de questions à poser. Il y a encore beaucoup d'inconnues. Pour reprendre l'intervention du dernier Monsieur, est-ce qu'une éolienne ou deux éoliennes, on passe du simple au double ? Cela dépend des interférences. Cela dépend effectivement du milieu. Cela dépend des interférences. Il y a

effectivement des pressions qui se déduisent, mais il y a également des pressions qui s'additionnent. Comme c'est un volume qui s'additionne, c'est exponentiel. Donc, dans certains cas, je crois qu'on en a souvent parlé au cours des dernières réunions depuis le 30 août, il y a également un effet cumulé. Des sons vont être émis à une certaine fréquence par les éoliennes, d'autres vont être émis à une certaine fréquence par les chaînes et puis les bateaux qui passent, il y aura ce qu'on appelle la cavitation, un phénomène bien connu qui existe au niveau biologique, mais tout cela additionné, on ne sait absolument pas ce que cela donne.

Or, comme Madame l'a très bien expliqué, le monde sous-marin est un monde sonore comme le monde aérien est un monde visuel. Donc, ils ne vivent que de cela parce qu'ils ne voient pas très loin en dessous. En prenant ce genre de risque pour accumuler toutes les activités anthropiques surtout en Méditerranée, on prend de très gros risques du fait que l'on ne sait pas où met le pied. On peut tomber dans un gouffre surtout sur une petite mer comme la nôtre. C'était ce que je voulais dire sur cette section qui est extrêmement importante et qui demande de grandes études. Cela passe de la physique à la physiologie, et après comme je l'ai dit précédemment à l'éthologie, et là, on est vraiment dans le noir le plus complet. Merci de m'avoir laissé parler.

... **M. Mathias BOURISSOUX**, Membre de la CPDP

Je vous en prie, M. HOOLANS, merci pour votre intervention. M^{me} BORNEMANN, vous vouliez la parole.

... **M^{me} Brigitte BORNEMANN**, Énergies de la mer

Il faut simplement prendre la précaution d'essayer de respecter un délai. Je suis désolée de jouer le maître du jeu. Je sais qu'Étienne BALLAN aime bien le faire aussi, mais Étienne, auriez-vous la gentillesse de donner la parole à la session suivante ?

... **M. Mathias BOURISSOUX**, Membre de la CPDP

Il est convenu avec M. JACOLIN qu'il prendra tout de suite la parole après une pause à 17h05. C'était convenu avec lui. Il nous reste quatre minutes pour échanger sur ces sujets. On aura une très courte pause avant que M. JACOLIN puisse prendre la parole à 17h10. A priori, tout a été arrangé.

... **M^{me} Brigitte BORNEMANN**, Énergies de la mer

Alors, tout va bien. Merci.

... **M. Mathias BOURISSOUX**, Membre de la CPDP

Profitons-en pour échanger encore quelques minutes sur ce sujet de l'acoustique. Je vais lire tout simplement un commentaire fait en ligne par Adeline MORLIÈRE pour la DGEC, pour l'État. Elle précise, par rapport aux modélisations évoquées précédemment avant l'intervention de M. HOOLANS, que l'état actuel qui sera réalisé par l'État permettrait justement d'alimenter ces modèles dans le cadre du groupe qui travaille sur les effets cumulés, le projet Bruit écume, je ne sais pas si cela se prononce tel

quel, est en cours de finalisation. Il va apporter des réponses sur les modèles à utiliser pour cumuler les effets du bruit. Ce sont donc les enjeux par rapport à ces modélisations en cours et donc à venir. Je cite la présence de l'OFB et d'Alexandra GIGOU.
[Coupure de son 02:58:45-58]

... **M^{me} Alexandra GIGOU**, Chargée de mission, grands usages maritimes, OFB

... dans la faune marine est en cours actuellement de rédaction. Elle sera normalement finalisée dès demain, on l'espère. Elle est rédigée, notamment par un expert en acoustique, membre du conseil scientifique de façade et éolien. Cela devrait permettre de répondre à de nombreuses questions que l'on a entendues tout au long du débat public et également aujourd'hui, je l'espère.

... **M. Mathias BOURISSOUX**, Membre de la CPDP

Merci beaucoup. S'il n'y a pas d'autres demandes de prise de parole et comme il n'y a pas de commentaires sur le tchat, et qu'il est justement 17h05.

... **M^{me} X [02:59:40]**

Excusez-moi. Est-ce que la commission particulière de débat public a demandé à la Défense par exemple de transmettre des informations qui n'étaient bien évidemment pas secrètes sur les problèmes d'acoustique, car il me semble qu'ils sont relativement bien placés ?

... **M. Mathias BOURISSOUX**, Membre de la CPDP

À ma connaissance, non. Je vais laisser la parole à Étienne BALLAN qui peut éventuellement vous préciser un certain nombre d'éléments à ce sujet, mais sur l'acoustique en particulier, je ne crois pas que l'on ait sollicité la Défense. Étienne ?

... **M. Étienne BALLAN**, Président de la CPDP

Non, en effet. Ce type de demande obéit à un certain nombre de règles, notamment le déclenchement d'une expertise complémentaire. Cela n'a pas été demandé. On est effectivement sur des questions d'acoustique. On reste dans le débat avec l'ensemble des données qui ont été transmises au départ par le maître d'ouvrage. Il n'y a pas eu de demande complémentaire.

... **M. Mathias BOURISSOUX**, Membre de la CPDP

Voilà une réponse. Il n'y a toujours pas plus d'animation sur le tchat. Comme il est justement 17h05, je vous propose de faire cette pause de cinq minutes pour ensuite démarrer la quatrième session sur la question du climat. À tout de suite, je vous remercie.

[Interruption de séance de 03:00:49 à 03:04:44]

... **M. Mathias BOURISSOUX**, Membre de la CPDP

La pause était courte, mais les cinq minutes sont déjà passées.

Session 4. Mesurer l'évolution des vents

Si vous le voulez bien, je vous propose de passer au quatrième temps de présentation, puis d'échanges sur un tout autre sujet, celui de l'évolution des vents dans le golfe du Lion. Nous avons vu pendant le débat public un certain nombre de questions posées concernant le changement climatique, les aléas rattachés, notamment ce qu'il pouvait y avoir comme prospectives réalisées pour prédire l'évolution des vents dans le golfe en fonction déjà de ce qui est en train de se passer et de ce qui pourrait se passer à l'avenir sur les décennies à venir. M. JACOLIN, je vous laisse la parole pour huit minutes si cela vous convient. On aura ensuite une deuxième intervention de huit minutes également de METEODYN ce qui devrait permettre d'ici un petit quart d'heure d'avoir un temps d'échange avec tous les participants sur les deux présentations. Cela vous convient-il ?

... **M. Christophe JACOLIN**, Météo France

J'espère que vous m'entendez tous.

... **M. Mathias BOURISSOUX**, Membre de la CPDP

On vous entend parfaitement.

... **M. Christophe JACOLIN**, Météo France

Merci beaucoup de m'avoir invité. Je vais passer rapidement sur la première présentation parce qu'initialement je devais présenter un peu ce que fait Météo France dans le cadre des futurs appels d'offres organisés par la DGEC. Je n'ai pas de slides, mais je peux vous apporter quelques informations sur l'impact du changement climatique sur le vent dans le secteur de la Méditerranée que j'ai pu récolter ces dernières heures auprès de mes services.

Très brièvement, je suis Christophe JACOLIN, je suis responsable de l'activité offshore et marine pour le secteur commercial de Météo France. Météo France est un établissement public à caractère administratif sous la tutelle du ministère de la Transition écologique. C'est le service national français dont la responsabilité principale est la sécurité des personnes et des biens, mais par ses compétences et ses activités d'étude et de recherche, notamment sa recherche sur le climat s'est développée, et elle travaille en commun avec tous les énergéticiens français et étrangers. Météo France est un établissement qui comprend 2 800 ingénieurs et techniciens répartis sur la métropole et l'ensemble du territoire outremer.

Dans le cadre de l'établissement public Météo France, la DGEC a conventionné avec notre établissement pour établir les études préalables aux futurs appels d'offres, notamment l'évaluation des risques météorologiques pour l'implantation des éoliennes en mer. La convention comprend cinq lots d'études

divisés en deux parties. La première partie comprend trois lots concernant des études climatologiques préliminaires de site où on recherche essentiellement le potentiel éolien, le gisement éolien, et des lots comme le 2 et le 3 sur un historique de tempêtes et de phénomènes extrêmes sur les futures zones des appels d'offres. On a également un lot 3 sur une analyse de la turbulence dans ces zones. On sait très bien que la turbulence pour l'exploitation d'éoliennes en mer est très importante.

On a une deuxième série de lots. Ce sont les lots 4 et 5 qui sont vraiment orientés sur les mesures de la donnée sur site. Pour cela, Météo France fait appel à un prestataire de mesures sélectionné dans le cadre d'un marché public. À ce jour, la société retenue qui nous fait des mesures sur les huit sites retenus par la DGEC, notamment trois sites sur la zone Méditerranée, deux sites en Occitanie et un site en PACA, est organisée par la société Akrocean. Chaque site est équipé d'un système de mesures. On parle de bouées, mais c'est plus intelligent qu'une bouée. C'est vraiment un flotteur équipé d'une station météo embarquée, d'un LIDAR permettant d'avoir une mesure de la colonne de l'atmosphère du vent entre 40 et 200 m, et également tout un système météo et océano destiné à notre partenaire qu'est le CHOM [inaudible 03:09:13] qui sera également rédacteur pour des études vers la DGEC. On peut dire qu'une campagne de mesures a une durée globale de douze mois, parfois un peu plus en fonction de la disponibilité des données. On sait qu'en mer certains capteurs peuvent présenter des aléas au niveau de la mesure. Il est donc acté avec notre prestataire qu'en fonction du manque de données on prolonge d'autant la campagne pour combler ces manques. Ces campagnes de mesures sont certifiées entre guillemets à travers des préconisations issues de l'association Carbon Trust qui définit le taux de disponibilité pour réaliser une campagne.

À la suite de cette campagne qui est constituée du lot 4, on a un lot 5 exclusivement traité par Météo France qui est la projection de séries de mesures sur quinze ans. À partir des douze mois de mesures, on va projeter ces douze mois sur une période de quinze ans permettant ainsi aux futurs porteurs de projet d'avoir une série de mesures assez longue. Ceci concerne donc la campagne de mesures et les études faites dans le cadre des appels d'offres organisés par la Direction générale de l'énergie et du climat.

Pour la suite, je suis désolé, je n'ai pas de slides prédéfinies, mais on m'a posé la question de l'impact du changement climatique sur le vent, notamment en Méditerranée. Météo France a un portail qui s'appelle le portail DRIAS auquel vous pouvez accéder. Je diffuserai l'adresse du site qui vous permettra de visualiser tout l'impact du changement climatique régionalisé sur la métropole et l'outremer. C'est le portail www.drias-climat.fr. Sur ce portail, et issu du sixième rapport du GIEC, Météo France a pu identifier certaines variations du temps en fonction des scénarios liés aux changements climatiques. Globalement, sur la France, Météo France n'a pas eu de signal très fort permettant de différencier un impact réel plus ou moins lié au changement climatique. On a plus de l'incertitude qu'un signal.

En revanche, en lisant beaucoup plus précisément le sixième rapport du GIEC, et de manière plus globale sans s'orienter uniquement sur les côtes françaises, mais sur tout le bassin méditerranéen, il a tout de même été identifié un signal orientant le vent avec le scénario le plus pessimiste vers une baisse de son intensité. C'est un signal. Il faut voir comment cela s'interprète vraiment, mais globalement on a une baisse du vent moyen sur l'ensemble du bassin méditerranéen. Il faudra bien prendre en compte que lorsqu'on parle d'un vent moyen sur l'ensemble d'un bassin, cela pourrait

dire aussi que l'on a une forte baisse à l'ouest du bassin et une hausse potentielle à l'est. Donc, il faut vraiment voir cela globalement. On est sur une région de l'ensemble du bassin méditerranéen. Pour autant, le signal n'est pas aussi fort que cela. Donc, on a plutôt un signal vers la baisse.

Ce qui ressort un peu plus, et l'actualité de ces prochains jours nous le montrent, ce sont les phénomènes extrêmes. Au niveau des phénomènes extrêmes, comme on peut appeler cela en Méditerranée les médicanes, c'est le nouveau terme que l'on peut afficher. Ce sont des tempêtes méditerranéennes assez importantes. On a pu le voir récemment sur la Sicile ces derniers jours. Il est prévu également ce même type de phénomène demain sur la zone de Malte où on a un phénomène qui s'oriente presque en tempête tropicale. Ce sont ces types de phénomènes que l'on risque de voir non pas de manière plus fréquente, mais de manière plus intense. Le changement climatique s'oriente plus vers une augmentation de l'intensité des phénomènes extrêmes plus qu'à une augmentation de leur fréquence. Je vais m'arrêter un peu sur les simples informations que j'ai pu vous fournir dans un délai assez rapide. Toutes ces informations sont issues du sixième rapport du GIEC, et un peu synthétisées sur notre site DRIAS. Globalement, on a une moyenne liée aux changements climatiques d'une orientation vers une baisse moyenne du vent moyen sur l'ensemble du bassin méditerranéen. En revanche, on peut avoir une accentuation en matière d'intensité des phénomènes extrêmes.

... **M. Mathias BOURISSOUX**, Membre de la CPDP

Merci, M. JACOLIN. C'était très clair. Je vois également que Frédéric AUTRIC pour l'État vous a indiqué dans le chat de discussion le lien pour accéder au rapport de la DRIAS que vous avez évoqué. Nous avons donc un certain nombre d'informations en notre possession. Je vous remercie. Je vais donc tout de suite pour sept ou huit minutes également céder la parole à METEODYN dont la présentation s'affiche à l'écran. Je voudrais rappeler simplement que METEODYN est une entreprise qui a été créée en 2003, quasiment une vingtaine d'années. Elle est spécialisée dans la climatologie et dans l'ingénierie du vent. Elle opère beaucoup à l'international. Vous êtes la filiale de CLS-CNES, c'est-à-dire le fournisseur de solutions satellitaires. M. CANIOT, je crois que c'est vous qui allez faire la présentation. Je vous cède donc la parole pour huit minutes. Nous aurons ensuite un temps d'échange qui permettra de clôturer cette dernière session d'un quart d'heure puisque nous arrêterons à l'heure fixée de 17h45. M. CANIOT, je vous cède la parole. Merci.

... **M. Guillaume CANIOT**, Ingénieur d'études, METEODYN

Bonjour. Merci de votre invitation. Je suis Guillaume CANIOT, ingénieur d'études chez METEODYN. Je suis accompagné de Minh-Tang. Nous sommes deux, nous sommes en force aujourd'hui. Comme vous le présentez, METEODYN existe depuis presque vingt ans. Nous sommes sur Nantes. Nous avons des filiales aux États-Unis, en Chine et en Inde. Nous développons des logiciels capables de résoudre des équations du vent, et maintenant la radiation solaire. À ce titre, nous fournissons des expertises à travers nos logiciels et des services que nous développons pour la prévision météo. Nous avons à peu près une cinquantaine d'employés dans le monde entier. Nous avons trois secteurs d'activité : 1/ Énergies renouvelables, énergies éoliennes, solaires ; 2/ Le climat en milieu urbain ; 3/ La sécurité au vent, les risques générés par le vent.

Je vous propose trois temps, une étude que l'on fait pour chaque édition des JO. C'est la troisième édition. Cette année, on prépare l'édition des JO de Paris pour la FFV qui se tiendront à Marseille. La FFV nous demande à chaque édition des cartes de vent qui vont aider les coureurs à mieux s'orienter. Pour représenter un petit peu la méthodologie pour vous montrer comment on réalise des cartes de vent, grâce à nos logiciels nous sommes capables à l'aide de deux entrants, la carte du relief et la carte de l'occupation du terrain. Si vous êtes dans une ville, si vous êtes proche de la mer, tout cela va contribuer à accélérer le vent ou le freiner, ou bien générer de la turbulence. Grâce à ces deux entrants, nous sommes capables de fournir la carte des vents.

Nous avons un exemple à droite de la carte des vents à 200 m de hauteur. Ce ne sera pas la carte des vents qui va être fournie à la FFV puisque c'est encore assez confidentiel. Ce sera plus tôt ici la carte des vents que je fournis pour une hauteur typique d'une éolienne flottante pour le mistral. On voit des couleurs. Les zones rouges en haut à gauche correspondent à de fortes accélérations proches du relief. Les zones bleues en bas à droite correspondent à des zones de décélération qui sont juste en aval des montagnes. C'est le genre de carte que nous pouvons fournir. La prochaine slide est pour Minh-Tang.

... M. Minh-Tang DO, Responsable Pôle énergies renouvelables, METEODYN

Concernant le sujet des éoliennes offshore, je vais essayer de vous présenter un exemple sur les technologies pour estimer la ressource offshore. C'est un exercice que l'on vient de faire récemment. Pourquoi est-ce un exercice ? Les parcs sont installés depuis 2015. On suppose que l'on est en 2015 et on estime leur production pour les vingt prochaines années. Ensuite, la valeur mesurée entre 2015 et 2021 sera utilisée pour valider cette estimation. C'est une ferme offshore en mer d'Irlande. Il y a quarante turbines de Vestas de 8,25 MW et quarante-sept turbines de Siemens Gamesa de 7 MW. À titre de données, on a une année de mesures avec un LIDAR, un équipement de mesures laser, un LIDAR flottant. Il flotte sur la mer et il mesure verticalement la vitesse du vent sur plusieurs hauteurs qui peuvent aller jusqu'à 200-300 m.

De plus, on a vingt années de données NEWA, un modèle météo développé par les Européens. Pour la technique, on va utiliser les données mesurées, mais elles sont extrapolées sur vingt ans grâce aux données du modèle météo. Ainsi, on obtient un historique de la mesure sur vingt ans. Puis, grâce à d'autres outils de modélisation CFD, on va modéliser le vent dans la zone concernée avec plusieurs secteurs de vents différents pour couvrir à 360°.

En combinant ces deux informations, on peut arriver à une estimation de la ressource éolienne pour les turbines concernées. On fait la somme et on obtient le rendement net de la ferme pendant vingt ans. Ici, c'est en moyenne par an. Selon le résultat, nous donnons une estimation de 2 797 GWh/an sur l'ensemble de la ferme. La valeur mesurée est projetée sur vingt ans, ce qui nous donne un résultat de 2 822 GWh/an. Cela veut dire que l'on sous-estime un peu. La différence est de -0,89 %. On arrive donc à assez bien estimer la ressource éolienne offshore avec une différence de moins de 1 %. En réalité, on produit un peu plus que l'estimation.

Au niveau de la production éolienne à long terme, en ce moment, on a suffisamment de technologies nécessaires et les approches scientifiques pour faire de bonnes estimations. On est quasiment sûr

de ce que cela peut rapporter en matière d'énergie pour cette installation au cours de sa durée de vie de vingt ans.

... **M. Guillaume CANIOT**, Ingénieur d'études, METEODYN

Merci, Minh-Tang. Je voudrais parler rapidement de la dernière slide parce qu'il reste à peine une minute. Cela concerne l'impact du changement climatique sur la ressource en vent. En général, on part de l'existant. Pour illustrer, vous avez un atlas de la région PACA avec une perspective à 100 m de hauteur, donc le vent moyen à 100 m de hauteur. À partir des données existantes, on va établir selon plusieurs scénarios climatiques des projections et on va voir l'évolution de ces projections. Minh-Tang, souhaitez-tu en dire un petit peu plus ?

... **M. Minh-Tang DO**, Responsable Pôle énergies renouvelables, METEODYN

En fait, notre technologie actuelle nous permet de faire de bonnes estimations sur une durée de vingt ans, mais si on regarde un peu plus loin, il faut prendre une autre approche en disant, les scénarios RCP peuvent nous amener à une vision qui peut aller jusqu'à cent ans. Ici, vous pouvez constater que sur vingt ans, tous les scénarios arrivent à peu près à la même chose, mais à partir de quarante ou cinquante ans, on commence à avoir des différences entre les scénarios, et c'est cette nouvelle approche qui va nous permettre de voir les choses un peu plus clairement.

... **M. Guillaume CANIOT**, Ingénieur d'études, METEODYN

Une dernière précision, pour revenir à la question qui a été posée lors de ce débat, y aura-t-il du changement dans le bassin du golfe du Lion ? On rejoint les conclusions de Météo France. À partir des projections 2050, nous avons vu très peu de changements sur la vitesse moyenne, mais nous n'avons pas de conclusion sur un changement de direction ni sur les valeurs extrêmes. Pour l'instant, les conclusions sont assez limitées sur l'évolution.

... **M. Minh-Tang DO**, Responsable Pôle énergies renouvelables, METEODYN

Ceci veut dire que du côté de la production d'énergie c'est quasiment maîtrisé, mais du côté de la sécurité des installations c'est un peu flou.

... **M. Mathias BOURISSOUX**, Membre de la CPDP

Je vous remercie, Messieurs, pour votre intervention et pour les conclusions que vous venez de nous livrer. Il n'y a pas pour l'instant de demande de prise de parole, de commentaires ou de questions posées au travers du tchat si ce n'est que Bruno LADSOUX rappelait qu'au regard des données chiffrées que vous avez énoncées, cela fait 36 % de facteur de charge moyen. Il revient ensuite sur ce résultat

pour dire que cela faisait aux alentours de 32 %. Je vais laisser la parole tout de suite à M^{me} Dominique PIALOT.

... **M^{me} Dominique PIALOT, Journaliste**

Merci. J'avais juste une petite question sur l'incidence du changement climatique en tant que tel sur la fiabilité de l'exploitation de données passées pour prédire l'avenir. J'ai bien compris que vous utilisez maintenant le rapport du GIEC, mais du fait d'un certain emballement du changement climatique, est-on dans une situation où on ne peut plus autant que par le passé exploiter avec autant de confiance ce qui s'est passé jusqu'à présent pour prédire ce qui va se passer demain ? Je ne sais pas si ma question est très claire. Cela ne modifie-t-il pas les modalités de projection ?

... **M. Christophe JACOLIN, Météo France**

En fait, Météo France travaille de plus en plus de manière différente. Actuellement, une climatologie permet de créer ce qu'on appelle une normale climatologique. On prend trente ans de données et on voit à peu près la réponse du climat sur ces trente dernières années. On le fait sur les températures. On le fait sur beaucoup de paramètres. Avec le changement climatique, on sait très bien que les trente dernières années passées ne vont pas correspondre au futur climat, notamment en ce qui concerne les températures, on le voit très bien. C'est pour cela que dans le cadre des températures, on fournit maintenant ce qu'on appelle des normales redressées qui prennent en compte l'évolution du climat progressivement, et non plus à travers une normale climatologique que l'on a établie à partir d'une moyenne sur trente ans.

Donc, effectivement, de plus en plus on intègre le futur dans ce qu'on a pu avoir dans le passé. Maintenant, on essaye de le faire avec le vent. C'est une variable beaucoup plus difficile à prévoir. Il est vrai que la projection climatique est difficilement transposable avec ce que l'on a pu connaître dans le passé. Notre référence est le passé. Notre référence par rapport à ce qu'on appelle des prévisions mensuelles et des prévisions saisonnières, on parle d'anomalies par rapport à une climatologie passée. Maintenant, la projection au niveau du changement climatique, c'est une projection sur du long terme, sur cinquante ans, sur une centaine d'années. Certains industriels aimeraient même se projeter encore beaucoup plus loin. Donc, on suit le scénario du GIEC, les modèles climatiques pour le GIEC sont des modèles couplés océans/atmosphère, ce qui n'est pas le cas sur la climatologie passée. On est sur des schémas différents. Maintenant, la référence du passé va être de moins en moins la normale.

... **M. Mathias BOURISSOUX, Membre de la CPDP**

Merci. J'ai une question plutôt pour METEODYN qui pour moi s'inscrit dans la continuité directe de ce qui vient d'être dit concernant les hypothèses de prédictibilité. Vous avez présenté assez rapidement des scénarios que vous avez intitulés RCP, j'imagine que c'est un acronyme que vous pourrez préciser. Ils montraient qu'en 2020 on avait des courbes qui se suivaient de façon à peu près similaire. Après 2020, et entre 2020 et 2050 en particulier, ils présentaient des projections très différentes les unes des autres, plutôt exponentielles suivant les critères retenus et les indicateurs qui sont travaillés dans le cadre de vos prédictions. Pouvez-vous nous dire comment vous travaillez ces indicateurs ? Quelles

sont les raisons de ces scénarios aussi différents les uns des autres ? Si en régie, on peut nous remettre la slide ou METEODYN si vous avez directement la main.

... **M. Minh-Tang DO**, Responsable Pôle énergies renouvelables, METEODYN

Les RCP (Representative concentration pathways) sont les scénarios de climat donnés par IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). Ce sont des scénarios prédéfinis qui sont plutôt basés sur les mécanismes que les gouvernements acceptent pour régler le problème du changement climatique. Donc, selon les politiques gouvernementales, on peut avoir des scénarios différents.

... **M. Mathias BOURISSOUX**, Membre de la CPDP

Donc, principalement, les différences entre RCP2 et RCP8 proviennent de deux scénarios qui ne prennent pas en compte les mêmes engagements des États, notamment dans la réduction de nos productions de CO2.

... **M. Minh-Tang DO**, Responsable Pôle énergies renouvelables, METEODYN

C'est cela. La conséquence est que l'on va avoir une augmentation de température différente.

... **M. Mathias BOURISSOUX**, Membre de la CPDP

D'accord.

... **M. Minh-Tang DO**, Responsable Pôle énergies renouvelables, METEODYN

Donc, les RCP portent plutôt sur les températures. La projection sur les vents, c'est notre travail.

... **M. Mathias BOURISSOUX**, Membre de la CPDP

On ne peut pas directement tirer des conclusions à partir de ces courbes sur les questions qui sont les nôtres du point de vue des puissances de vent par exemple.

... **M. Minh-Tang DO**, Responsable Pôle énergies renouvelables, METEODYN

Oui.

... **M. Mathias BOURISSOUX**, Membre de la CPDP

D'accord. Merci.

... **M. Minh-Tang DO**, Responsable Pôle énergies renouvelables, METEODYN

Selon une étude qu'on a faite sur des capitales européennes sur la moyenne des vents dans les scénarios différents, le changement de la vitesse moyenne du vent n'est pas corrélé. Cela veut dire qu'il y a peu de corrélation, il y a peu d'impact du changement de température sur le changement de la vitesse moyenne du vent. Je parle bien de la vitesse moyenne du vent. Après, sur la direction ou sur la vitesse extrême du vent, c'est un autre problème que l'on n'a pas encore traité.

... **M. Guillaume CANIOT**, Ingénieur d'études, METEODYN

J'en ai parlé, Minh-Tang.

... **M. Mathias BOURISSOUX**, Membre de la CPDP

Merci beaucoup. J'en reviens au fil de discussion. Il y avait un commentaire de Séverine MICHALAK accompagné d'une question : « Que penser de l'étude du chercheur Paul WILLIAMS de l'Université de Reading qui a été mis en lien, au moins un résumé, sur l'impact négatif du changement climatique sur la vitesse du vent ? » Cela fait un peu écho à ce que vous venez de dire. Il y a des corrélations difficiles à établir.

... **M. Guillaume CANIOT**, Ingénieur d'études, METEODYN

C'est plus une forme de conclusion que de publication. C'est assez compliqué parce qu'il y a aussi l'occupation du terrain qui a évolué. Selon les tempêtes, il y a plus ou moins de forêts, et le vent est ralenti en fonction à l'échelle régionale. Les conclusions dépendent des publications. Aujourd'hui, il n'y a pas de consensus sur l'évolution du vent. C'est encore un peu mystérieux.

... **M. Mathias BOURISSOUX**, Membre de la CPDP

D'accord.

... **M. Minh-Tang DO**, Responsable Pôle énergies renouvelables, METEODYN

On a constaté que le changement climatique est devenu un sujet important au cours des années 1980 et 1990, le vent change toujours d'une année sur l'autre. Pour capter la tendance, il faut observer sur une longue durée pour parvenir à une conclusion. C'est très aléatoire.

... **M. Mathias BOURISSOUX**, Membre de la CPDP

Une question aussi de Daniel GUIRAL sur le tchat : « Quelle est la vitesse maximale de vent compatible avec la production électrique et l'intensification des événements extrêmes liés au changement climatique aurait-elle une incidence ? » C'est peut-être une question pour Météo France. On m'informe que M. JACOLIN n'est plus là. Pourriez-vous répondre à cette question ?

... **M. Minh-Tang DO**, Responsable Pôle énergies renouvelables, METEODYN

Je vais essayer. La première partie est fonction de la machine. Cela dépend des modèles. Normalement, pour les modèles de turbines terrestres, la plage de production est entre 4 m/s jusqu'à 22-25 m/s selon les modèles. Cela veut dire que la production est bonne. Cela commence à produire à partir de 4 m/s et on arrive à la puissance maximale vers 13-15 m/s. Il maintient cette puissance maximale entre 13-15 et jusqu'à 22-25. À partir de 22-25 m/s, la turbine commence à freiner pour éviter les dégradations dues aux vents trop puissants.

Pour les modèles offshore, les modèles sur la mer, les turbines sont plus grosses, plus robustes. Les pales sont aussi plus lourdes. Il y a donc une différence. La vitesse reste entre 4-5, mais cela dépend vraiment du modèle. Certains modèles commencent à 3-3,5. D'autres commencent à 4 ou à 5. On ne peut pas donner exactement une valeur, mais c'est dans cette zone entre 3 et 5. En revanche, les modèles offshore sont plus robustes. Donc, au niveau de la vitesse maximale, ils peuvent aller plus vite. Je constate souvent des valeurs autour de 30 m/s. Ils peuvent donc résister et continuer à produire de l'électricité jusqu'à 30 m/s. À partir de 30 m/s, ils se mettent en drapeau pour que les pales se mettent en parallèle avec le vent pour ne plus tourner. Il n'y a plus de frein pour sécuriser l'installation à 100 m/s.

... **M. Mathias BOURISSOUX**, Membre de la CPDP

Il y a des questions sur ces enjeux de données chiffrées, dont celle que vous êtes en train d'évoquer. Elle a été posée sur le chat par M. LADSOUS.

... **M. Minh-Tang DO**, Responsable Pôle énergies renouvelables, METEODYN

C'est 30 m/s et non 100 m/s.

... **M. Mathias BOURISSOUX**, Membre de la CPDP

Cela répond-il à votre question, M. LADSOUS ? Parlez-vous bien des mêmes choses ?

... **M. Bruno LADSOUS**

Oui. 30 m/s, cela fait effectivement 100 km/h.

... **M. Minh-Tang DO**, Responsable Pôle énergies renouvelables, METEODYN

Dans notre domaine, on travaille plus avec les mètres par seconde que par les kilomètres par heure.

... **M. Bruno LADSOUS**

Je sais bien. Vous avez raison, cela dépend des modèles, mais tout de même quand vous êtes sur 4,5 m/s, cela produit très peu.

... **M. Minh-Tang DO**, Responsable Pôle énergies renouvelables, METEODYN

C'est vrai. En fait, au décollage, c'est un peu exponentiel comme cela.

... **M. Mathias BOURISSOUX**, Membre de la CPDP

Mathieu LAURENT précise aussi sur le tchat pour la DGEC que certains modèles de turbine peuvent aussi produire jusqu'à 35 m/s.

... **M. Minh-Tang DO**, Responsable Pôle énergies renouvelables, METEODYN

En fait, c'est avec l'augmentation de la taille des turbines. Maintenant, on a des turbines comme le ELIAS X. Il y a d'autres modèles. Cela dépend de la puissance nominale. Les modèles que je présente dans mon projet à 7-8 MW, c'est plutôt 30 m/s. En revanche, d'autres modèles plus gros d'une dizaine de MW ou une quinzaine, cela peut aller plus loin. C'est vraiment un problème de mécanique et d'estimation de coût. Il n'y a pas de contrainte technique.

... **M. Mathias BOURISSOUX**, Membre de la CPDP

M^{me} PIALOT, vous avez la main levée. Voulez-vous intervenir ou la main n'a pas été abaissée ?

... **M^{me} Dominique PIALOT**, Journaliste

J'ai oublié de l'enlever. Veuillez m'excuser.

... **M. Mathias BOURISSOUX**, Membre de la CPDP

Aucun souci. Une remarque de Frédéric AUTRIC pour l'État sur le tchat : « Un ensemble d'éoliennes n'a pas tout à fait le même comportement qu'une éolienne seule. On peut observer des effets de lissage et de sillage qui induisent des variations de puissance beaucoup moins brutales que sur une

éolienne seule et donc beaucoup plus intégrable dans le réseau d'électricité. » Cette remarque était partagée par Bruno LADSOUS qui disait « en effet. »

... **M. Minh-Tang DO**, Responsable Pôle énergies renouvelables, METEODYN

Je suis totalement d'accord avec cela. Plus on a d'éoliennes, plus l'effet aléatoire sera réduit. Ici, on parle de la fluctuation. C'est plutôt la fluctuation de la puissance de l'éolienne qui donne l'instabilité pour les gestionnaires du réseau électrique. Si on considère une turbine seule, la fluctuation est très élevée, mais au niveau de la ferme cela se compense surtout sur les projets offshore qui sont étalés sur une zone très large de plusieurs dizaines de km². Le vent n'est pas le même à tous les endroits. Souvent, cela se compense et on arrive à quelque chose de beaucoup plus lisse dans la courbe de puissance active produite. Si on regarde pour les éoliennes terrestres en Provence dans une zone géographique qui se compose de plusieurs fermes, c'est encore plus facile à gérer.

Il est vrai aussi que l'effet de sillage tend à réduire la production. Vous pouvez mettre la diapositive sur l'exercice, on voit bien la différence en haut. C'est cette figure en haut. Plus c'est chaud, plus la production est élevée. En général, on regarde à l'extérieur, on a une meilleure production. À l'intérieur, comme il y a l'effet de sillage par les éoliennes autour, la production est plus faible.

... **M. Mathias BOURISSOUX**, Membre de la CPDP

On a une dernière question. Quelle était la vitesse du vent offshore lors des événements extrêmes en Méditerranée ? C'est vrai qu'on n'a pas beaucoup d'éléments de comparaison. Quand cela souffle très fort, quelle vitesse peut-on atteindre ?

... **M. Minh-Tang DO**, Responsable Pôle énergies renouvelables, METEODYN

Sur le projet des JO, Guillaume, as-tu quelque chose ?

... **M. Guillaume CANIOT**, Ingénieur d'études, METEODYN

Non. On n'a pas eu d'enregistrement de vents extrêmes. De plus, c'est proche des côtes.

... **M. Mathias BOURISSOUX**, Membre de la CPDP

Peut-être, M. AUTRIC, par exemple. Vous avez peut-être connaissance de ces données pour ce qui est du projet de parcs éoliens commerciaux. Connaissez-vous les modélisations qui sont faites ?

... **M. Frédéric AUTRIC**, Directeur de projet éolien flottant à la DREAL Occitanie

Je n'ai pas la réponse précise pour vous dire quelles sont les valeurs extrêmes. Cela n'a pas été défini.

... **M. Minh-Tang DO**, Responsable Pôle énergies renouvelables, METEODYN

J'ai peut-être une information. Lors de la tempête Aurore, il y a quelques semaines du côté de l'Atlantique, ce n'est pas le même endroit, la vitesse mesurée était de l'ordre de 150-175 km/h. Entre 45 et 50 m/s.

... **M. Frédéric AUTRIC**, Directeur de projet éolien flottant à la DREAL Occitanie

À dix mètres de hauteur.

... **M. Minh-Tang DO**, Responsable Pôle énergies renouvelables, METEODYN

Oui, ce sont les stations météo. Pour les éoliennes, ce sera plus élevé. Donc, cela dépasse bien notre seuil de fonctionnement des éoliennes. Dans ce cas, les éoliennes offshore, s'il y en a, doivent être mises en drapeau. On espère qu'il n'y aura pas d'incident.

... **M. Mathias BOURISSOUX**, Membre de la CPDP

D'accord, merci. Mathieu LAURENT, toujours pour la DGEC, précise qu'en cas de poursuite du projet, Météo France va réaliser une étude à ce sujet. Thomas JOUANNET précise que les éoliennes sont conçues pour des vitesses de vent jusqu'à 50 m/s. Merci beaucoup, Messieurs pour vos présentations et les échanges qui ont suivi. Il est plus de 17h45, on les a même un peu dépassés. Je vous propose qu'on s'arrête là. Il n'y avait plus de question dans le fil. Je cède la parole à Étienne BALLAN pour une petite synthèse ou pour un mot de conclusion. Merci.

... **M. Étienne BALLAN**, Président de la CPDP

Merci beaucoup, Mathias. En quelques mots, je ne veux pas faire une synthèse de cette réunion, car beaucoup de choses ont été dites. Donc, ce serait difficile. D'un point de vue plus global, je voudrais vraiment remercier les intervenants parce qu'ils ont tous joué le jeu en entrant dans le détail des choses. On a effectivement peut-être des champs sur lesquels les éléments apportés sont encore un peu frustrants, mais c'est possible. Avec la question qui nous est posée, on ne peut pas aller au bout de toutes les connaissances et tout savoir dans le temps du débat public, c'est tout à fait logique. À ce niveau, il n'y a pas de problème. Sur la question des plaines abyssales et de la biodiversité, on aurait pu souhaiter aller un petit peu plus loin, mais c'est normal.

C'est aussi le jeu de donner la parole et on est très heureux de l'avoir fait aux scientifiques et aux experts afin qu'ils puissent effectivement nous dire où nous en sommes aujourd'hui, ce qui se passe très concrètement sur les différents champs dont on a parlé. De ce point de vue, on a tout de même eu beaucoup de réponses aujourd'hui sur plusieurs sujets, sur l'avifaune des éléments très précis. Sur les questions de vent, à l'instant, des choses également très précises. Sur l'acoustique, sur le raccordement aussi, je voudrais vraiment remercier tous les intervenants qui ont pu aussi partager des choses, y compris les intervenants publics et aussi les intervenants privés qui n'ont pas hésité à nous faire part aujourd'hui de l'état de leurs recherches et de l'état aussi de leurs perspectives en matière d'évolution. Je pense notamment à TECHNIP sur les questions d'éloignement des côtes. On a vraiment aujourd'hui à notre avis rempli ce contrat et permis de faire progresser la discussion pour essayer d'aller un peu plus loin.

Ce qui est frustrant, c'est qu'on aimerait le faire sur tous les sujets que le débat public a pu porter depuis le début. Ce n'est pas réalisable dans le temps qui nous est imparti, mais on espère que vous ressortez de cette réunion avec le sentiment au moins d'avoir éclairé, d'avoir donné des coups de projecteur sur des sujets qui étaient vraiment stratégiques et importants par rapport au projet.

Je ne vais pas entrer dans le détail, mais je voudrais encore vous remercier pour le travail mené afin de réaliser cette audition. C'est un dispositif comme vous l'avez vu forcément un peu délicat à mener parce qu'on a beaucoup d'intervenants à enchaîner. On espère que les petites pauses vous ont permis de vider un peu le cerveau pour le rendre à nouveau disponible pour la suite.

Je voudrais vraiment remercier les intervenants, remercier aussi beaucoup l'équipe des Énergies de la mer, Brigitte BORNEMANN, également, M^{me} PIALOT, pour le travail effectué en amont de cette réunion, pour la mobilisation qui a été faite auprès d'un certain nombre d'intervenants qui a beaucoup contribué à mener cette réunion, et puis le travail qu'ils vont poursuivre autour des différentes interventions réalisées aujourd'hui. Enfin, je voudrais remercier les participants. Vous êtes tout de même encore une trentaine, à cette heure, encore connectés. Parmi vous, on reconnaît ceux qui ont déjà été beaucoup connectés sur les différents ateliers du débat, merci à vous. On espère vous voir demain soir au Corum de Montpellier à 18h en vrai.

Un dernier mot pour le secrétariat général et la commission, et en particulier le secrétariat général qui pour réaliser cette audition a donné beaucoup de temps et d'énergie et pas forcément dans des situations évidentes parce qu'il y a également beaucoup de choses à faire dans cette dernière semaine du débat. Merci vraiment à vous tous, tout spécialement à Sébastien et à toute l'équipe, Antoine ou Marion, et évidemment Élise. Merci à tous. On vous souhaite de passer une bonne soirée. Ce sera notre dernier rendez-vous à distance. On se retrouve demain soir pour le forum de synthèse à Montpellier. On espère vous retrouver dans tous les cas tout début janvier pour la publication, le 31 décembre au plus tard, on proposera une réunion de débat début janvier pour la publication du compte-rendu des débats qui se nourrira grandement de ce qui a été fait aujourd'hui.

Un grand merci et une bonne soirée à vous tous.