



COMPTE RENDU INTÉGRAL

Lundi 13 septembre 2021 - **EN LIGNE**

ATELIER « ÉNERGIE » 2/3 - 17H30-20H - 90 PARTICIPANTS

Éolien flottant, une énergie vraiment propre ?

Commission particulière du débat public (CPDP)

M. Étienne BALLAN
Président

M^{me} Dominique DE LAUZIERES
Membre

M. Arthur LAUNEAU
Membre

Intervenants

M. Vincent RIOUS
RTE

M^{me} Paula PEREZ-LOPEZ
Enseignante-chercheuse au
Centre « Observation, Impacts,
Énergie » à l'École des Mines
ParisTech

M. Vincent GUENARD
Agence de l'Environnement
et de la Maîtrise de l'Énergie
(ADEME)

M. Matthieu LAURENT
Direction générale de l'Énergie
et du Climat (DGEC)

M. Nicolas CLAUSSET
Ministère de la Transition
écologique

M. Charles Adrien LOUIS
Cabinet BL évolution

M. Laurent CASTAGNEDE
Ingénieur en électricité

... **M^{me} Dominique DE LAUZIERES**, Membre de la CPDP

Bonjour à tous. Excusez-moi, je n'avais pas vu qu'on m'avait donné le feu vert. Bonjour à tous et merci beaucoup d'être là pour ce deuxième atelier du cycle sur les politiques énergétiques. Nous allons commencer par faire connaissance et je vais demander à la régie d'envoyer le premier sondage. On voudrait un petit peu faire connaissance avec vous et savoir en tant que quoi vous participez à cet atelier, juste pour avoir évidemment une idée de comment se répartissent les participants si vous voulez bien répondre à ce sondage.

[Les participants répondent au sondage]

Peut-on afficher les résultats ? Merci beaucoup. Nous avons donc, un petit peu comme la dernière fois, pas mal de professionnels du secteur de l'énergie, beaucoup de citoyens et quelques associatifs. Maintenant, ce qu'on aimerait, c'est savoir un petit peu de quelle partie de la côte Méditerranéenne vous venez. Si on peut lancer également le deuxième sondage pour une minute, de quel département vous venez.

[Les participants répondent au sondage]

On a donc une majorité de personnes qui viennent de l'Hérault, mais aussi des Bouches-du-Rhône et des Pyrénées-Orientales, un tout petit peu du Var, du Gard et de l'Aude. Merci beaucoup d'avoir accepté de vous présenter comme ceci.

Maintenant, avant que je vous explique un peu comment se passe ce cycle d'ateliers et que je vous explique le déroulé de cet atelier, nous allons vous présenter le motion design du projet afin que vous en preniez connaissance, si jamais vous ne le connaissez pas encore.

[Présentation du motion design]

De la même façon que le projet vous a été rappelé de manière très rapide et synthétique avec ce film, nous allons maintenant vous rappeler simplement très rapidement les principes fondamentaux du débat dont ce projet fait l'objet.

[Diffusion d'une vidéo]

Les modalités que vous avez vues rapidement présentées dans ce film ont été bâties à partir d'une étude de contexte que nous avons faite auprès des acteurs du territoire, des citoyens, etc. C'est donc à partir des arguments que nous avons entendus, des idées et des craintes que nous avons entendues, que nous avons organisé les modalités qui vous ont été présentées. Maintenant, nous allons écouter quelques-uns de ces témoignages et de ces arguments qui ont été entendus. La régie, pouvez-vous projeter les témoignages s'il vous plaît ?

[Diffusion d'une vidéo]

Merci beaucoup. Nous allons maintenant écouter ce témoignage.

[Diffusion d'une vidéo]

À partir de ces témoignages, nous avons imaginé un cycle d'ateliers pour resituer le projet dans une vision globale du cadre énergétique. On a donc prévu trois ateliers. Le premier s'est déroulé lundi dernier. Il avait pour objet de questionner quelles énergies pour quels modes de vie en 2050, c'est-à-dire quelles sont les projections de demande d'électricité et quelles sont les différentes façons de produire de l'électricité. Vous avez d'ailleurs tout le contenu de cet atelier sur le site du débat. Aujourd'hui, nous sommes ici pour parler de la propreté de l'éolien flottant. Autrement dit, répondre à la question : s'agit-il vraiment d'une énergie propre ? Ça va se dérouler en deux temps, comme je vais vous l'expliquer juste après. Un troisième atelier se déroulera le 4 octobre et va plutôt essayer de faire le tour des solutions alternatives, mais aussi complémentaires au projet. À ce propos d'ailleurs, nous faisons un appel à candidatures pour présenter des projets alternatifs ou complémentaires à ce projet pour cet atelier du 4 octobre. Si quelques-uns d'entre vous peuvent, vous avez l'adresse qui est indiquée sur le slide pour envoyer vos contributions et évidemment nous sommes ouverts pour discuter avec vous de la façon dont va se dérouler cet atelier.

Aujourd'hui, nous allons plutôt nous interroger sur le bilan de l'éolien flottant dans le système électrique. Ça va se dérouler en deux temps. Le premier, c'est : quel est le bilan global ? Autrement dit, on va analyser plutôt le cycle de vie de l'éolien flottant et dans un deuxième temps, on va s'interroger sur la façon dont l'éolien flottant décarbonerait le mix énergétique. Je laisse maintenant Étienne BALLAN vous présenter la première session, à moins que ce ne soit Arthur, je ne sais pas.

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

C'est Arthur.

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

Merci beaucoup, Dominique. Effectivement, vous l'avez vu dans ces partages de contributions du public que nous avons déjà recueillies à ce stade, le débat est ouvert et le débat est encore ouvert ce soir. On met tout sur la table et on va commencer cet atelier par un premier examen de toutes les conséquences possibles de la mise en œuvre potentielle d'un projet éolien flottant dans le système électrique. Quel serait le bilan global, on fait les comptes ce soir et le premier intervenant que nous avons invité c'est M. Vincent RIOUS. Bonsoir, M. RIOUS, vous êtes économiste à RTE et vous allez nous présenter ce soir les différents impacts potentiels de l'éolien flottant sur le système électrique en essayant d'identifier l'impact sur l'équilibre du système électrique, qu'en est-il de l'intermittence, de la pilotabilité ou des capacités de charges. Je vous laisse du coup définir toutes ces notions et nous présenter pendant sept minutes l'impact de l'éolien sur le système électrique. C'est à vous.

... M. Vincent RIOUS, RTE

Merci beaucoup, Arthur. Peut-être pour rappeler brièvement le cadrage, RTE a comme mission d'éclairer des évolutions du système électrique. Nous faisons cela dans le cadre d'un exercice qu'on

appelle le bilan prévisionnel qui se fait dans le cadre d'une large consultation publique auprès des parties prenantes sur les hypothèses et les méthodologies. On fait donc un travail d'analyse non seulement du point de vue du fonctionnement technique du système, mais aussi de l'évaluation économique de différents scénarios, également de l'évaluation environnementale et de l'évaluation sociétale. Pour ce soir, je vais principalement me concentrer sur la dimension technique et également, pour une petite partie, sur la dimension sociétale, on va dire les principaux ordres de grandeur qu'on évalue dans nos deux grands types de scénarios. Les deux grandes familles qu'on regarde sont celles avec une option nouveau nucléaire qui serait fermée. On ferait donc évoluer le système électrique, on le décarbonerait et il participerait à la décarbonation de l'économie sans nouveau nucléaire et une autre option qui resterait ouverte.

Nos analyses, finalement, ce sont les analyses de l'effet de l'intégration des énergies renouvelables et en particulier de l'éolien. C'est un travail qu'on fait depuis de longues années et ce qu'on voit c'est qu'à l'horizon 2035, horizon auquel on aurait les parcs dont on parle aujourd'hui, on voit que le système électrique serait certes très différent de ce qu'il est aujourd'hui, mais il n'aurait pas besoin de capacités flexibles supplémentaires par rapport à celles qui sont déjà prévues, notamment dans la Programmation pluriannuelle de l'énergie. Donc, le système fonctionnerait sans nouvelles capacités. Par contre, quand on tire le système électrique à plus longue échéance, avec le renouvellement du parc nucléaire, qu'il se fasse sans nouveau nucléaire ou avec nouveau nucléaire, donc avec une part des énergies renouvelables qui soit substantielle ou très substantielle, on voit qu'on a besoin de nouvelles capacités qui seraient nécessaires. Encore une fois, c'est un moment où le mix aura considérablement évolué et ça ne sera pas spécifiquement sur les éoliennes dont on parle aujourd'hui que ce besoin apparaîtra. Encore une fois, à l'échéance de l'apparition des éoliennes dont on parle aujourd'hui, on ne voit pas de besoin de nouvelle flexibilité. Finalement, quoi qu'il arrive, ce besoin de flexibilité apparaîtra néanmoins, mais à l'horizon 2050 et c'est une question qui n'est pas une question franco-française, c'est une question aussi à l'échelle européenne à laquelle il faudra répondre avec un ensemble de mix, avec un mix de flexibilité, en s'appuyant sur la solidarité européenne et les interconnexions, en s'appuyant sur la flexibilité de la consommation et le stockage ou également des centrales thermiques décarbonées qui fonctionneraient à l'hydrogène. Donc une véritable feuille de route volontariste nécessaire à l'échelle européenne sur cette question-là.

Pour finir mon intervention, un éclairage sur l'empreinte carbone. Je mange un tout petit peu sur le point qui suit. Néanmoins, c'est quelque chose qu'on a regardé dans nos différentes analyses. Ce que l'on voit c'est que finalement le mix électrique, déjà aujourd'hui, est très décarboné et c'est l'un des plus décarbonés d'Europe et c'est quelque chose qui perdurera quels que soient les scénarios que l'on regarde avec quand même une condition qui est aussi la décarbonation du gaz dans les scénarios 100 % renouvelables pour avoir un mix électrique 100 % décarboné. Quand on fait une analyse qui intègre l'ensemble du cycle de vie, il y a un discours réassurant qu'on peut formuler avec justement assurance qu'on ne va pas se mettre à déplacer des émissions par la construction des éoliennes, des panneaux photovoltaïques, etc. On constate que le bilan carbone reste modéré parce que le bilan carbone de ces énergies est déjà très faible, voire même il pourrait s'améliorer avec le progrès technique et la décarbonation des mix à l'étranger dans lesquels sont fabriquées ces installations. Par ailleurs, les énergies renouvelables sont aussi un moyen de permettre des transferts d'usage, notamment le développement de la mobilité électrique, le développement du chauffage électrique

qu'on sait pertinent, l'électrification de l'industrie et tout cela, quand c'est couplé au développement de moyens de production décarbonés, comme les énergies renouvelables, mais aussi au même titre que la production nucléaire, cela permet de décarboner ces usages qui, pour certains d'entre eux, sont aujourd'hui carbonés. Je vous remercie et j'attends vos questions avec grand intérêt. Je devrai malheureusement vous quitter à 19h.

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

Merci beaucoup, M. RIOUS. Du coup, j'en profite peut-être pour vous poser une première question qui a été mise dans le tchat juste avant que nous enchaînions sur la deuxième intervention. Quelqu'un nous dit, je retrouve l'intervention, je lis la contribution de la personne, c'est Antoine ADAM qui nous dit « le gros problème concernant ce projet est la pertinence technique par-delà le recyclage... », excusez-moi, j'ai perdu la contribution, elle n'apparaît plus dans le tchat.

... **M. Antoine ADAM**, Secrétaire du Club des Plaisanciers de Canet-en-Roussillon

Par-delà le recyclage aujourd'hui, il y a la maintenance et le taux de disponibilité des équipements. La mer Méditerranée étant, très souvent, particulièrement chahutée. Je suis secrétaire du Club des Plaisanciers de Canet-en-Roussillon. Nous sortons toute l'année et nous pouvons témoigner que ça chahute parfois beaucoup. La question c'est la solidité, la disponibilité, la maintenabilité à coûts raisonnables de ces équipements qui seront vraisemblablement situés fort loin en mer.

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

Merci beaucoup, M., pour votre contribution. M. RIOUS, est-ce que vous souhaitez répondre ?

... **M. Vincent RIOUS**, RTE

Je ne suis pas un technicien pour le coup, je suis plutôt un économiste. Je vais faire le lien sur ce que je comprends de ces technologies et de comment elles sont produites. C'est aussi pour ça qu'il y a beaucoup d'acteurs du monde du pétrole qui s'y intéressent, en fait, les technologies qu'il y a derrière, ce sont des technologies de plateformes pétrolières, dont un certain nombre ont l'habitude de fonctionner en mer. Après, pour ce qui est de l'adaptation au cas particulier de la mer Méditerranée, je laisse intervenir les différents agents qui connaissent mieux cette question-là.

Pour ce qui nous concerne, sur l'analyse économique, on fait une analyse d'ensemble qui intègre cette dimension-là sur la base des retours des parties prenantes, y compris qui nous ont conduits à revoir un certain nombre d'hypothèses, dont notamment certaines à la hausse.

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

Merci beaucoup, M. RIOUS.

... **M. Antoine ADAM**, Secrétaire du Club des Plaisanciers de Canet-en-Roussillon

Je pense qu'il devrait déjà y avoir un retour d'expérience sur la maintenabilité, sur le besoin d'entretiens périodiques ou après pannes concernant les éoliennes à terre, c'est un premier point. Il serait intéressant de savoir un petit peu quels sont les taux de disponibilité sur des équipements équivalents quand ils sont situés en mer s'ils existent déjà. Je crois qu'il y a déjà des choses en mer du Nord donc ils doivent avoir un petit peu des éléments de réponse concernant ce problème de disponibilité.

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

Nous allons peut-être garder votre intervention, Monsieur, pour le temps de discussion qui arrive. Je vous propose que nous passions aux interventions suivantes puis nous aurons un temps de discussion global. Je vois aussi qu'il y a énormément de questions sur l'analyse du cycle de vie. Ça tombe bien, c'est justement le thème de l'intervention qui suit. Nous accueillons donc Paula PEREZ-LOPEZ. Bonsoir, Mme PEREZ-LOPEZ. Vous êtes enseignante-chercheuse au Centre « Observation, Impacts, Énergie » à l'École des Mines ParisTech et vous êtes coordinatrice des activités liées à l'évaluation des impacts environnements des filières renouvelables et vous allez justement nous renseigner ce soir sur l'apport de la méthode « analyse du cycle de vie » à la compréhension des impacts globaux de l'éolien sur l'environnement, donc pas seulement d'un point de vue technique, mais d'un point de vue beaucoup plus global sur tout l'environnement. C'est à vous, Madame PEREZ-LOPEZ, pour sept minutes, merci beaucoup.

Mme Paula PEREZ-LOPEZ, Enseignante-chercheuse à l'École des Mines ParisTech

Merci beaucoup. Justement, je me disais que cette intervention tombait bien. On peut déjà passer à la slide d'après parce que vous m'avez gentiment présentée et je vous en remercie. Effectivement, la question autour de laquelle je vais articuler mon intervention c'est justement comment il faut faire pour évaluer objectivement les impacts environnementaux de la filière éolienne en mer. Vous avez donc déjà évoqué un certain nombre de choses dans la présentation précédente et dans le tchat de discussion. Effectivement, comme tout le monde voudrait le savoir, pendant la phase d'opération d'une installation d'une ferme éolienne flottante, nous avons très peu d'émissions de polluants, très peu d'impacts environnementaux liés à ces émissions de polluants, mais effectivement, comme vous l'avez déjà signalé, il y a des choses qui se passent avant, bien entendu, et il y a des choses qui se passent après. Effectivement, on a des étapes d'extraction des matières premières, de transformation des matières premières, des consommations de flux énergétiques qu'il faut prendre en compte et effectivement, à un moment donné, de façon inévitable, les fermes éoliennes arrivent en fin de vie et on se retrouve avec un certain nombre de déchets de matériels qu'il faut gérer.

Dans ce contexte-là, l'activité de mon centre se focalise dans l'application de la méthode d'analyse du cycle de vie. Qu'est-ce que la méthode d'analyse du cycle de vie ? Je vois que pas mal de gens ici ont déjà entendu parler de cette méthode, mais pour donner une explication un peu officielle, il s'agit d'une méthode de prise en compte de tous les impacts liés aux différentes phases du cycle de vie d'un système ou d'une technologie, de l'extraction des matières premières justement jusqu'à la fin de vie de ce système. Cette méthode nous permettrait d'évaluer quelles sont les consommations des différentes entrées et sorties des matières premières et des flux énergétiques et les convertir dans un certain nombre de catégories d'impacts. Ici, il y a un point qui est très important à souligner à

propos de l'analyse du cycle de vie, l'analyse du cycle de vie est une méthode multicritère. Ça veut dire qu'on ne va pas se concentrer que dans une seule catégorie d'impacts ou un seul indicateur, mais sur un ensemble d'indicateurs différents. Nous, nous avons souvent l'habitude de parler des gaz à effet de serre, c'est une catégorie d'impacts très importante, le changement climatique qui est associé à cette émission de gaz à effet de serre, mais il faut également prendre en compte d'autres impacts qui peuvent être liés à la santé humaine et l'environnement, par exemple des impacts de type toxicité, d'autres impacts qui sont plutôt liés à la qualité des écosystèmes et d'autres catégories d'impacts qui peuvent aussi être analysés grâce à l'analyse du cycle de vie.

Le dernier point que j'aimerais ajouter ici c'est que l'analyse du cycle de vie est une méthode normée. Ça veut dire qu'il existe un documentaire qui explique les étapes qui sont nécessaires pour mener une analyse du cycle de vie et aussi que l'analyse du cycle de vie est acceptée globalement dans le monde comme une méthode pertinente pour cette évaluation des filières énergétiques. Ici, sur cette slide, vous voyez quelques résultats que nous avons obtenus dans le cadre de différentes études de l'éolien flottant. Par exemple, dans la première figure, vous voyez, parmi les contributions relatives importantes, que l'extraction des matières premières contribue effectivement de façon significative aux impacts liés à ces éoliennes, mais je tiens à souligner ici que je présente les impacts en temps relatif par rapport à tous les composants du cycle de vie de l'éolien flottant. Pour l'instant, je n'ai pas présenté les comparaisons avec d'autres filières énergétiques. En bas, vous avez aussi les résultats des variations de l'intervalle de variation sur plusieurs catégories d'impacts. On voit ici trois catégories d'impacts, dont une liée au changement climatique, une deuxième liée à la consommation des ressources fossiles et une troisième liée à la consommation des ressources minérales. Ici, je vois la question qui apparaît dans la discussion, on a une valeur moyenne d'empreinte carbone autour de 15 g eq/kWh qui inclut effectivement toutes les émissions des différents gaz à effet de serre, y compris le méthane, mais pas que le méthane, donc le méthane, le dioxyde de carbone et tous les autres gaz à effet de serre qui interviennent quelque part dans le cycle de vie du système. Si vous vous souvenez de la présentation précédente, on parlait d'une empreinte carbone pour le mix actuel d'environ 60 g eq/kWh. Du coup, on serait bien en dessous de cette valeur et on serait dans des valeurs moyennes qui ont été présentées pour les scénarios prospectifs.

Si on continue à la slide suivante, je présente ici le résultat d'évolution historique de l'empreinte carbone. Ici, pour être tout à fait claire et transparente, on ne parle pas du cas français, on parle du cas du Danemark qui a un contexte beaucoup plus développé au niveau du système éolien étant donné que le mix du Danemark contient entre 40 % et 45 % de l'électricité produite dans le pays sans inclure les importations et qui possède de l'éolien. Donc, ce que l'on voit ici c'est que, depuis les premières installations de systèmes éoliens, l'empreinte carbone a baissé significativement en moyenne. Si on compare l'empreinte carbone entre l'éolien offshore et l'éolien onshore, l'éolien marin a une empreinte carbone en moyenne plus basse que l'éolien onshore. La raison de ces comportements vient surtout d'une meilleure production en raison d'une ressource plus stable dans la mer comparée à la ressource que l'on peut trouver en terre. Bien évidemment, ces informations sont à mettre dans le contexte et il faudrait, pour obtenir des valeurs plus précises, refaire la même étude pour un contexte français. Finalement, j'ai présenté un positionnement de la filière éolienne vis-à-vis de notre filière énergétique donc en termes d'empreinte carbone, on voit bien que la filière éolienne, avec une approche analyse du cycle de vie, j'insiste compte tenu de toutes les étapes, est bien positionnée.

Je passe aux conclusions. Le message à retenir c'est : l'analyse du cycle de vie est une méthode systémique, multicritère et normée qui permet cette vision d'ensemble et globalement les impacts

semblent être assez faibles, même s'il faudrait avancer dans les études futures pour bien intégrer l'aspect multicritère.

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

Merci beaucoup, Madame PEREZ-LOPEZ, pour cette intervention. Juste avant de passer à un temps d'échanges entre nous, et de débat, je vous propose que l'on continue à parler de ces questions d'analyse du cycle de vie, mais avec un autre éclairage, l'éclairage de M. Vincent GUENARD. Vous travaillez à l'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie. C'est une structure qui anime et coordonne des opérations de protection de l'environnement et de maîtrise de l'énergie et vous allez ce soir nous amener un autre regard sur ces questions d'analyse du cycle de vie de l'éolien en mer. Je vous laisse la parole pour sept minutes, merci beaucoup.

... **M. Vincent GUENARD**, ADEME

Bonsoir. Ma présentation va aussi recouvrir les précédentes. J'espère que ça fera de vous des spécialistes de l'analyse du cycle de vie. Moi, je vais en présenter les intérêts, les limites et quelques exemples sur l'éolien en mer qui nous intéresse ce soir.

L'analyse du cycle de vie permet d'évaluer l'impact environnemental d'un produit ou d'un service en relation à une fonction particulière qu'on appelle unité fonctionnelle. Donc, ici, pour la production d'électricité, on ramène tout en fait au kilowatt/heure d'électricité produite. C'est ce qu'on fait sur tous les systèmes de production d'électricité. Donc, comme le disait Paula, l'ACV est un exercice rigoureux, cadré par un certain nombre de normes qui permettent ensuite de faire des comparaisons entre plusieurs secteurs d'activité.

L'exercice de l'ACV se base sur des bases de données qu'on appelle inventaires. Il se calcule par des logiciels parce qu'il faut savoir qu'en soit l'exercice est assez simple puisqu'il s'agit de faire des bilans de grandeur, donc des sommes, des produits, donc mathématiquement c'est assez facile, mais en fait ce qui est compliqué c'est la multitude des opérations qu'il faut faire parce qu'en fait il faut vraiment disséquer tous les projets et ça, avec les logiciels, ça permet de cadrer et ça permet de ne rien oublier de comptabiliser. L'ACV comprend aussi des analyses de sensibilité, c'est aussi pour évaluer quels sont les composants et services qui ont le plus d'impacts sur les résultats. L'exercice doit comprendre aussi une revue critique par les experts indépendants afin de garantir la qualité scientifique et technique et l'impartialité de l'étude. Il donne donc un certain nombre de résultats, Paula en a cité, on appelle cela des indicateurs, sur la plupart des impacts environnementaux.

Ces résultats portent sur les impacts sur les sols, les ressources minérales, fossiles, la qualité des eaux et de l'air, la formation d'ozone en basse couche, l'altération de la couche d'ozone stratosphérique cette fois et la contribution au réchauffement climatique. Finalement, l'ACV donne des indications sur des variables physicochimiques qui impactent l'eau, l'air, les sols, ce qui permet de suivre la qualité pour la vie sur terre. À savoir, pour les milieux végétaux, le monde animal et aussi pour l'espèce humaine. Concrètement, pour faire une ACV, on doit donc disséquer un projet en une multitude de briques constitutives qui mêlent à la fois des produits et des services. Sur chaque brique, on doit partir de

l'extraction des matières premières et intégrer leur processus de transformation jusqu'au produit ou service final. Ensuite, ce n'est pas fini parce qu'on doit aussi prendre en compte le démantèlement et la valorisation des produits générés. C'est l'ensemble de tout ce calcul de bilan qui va constituer les différentes contributions sur chaque indicateur ACV. Cette diapo présente, pour l'éolien en mer, quelles sont les grandes briques qui sont prises en compte. Donc, de l'extraction des matières premières sur votre gauche jusqu'à la valorisation et le démantèlement à droite. Au milieu, il y a toutes les briques qui constituent les parcs éoliens en mer, à savoir les éoliennes, les flotteurs, les ancrages, les câbles, les postes, etc. On prend aussi en compte tout ce qui relève de l'installation et de l'exploitation.

Ici, je vous présente une analyse préliminaire sur l'ensemble des parcs éoliens en mer posés issus des appels d'offres 1 et 2. Pour mémoire, ce sont des parcs éoliens que nous sommes en train de construire en ce moment, pas en Méditerranée, mais plutôt en Manche et Atlantique. Donc des parcs éoliens de 500 MW, ce qui est assez typique de ce à quoi on peut s'attendre sur les parcs éoliens flottants commerciaux. Je la qualifie d'ACV préliminaire parce qu'en fait les parcs ne sont pas construits et donc c'était en fait basé sur des simulations, des hypothèses quant à la définition des composants des fermes. C'est donc un exercice de simulation à vocation purement indicatif. Cette étude a été réalisée en 2015 par l'ADEME. Elle met clairement en évidence que – c'est ce qui a été relevé lors de la présentation précédente – c'est l'extraction et la fabrication qui sont le plus important contributeur à la plupart des indicateurs ACV, notamment sur la qualité de l'air, qualité de l'eau, changement climatique et donc émission de CO₂. C'est très important à comprendre parce que finalement tout ce qui est transport des composants ou opérations de maintenance en phase d'exploitation, ça a un ordre de grandeur bien moindre. Il est donc important, si on veut optimiser des projets, de vraiment se concentrer sur l'extraction des matières, leur transformation et leur fabrication.

Pour votre information, deux ACV préliminaires ont été réalisées en 2018 par le Bureau Veritas sur deux fermes-pilotes en Méditerranée. Sur les projets, ici c'est Provence Grand Large et sur la slide suivante, s'il vous plaît, c'est EOLMED. C'était en 2018, c'est-à-dire que pour EOLMED, c'était en fait sur la base de quatre flotteurs en béton, mais depuis le projet a évolué parce que maintenant on ne parle plus que de trois flotteurs en acier. En tout cas, ça a le mérite d'exister. Je passe rapidement sur cette slide, car les ouvrages de fermes-pilotes sont un peu « expérimentaux », car il y a très peu de machines en fait. Il y en a de trois à quatre donc ce qui fait que finalement les méthodes de fabrication sont un peu artisanales et ont peu de chance d'être répliquées à grande échelle. Néanmoins, elles méritent d'exister. Je pourrai vous les donner si vous êtes intéressés et là, par exemple, dans ce tableau dans lequel figurent tous les indicateurs ACV avec les valeurs qui ont été obtenues, il y a une case en gras, c'est la case GWP, c'est la contribution au changement climatique, donc c'est le fameux bilan carbone. Donc là pour cette ferme, on était à 4,7 dix moins deux, c'est-à-dire 47 g eq CO₂/kWh. C'est quand même une valeur assez élevée, mais je rappelle qu'on remet dans le contexte des fermes-pilotes où on a pour le coup quatre machines.

Slide finale et suivante, s'il vous plaît. Pour conclure mon exposé, je dirais que l'ACV donne des résultats sur plusieurs indicateurs environnementaux qui la rendent indispensable à l'évaluation des impacts, mais malheureusement pas suffisante, car elle ne donne pas de résultats spécifiques à l'impact sur la biodiversité ou sur les aspects socioéconomiques. C'est pour ça que je mentionnerais que l'ADEME finance un projet de recherches porté par France Énergies Marines et avec l'École des Mines de Paris,

qui vient de s'exprimer, entre autres comme partenaires pour justement tenter d'intégrer des aspects environnementaux, socioéconomiques et technologiques dans l'ACV des parcs éoliens offshore. Après, sur le point suivant, je dirais que, juste pour vous signaler, les propriétaires des fermes-pilotes, il y en a trois en Méditerranée et une en Bretagne, devront réaliser des ACV à partir des données constatées sur les phases de fabrication. C'est un exercice qui aura lieu après les mises en service, donc dans quelques années. Enfin, dernier point, nous recommandons qu'au cas où il y aurait une procédure d'appel d'offres et de désignation d'un lauréat sur les appels d'offres éoliens en Méditerranée, qu'une ACV soit réalisée de manière préliminaire dans le dossier de demande d'autorisation administrative et donc que pourrait voir le public et qu'une ACV « définitive » soit réalisée au moment des mises en service. Je vous remercie pour votre attention.

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

Merci beaucoup, M. GUENARD, pour ces éléments complémentaires. Je vous propose maintenant que nous ouvrons une discussion pendant les trente prochaines minutes. Nous allons débattre ensemble de tous les éléments qui viennent d'être amenés. Tout de suite, je vais prendre du coup les interventions qui ont déjà eu lieu dans le tchat. Je vais également prendre les demandes d'intervention si vous souhaitez lever la main et parler au micro, c'est tout à fait possible, mais tout de suite une demande de précision sur la première intervention de M. RIOUS. Quels sont les moyens de flexibilité ? Vous avez parlé de moyens de flexibilité dans votre présentation, quels sont ces moyens de flexibilité et lesquels sont prévus par la PPE ?

... **M. Vincent RIOUS**, RTE

Ces moyens de flexibilité, ce sont ceux qui étaient sur la partie droite de la planche au moment où j'ai parlé de ce thème. Ils sont de quatre natures. Il y a déjà la flexibilité de la consommation, en fait il y a déjà une partie de la consommation d'électricité qui est flexible aujourd'hui. Typiquement, les ballons d'eau chaude, mais aussi peut-être certains d'entre vous ont, outre les tarifs heures pleines, heures creuses, qui peuvent nous amener à déplacer nos machines, nos lave-vaisselles typiquement, peut-être les machines à laver, mais peut-être que vous avez aussi un tarif dit EJP ou Tempo qui sont des tarifs durant lesquels vous pouvez avoir le prix de l'électricité qui est plus élevé un certain nombre de jours par an.

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

M. RIOUS, excusez-moi, pourrait-on juste dire ce que signifie EJP ?

... **M. Vincent RIOUS**, RTE

Effacement jours de pointe, excusez-moi. Ça, ça participe à la flexibilité de la consommation en déplaçant certains usages en fait. Cela peut s'appliquer à de nouveaux usages, donc typiquement les véhicules électriques ou si jamais vous avez une pompe à chaleur hybride qui fonctionne non seulement à l'électricité, mais aussi au gaz, ça peut permettre d'effacer votre chauffage électrique durant

les pointes de consommation en utilisant du gaz. Vous allez avoir aussi des batteries qui peuvent être installées sur le réseau électrique en plus des batteries des véhicules. Cela peut être également des moyens de production à gaz, comme ceux qu'on connaît aujourd'hui ou qui fonctionneraient avec des principes un petit peu différents, qui fonctionneraient à l'hydrogène, mais qui seraient néanmoins des moyens de flexibilité décarbonés et qui participeraient au fonctionnement de ce système électrique et le dernier moyen, finalement, ce sont les interconnexions avec nos voisins qui permettent à la fois de faire foisonner les aléas à l'échelle européenne, les aléas sur la production, sur la consommation, mais aussi de pouvoir finalement s'échanger ces flexibilités à l'échelle européenne pour finalement avoir à la fois un besoin moindre et avoir plus de flexibilité qui soit accessible.

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

Merci beaucoup, M. RIOUS. Pour l'instant, je ne vois pas de demandes de prise de parole au micro, n'hésitez pas à demander la parole, nous sommes là pour échanger et pour débattre, je continue du coup à prendre les interventions qui apparaissent dans le tchat et cette question de François BONHOMME. M. BONHOMME, je vais lire votre intervention, je vais supposer qu'elle a trouvé une réponse dans les interventions qui ont eu lieu, mais si elle n'a pas trouvé de réponses, n'hésitez pas à reprendre la parole pour demander un complément : « puisqu'il y a des gens de l'ADEME qui assistent au débat, j'en profite pour leur poser une question : pourrait-on, une bonne fois pour toutes, avoir le rendement carbone d'une éolienne telle que celle projetée actuellement sur tout le cycle de vie, y compris la construction, l'entretien, le démantèlement ? Quel est le vrai rendement carbone de l'éolien sur l'ensemble du cycle de vie des machines ? Est-ce si vertueux que cela ? Merci beaucoup ». Est-ce qu'on pourrait peut-être avoir un mot très, très bref d'une, d'un ou des deux intervenants sur l'ACV ?

... **M. Vincent GUENARD**, ADEME

Cela fait partie de l'étude sur laquelle je me suis appuyé pour mon propos. Je ne voulais pas aborder le bilan carbone, mais on peut l'aborder. Dans l'étude, de mémoire, on est à 14,7 g de CO₂/kWh pour une éolienne posée. Ça, c'était l'exercice de simulation que nous avons effectué sur les parcs éoliens des appels d'offres 1 et 2. Ce sont tous des parcs posés, ce ne sont donc pas des parcs éoliens flottants. On n'a pas vraiment beaucoup de retours d'expérience sur les parcs éoliens flottants, il y en a très peu dans le monde. En plus, ceux qu'il y a dans le monde, ce ne sont pas forcément les technologies qui seront développées en France, c'est donc pour ça qu'on l'exige pour les fermes-pilotes, au moins pour avoir de premières indications. Sur l'éolien terrestre, c'est un peu moins, c'est plutôt de l'ordre du 10 g, mais après ce sont des questions de virgule. Après, ça va dépendre des contextes. Dans la bibliographie, ce sont à peu près les échelles qu'on trouve parce qu'en fait si on fait un parc au Brésil, en Chine, en France, forcément ça va varier. La fourchette entre 10 g et 20 g pour l'éolien offshore, c'est une fourchette qui est communément admise, mais tout cela demande bien sûr, une fois que les parcs sont réalisés, de se lancer dans des analyses ACV.

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

Merci beaucoup, M. GUENARD. J'ajoute juste que ce soir le public pose des questions qui vont au-delà du rythme que nous nous sommes fixé pour cet atelier ce soir, mais il y aura une deuxième session ce soir où nous traiterons de bilan carbone à proprement parler. J'espère que toutes vos questions trouveront des réponses. Je vois deux demandes d'intervention. Thierry HOOLANS et GUENNICHE. Du coup, je vous propose que si jamais cette ou ces deux demandes portent sur le bilan carbone, on les passe sur notre second temps d'échanges qui aura lieu ce soir. Si ce n'est pas le cas, je vous propose de vous donner la parole en commençant par M. HOOLANS. Allez-y, c'est à vous.

... **M. Thierry HOOLANS**, ADN Passpartou

Je voulais juste apporter une petite remarque parce que certains éléments ont été apportés sur le tchat sur la durabilité de ces engins en mer. Je peux vous dire que je suis un ancien constructeur de bateaux et que la mer nous réserve bien des surprises. Surtout qu'il a été précisé, précisément par M. GUENNICHE, que les éoliennes peuvent être très, très loin en mer. C'est sûr qu'au plus on va loin, particulièrement dans le golfe du Lion, si le choix a été fait dans le golfe du Lion c'est parce qu'il n'y a pas beaucoup de profondeur et qu'il y a souvent du vent qui vient du nord-ouest et le problème c'est que le jour où vous aurez un sud-est comme on reçoit souvent l'hiver, on risque d'avoir des engins qui vont ramasser de sacrés coups de ragage sur les chaînes, sacrés coups de fardage également, des violents coups sur la structure. Je me demande effectivement si le poids – peut-être que j'aurai une réponse tout à l'heure – je le transforme en énergie polluante – je refuse de mettre uniquement le carbone dans le réchauffement climatique, il y a d'autres gaz – si le poids a bien été calculé entre le poids de l'énergie et le poids du temps de résistance de ces engins dans une mer qui peut se déchaîner et je peux vous dire par expérience que tremper le mât dans l'eau, c'est très fréquent, les plaisanciers le diront également. Parfois, le golfe de Lion, on dit souvent dans la région que le golfe du Lion c'est notre golfe de Gascogne à nous. C'est vraiment un enfournement de vent et de tempête dans un certain calendrier de l'année qui est énorme. Franchement, il doit y avoir normalement, moi, quand je calculais mes bateaux, je faisais mes coefficients sécurité et chaque fois je disais que c'était un petit peu juste. Évidemment, on est de la vieille école, mais c'est un petit peu juste et là je me pose la question sur vos engins, combien de temps vont-ils durer ? Je ne suis pas très certain de ce qu'on nous dit aujourd'hui.

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

Merci beaucoup.

... **M. Vincent GUENARD**, ADEME

Je voudrais intervenir.

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

Oui. Je vous propose ensuite qu'on donne la parole à M. LAURENT qui va peut-être apporter un élément de réponse et ensuite à M. GUENNICHE.

... **M. Vincent GUENARD**, ADEME

J'interviens parce que je suis en fait en charge du suivi de l'éolien en mer en France et à l'étranger. Je vous rassure, des mers plus violentes, il y en a et il y en a où il y a des éoliennes flottantes. Par exemple en Écosse et au large du Portugal. La Méditerranée c'est sûr que c'est une mer capricieuse avec des conditions de vent qui sont très changeantes, tout cela, mais par rapport ce qu'il se passe au Portugal avec les grandes houles atlantiques ou en Écosse, ce sont des mers bien plus dangereuses et ça n'a pas empêché d'installer des éoliennes flottantes, même dans le Pacifique au Japon d'ailleurs, et ça se passe très bien pour le moment. C'est une mer plutôt calme en fait la Méditerranée où les conditions sont assez propices parce que le fond est assez plongeant donc c'est très bien pour l'éolien flottant et en même temps on n'est pas si loin des côtes que cela. On est à 20 kilomètres des côtes, ce n'est pas si loin que cela finalement. C'est donc intéressant. En tout cas, il ne faut pas avoir peur de la Méditerranée, les éoliennes flottantes sont complètement compatibles pour fonctionner en Méditerranée.

... **M. Thierry HOOLANS**, ADN Passpartou

Combien d'années avons-nous d'expérience ?

... **M. Vincent GUENARD**, ADEME

Pour l'instant peu, mais on a quand même beaucoup de données de météo qui permettent de conforter tous les dimensionnements des ouvrages. Là-dessus, tout est normé, certifié par des organismes indépendants, c'est un peu la même problématique qu'ont les plateformes offshore. Il y a des procédures qui sont faites et on ne se pose pas la question sur l'offshore, pourquoi on va mettre des plateformes offshore dans des endroits aussi terribles au fin fond de la mer d'Écosse où ce sont vraiment des conditions très violentes. En fait, tout cela obéit à des procédures d'ingénierie et les éoliennes flottantes vont suivre exactement les mêmes. Ça passe par les mêmes processus, les mêmes procédures. Du coup, cela permet un petit peu de fiabiliser tous les ouvrages. L'autre commentaire, c'est sur l'équivalence CO2, quand on dit CO2, ce sont tous les gaz à effet de serre. Ça a déjà fait l'objet d'un commentaire de l'intervention précédente. On parle bien de tous les gaz à effet de serre, il n'y a pas que le CO2.

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

Merci beaucoup, M. GUENARD. Je propose tout de suite qu'on donne la parole à M. LAURENT pour les responsables du projet. Je suppose que vous avez une précision à apporter sur les échanges qui viennent d'avoir lieu.

... **M. Matthieu LAURENT**, Direction générale de l'Énergie et du Climat

Je pense que la réponse de Vincent GUENARD a été déjà très, très complète et je souhaitais juste rappeler qu'en effet il y a des éoliennes flottantes qui sont installées dans des endroits où les conditions de mer et de vent sont vraiment très compliquées. Je sais que le prototype qui a été installé au large du Portugal a pu survivre à des vagues qui allaient jusqu'à dix-sept mètres en maximum de haut et il y a aussi un démonstrateur qui a été installé au large du Japon et qui a déjà survécu à quelques typhons. En effet, la mer Méditerranée subit de gros coups de vent, mais on a aujourd'hui des éoliennes flottantes qui sont installées dans des endroits où les conditions de mer et de vent sont encore plus fortes et plus déchaînées. Ensuite, je vais juste peut-être répondre à une question qui avait été posée au tout début par des intervenants sur la problématique de la recyclabilité en fin de vie. Je rappelle que le recyclage des éoliennes flottantes est un enjeu, mais que globalement il s'agit quand même de grosses structures en acier qui sont relativement faciles à recycler. Le principal enjeu qui restait dans le domaine de l'éolien en mer c'était vraiment l'enjeu du recyclage des pales et je ne sais pas si vous avez pu suivre l'actualité la semaine dernière, mais pour la première fois au monde, un industriel a développé des pales 100 % recyclables qui seront installées sur un parc éolien en mer au large de l'Allemagne, je crois. Petit à petit, les verrous, en ce qui concerne la recyclabilité, sont levés et donc on espère bien que sur ce projet, par exemple, des pales 100 % recyclables puissent être installées.

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

Merci beaucoup, M. LAURENT. Je vois dans le tchat qu'il y a des personnes qui n'arrivent pas à demander la parole. C'est simple, il vous suffit de cliquer sur le bouton « participants » tout en bas de la fenêtre Zoom, c'est le bouton noir. Lorsque vous cliquez sur ce bouton, une fenêtre « participants » s'affiche à droite, une fenêtre blanche. Tout en bas de cette fenêtre « participants », il y a un petit bouton « lever la main », tout en bas à droite. Vous pouvez donc cliquer et nous voyons que vous demandez la parole et nous pouvons vous la donner. Je crois que ça fonctionne. Je propose donc de donner la parole à M. GUENNICHE puis à M. Bruno LADSOUS. Allez-y, M. GUENNICHE.

... **M. GUENNICHE**, Participant

Bonjour. Je tiens d'abord à remercier l'État d'organiser ce débat.

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

Excusez-moi, Monsieur, je précise simplement que ce n'est pas l'État qui organise ce débat, mais la Commission nationale du débat public, une autorité administrative indépendante. C'est nous qui avons décidé d'organiser de débat public conformément au Code de l'environnement. Je donnais juste cette précision.

... **M. GUENNICHE**, Participant

Je remercie donc la CNDP et je tiens à remercier aussi, je suis très, très agréablement surpris de la qualité du dossier, des études d'impacts, je trouve qu'un travail formidable est fait. Ça, c'était ma première

contribution. Je voudrais faire une remarque sur tous ces chiffres qui sont déversés sur les écrans et qui nous donnent le tournis. Est-ce qu'on ne peut pas avoir une comparaison synthétique des impacts des énergies décarbonées ? Si la question c'est : quelles énergies pour demain ? Sous-entendu, quelles énergies décarbonées, on n'a pas beaucoup le choix. Il y a bien sûr le renouvelable hydraulique, mais tout le monde le connaît. En développement, il y a le solaire, l'éolien et éventuellement la poursuite du nucléaire. Ça serait donc bien d'avoir des tableaux synthétiques sur les impacts avec la méthode ACV comme présentée et puis l'équivalent en CO2 économisé sur tout le cycle de vie de l'appareil pour dire « OK, c'est ça qui est posé sur la table, que voulez-vous ? ». Ça serait très intéressant.

Le deuxième chiffre qu'on aimerait avoir, c'est le prix du kilowatt/heure comparé, en tenant compte éventuellement d'une éventuelle taxe carbone qui pourrait rendre rentables des énergies qui ne le sont pas aujourd'hui, mais si effectivement on n'a pas le choix, la taxe carbone pourrait permettre de rééquilibrer un petit peu les choses. La troisième intervention, rapidement, parce que c'est un peu mon dada, il ne faut pas que ce projet ne soit que technocratique, c'est-à-dire un projet d'ingénieur. Je les admire, je suis moi-même ingénieur, donc je ne vais pas jeter la pierre, mais où seuls des paramètres technologiques sont pris en compte, sans prendre en compte les aspects esthétiques, environnementaux et finalement quelque part faire un projet qui soit sous-optimal plutôt qu'optimal. C'est-à-dire accepter que le projet soit un peu moins efficace si ça permet de gagner beaucoup sur d'autres sujets. Merci beaucoup.

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

Merci beaucoup, Monsieur. J'en profite pour faire un petit point chrono. Il est 18h41, nous arrêtons ce temps d'échanges à 18h52 très précisément. Il nous reste donc onze minutes ensemble. Je vous propose donc que nous prenions un maximum d'interventions. Tout d'abord, merci pour votre intervention, Monsieur. Est-ce que du coup les intervenants de cette session souhaitent réagir ou amener une précision ?

... **M^{me} Paula PEREZ-LOPEZ**, Enseignante-chercheuse
à l'École des Mines ParisTech

Je veux bien apporter une précision par rapport à cette question sur le tableau synthétique. Effectivement, ça serait l'idéal et donc idéalement je pourrais répondre « oui, on pourrait faire cela », mais pour être plus précise, il faut aussi prendre en compte, quand on regarde les chiffres de l'analyse du cycle de vie, la comparaison n'est pas toujours si directe. Il y a plein de facteurs dans une analyse du cycle de vie qui vont affecter nos résultats. Quand je vous ai présenté les résultats tout à l'heure, si vous vous en souvenez, j'ai toujours montré des intervalles, des variations, j'ai toujours montré des valeurs moyennes, mais aussi des minimums et des maximums parce qu'en fonction des hypothèses que l'on fait, on peut obtenir des résultats assez différents. Il y a néanmoins une tendance commune. Par exemple, pour l'éolien en général, comme on le disait tout à l'heure, les valeurs d'empreinte carbone, si on prend un indicateur très connu, vont toujours varier entre 10 et 20 g de CO2 eq/kWh à peu près. Il y aura des cas un peu extrêmes à moins de 10 g de CO2 eq. Il y aura des cas extrêmes avec un peu plus de 20 probablement, mais la plupart des cas seront là. Par contre, si on fait le même exercice

avec les études d'analyse du cycle de vie d'autres filières, il faut toujours faire très attention à ce que l'on compare parce que les études que l'on va trouver en littérature ne sont pas toujours comparables, soit parce qu'elles ne considèrent pas les mêmes hypothèses, soit parce qu'elles ne considèrent pas le même périmètre et du coup il faut être attentif. J'ai essayé de faire un peu cet exercice en présentant la figure qui avait été publiée par l'IPCC, par un panel d'experts international, mais ce tableau-là n'existe pas pour toutes les catégories d'impacts et là c'est un autre problème que l'on trouve quand on étudie les impacts environnementaux des systèmes énergétiques. Toutes les catégories d'impacts ne sont pas toujours prises en compte. Donc, dans l'idéal, on devrait pouvoir faire cela, mais pour le faire, ce n'est pas quelque chose de trivial, ça nécessite une étude très approfondie pour s'assurer que les hypothèses et que les chiffres qui sont comparés sont toujours vraiment comparables. Il ne faut pas comparer des choses qui ne sont pas compatibles entre elles.

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

Merci, Madame PEREZ-LOPEZ, pourriez-vous préciser, s'il vous plaît, ce qu'est l'IPCC pour que tout le monde comprenne bien.

... **M^{me} Paula PEREZ-LOPEZ**, Enseignante-chercheuse
à l'École des Mines ParisTech

Le problème c'est que je connais le mot en anglais.

... **M. Vincent RIOUS**, RTE

C'est le GIEC.

... **M^{me} Paula PEREZ-LOPEZ**, Enseignante-chercheuse
à l'École des Mines ParisTech

Oui, voilà, c'est ça, merci.

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

Merci beaucoup. Donc, c'est le groupe d'experts qui synthétise toute la littérature existante sur les changements climatiques pour documenter ces phénomènes. J'alterne un petit peu entre le tchat et les demandes de prise de parole à la main. Je voudrais vous lire deux interventions que l'on retrouve dans le tchat. Daphné DESTIEVAN qui nous dit : « En ACV, comment peut-on être supérieur aux centrales nucléaires dont l'ACV doit tenir compte des émissions à l'extraction des matières premières jusqu'au recyclage et surtout enfouissement des déchets ? ». Je lis immédiatement dans la foulée la question de Jean-Philippe TACONET qui me semble liée : « Les études ACV présentées pour l'éolien offshore sont remarquables, mais existe-t-il des ACV équivalentes pour les centrales nucléaires qui fonctionnent dans notre pays afin de pouvoir comparer ? ». Je laisse les différents intervenants réagir. Est-ce que l'un ou l'une de vous trois souhaite intervenir ?

... M. Vincent RIOUS, RTE

Je veux bien tenter, mais surtout que les autres intervenants n'hésitent pas à réagir, ils sont bien plus spécialistes que moi sur les questions d'ACV, même s'il y a des personnes de mon équipe qui regardent cela. En fait, pour reprendre ce que mentionnait Madame PEREZ-LOPEZ tout à l'heure, il existe dans la littérature des ACV sur d'autres technologies avec toujours la question de l'étalement des valeurs. C'est donc tout de même possible de comparer les différentes technologies. À ma connaissance, il n'y a pas d'ACV publiques qui ont été faites sur les centrales nucléaires françaises, mais c'est quand même possible d'avoir une comparaison entre les différentes technologies. Voilà pour ce point. Par ailleurs, s'il y a quelques questions sur la dimension économique, je suis disponible pour y répondre.

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

Merci beaucoup, Monsieur. Je propose de donner la parole à Bruno LADSOUS qui l'avait demandée, je crois, il y a un petit moment. C'est à vous, on vous écoute.

... M. Bruno LADSOUS, Collectif TNE Occitanie Environnement

Merci beaucoup. Je pense que dans cette affaire-là, d'atelier en atelier, j'observe qu'on nous fait de grandes promesses en disant qu'on verra, on fera de l'ingénierie concurrente, on intégrera en cours de route les meilleures pratiques venant de droite, de gauche, etc. C'est une vaste promesse alors que pourtant on nous dit aussi qu'il y a quand même déjà une vaste expérience dans le monde en matière d'éolien flottant. Au fond, ce qui est un peu dommage c'est que sur un projet global pour lequel il n'y a pas d'obstacles de principe de la part du monde associatif ou des professionnels, je pense notamment aux pêcheurs, professionnels de la mer, il y a par contre des exigences, des demandes claires, des conditions qui sont émises et nous, TNE Occitanie Environnement, 140 associations, nous avons émis de telles conditions pour un éventuel développement. La condition majeure c'est : attendons d'avoir le résultat des expérimentations.

Puisqu'on nous fait des promesses, on n'est pas encore sur des certitudes. Donc attendons d'avoir un retour effectif, contrôlé et de qualité sur les fermes éoliennes pilotes et alors seulement regardons ce qui peut être fait. Le manque de confiance qui monte, je pense, de la part de la population et pas seulement du secteur associatif, pas seulement du secteur des professionnels de la mer envers un tel projet c'est bien parce qu'on se précipite. Il y a donc un problème de confiance parce qu'on va trop vite alors que, dans un pays dont l'électricité est déjà décarbonée, il n'y a aucune urgence à ne pas attendre au moins deux ans, trois ans. Les fermes-pilotes ne sont même pas construites. Attendons d'avoir le retour et alors seulement, regardons ce qui peut être fait. C'est dans deux ou trois ans que le débat aurait dû avoir lieu. Il serait donc peut-être bon, je le dis clairement à la Commission particulière du débat public, qu'elle intègre dans son processus, peut-être une promesse que tout ce qui sera retiré comme conclusion, qu'il y ait peut-être une revoyure, qu'il y ait une deuxième étape où on adaptera, mais ne décidons rien avant d'avoir eu le retour des premières expériences.

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

Merci beaucoup, Monsieur, pour votre intervention. Je profite de votre intervention pour en lire une autre postée dans le tchat de François BONHOMME : « est-ce que le jeu en vaut vraiment la chandelle, n'allons-nous pas accepter des risques environnementaux importants sur la faune, l'environnement métaux lourds et le climat via le CO2 impliqué dans la construction et le fonctionnement des parcs pour finalement ne pas régler le problème de notre dépendance énergétique globale ? ». Juste avant de donner la parole du coup aux intervenantes et intervenants, ou à vous, public, si vous souhaitez réagir à ces interventions, nous dire ce que vous en pensez, dire si vous êtes d'accord ou pas d'accord, je voudrais juste préciser que le rôle de l'équipe du débat que nous sommes n'est pas de formuler un avis sur le projet ni de formuler des recommandations au responsable du projet sur comment il doit conduire ou non son projet. Tout juste pouvons-nous lui formuler des recommandations sur l'association du public à une éventuelle poursuite du projet, mais c'est lui qui tirera les enseignements du débat public et qui décidera ou non de suivre un certain nombre d'arguments ou de demandes du public au cours de ce débat. Nous nous assurerons simplement qu'il y répond. Cette précision étant faite, je propose du coup aux intervenantes ou aux intervenants de réagir sur ces deux contributions. Souhaitez-vous prendre la parole ? Dans le public, y a-t-il des demandes de prise de parole ? Allez-y, sentez-vous libres d'intervenir.

... **M. GUENNICHE**, Participant

Très rapidement, je suis tout à fait d'accord avec l'intervention qui vient d'être faite. Dans le planning de ce projet, on voit qu'en fait le lancement des fermes de grande ampleur va être fait alors que les fermes-pilotes n'auront même pas commencé à fonctionner. C'est quand même assez incroyable. Pourquoi fait-on les fermes-pilotes ? Effectivement, il y a vraiment un problème de méthodologie. Il n'y a pas le feu au lac, sans vouloir faire de jeu de mots. Regardons comment ces fermes-pilotes fonctionnent, on ne sait jamais ce qu'elles peuvent nous réserver. Je travaille dans l'aéronautique et c'est extrêmement difficile de modifier un projet alors qu'on a déjà fait les plans, qu'on a déjà fabriqué des pièces ou les machines pour les faire si on s'aperçoit, en cours de lancement, qu'il y avait un imprévu et qui nous oblige à tout modifier. Ça coûte extrêmement cher. C'est pour dire que je suis tout à fait d'accord avec TNE, je pense qu'il manque un ou deux ans de réflexion sur ce projet que je considère comme fantastique et ça serait dommage de le gâcher par précipitation.

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

Merci beaucoup, Monsieur, pour votre contribution. Je sais qu'il y a eu beaucoup de questions dans le tchat sur également les questions économiques. Je voudrais juste lire une intervention sur ce sujet. Bruno LADSOUS qui nous dit : « cette question du prix est en effet centrale, y compris les raccordements. Une promesse sur la base du LCOE – coût actualisé de l'énergie – indicateur connu pour être biaisé ne peut pas suffire. Il faut, pour la vérité du prix des projets, arrêter toutes subventions ». Je propose à l'intervenante et aux intervenants de réagir peut-être une dernière fois avant de clôturer cette première session sur cette intervention de M. GUENNICHE et cette contribution écrite de Bruno LADSOUS.

... **M. Vincent GUENARD**, ADEME

Je me lance sur la feuille de route. Évidemment, dans la feuille de route initiale on avait bien prévu de lancer des appels d'offres après retour d'expérience des fermes-pilotes. Le souci c'est que les fermes-pilotes ont été retardées. Il y en a une qui est sous recours juridique et le problème c'est que maintenant il y a d'autres pays aussi qui s'intéressent à l'éolien flottant. Il y a les enjeux qu'on n'aborde pas dans cette session-là, mais il y a des enjeux industriels donc attendre ça veut dire faire ce qu'on a fait sur l'éolien terrestre et l'éolien en mer posé, c'est-à-dire faire fuir les emplois. Quelque part je suis un peu caricatural, mais c'est un peu ça l'enjeu. Je mentionne juste une chose, c'est qu'il y aura toujours des voies de recours après le débat public. Même s'il y a un appel d'offres, il y aura toujours des voies de recours et ces voies de recours seront post retour d'expérience des fermes-pilotes. Donc ce n'est pas parce qu'il y a une procédure d'appel d'offres qui est lancée qu'in fine ça va aboutir... cette procédure d'appel d'offres est quand même assez longue. Nous sommes quand même dans une course de vitesse aussi avec plein de pays pour justement essayer de capter les emplois, au moins capter cette promesse de l'emploi. On parle de promesses, c'est aussi une promesse pour l'emploi.

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

Merci beaucoup, M. GUENARD. Je propose de prendre une dernière demande d'intervention, Mme Daphné DESTIEVAN a demandé la parole depuis un petit moment, je crois que vous n'avez pas eu de réponse à votre question. La parole est à vous.

... **M^{me} Daphné DESTIEVAN**, France Energies Marines

En fait, j'étais juste un petit peu frustrée parce que ça ne répondait pas complètement à ma question. Monsieur RIOUS, de RTE, a dit qu'il n'y avait pas d'étude ACV publique sur les centrales nucléaires en France. Or, il y a quand même des chiffres qui ont été donnés par Mme PEREZ-LOPEZ tout à l'heure où on compare les différents cycles ACV de différents types d'énergies. Visiblement, il y a quand même des données qui existent. Une chose qui m'étonne toujours quand j'entends les contributions, j'en profite, c'est qu'on pose énormément de questions de contraintes pour le développement des énergies renouvelables en général, que ce soit à terre ou en mer, et je ne sais pas si on se pose autant de questions et si on pose autant de contraintes, en tant que grand public, quand il y a une plateforme pétrolière qui s'installe en Méditerranée parce qu'il va y en avoir d'autres. Le moratoire, je crois, est levé, en tout cas il avait une durée limitée dans le temps. Quand on fait des centrales nucléaires aussi à terre, est-ce qu'on se pose autant de questions ?

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

Merci beaucoup, Madame DESTIEVAN. Est-ce que pour une toute dernière réponse l'intervenante et les intervenants souhaitent réagir ou apporter une précision sur ce point ?

... **M. Vincent RIOUS**, RTE

Je peux réagir au premier point de Mme DESTIEVAN. Oui, effectivement, ce que je disais c'est qu'à ma connaissance, sur le parc nucléaire français, il n'y a pas d'ACV publique qui existe, mais après des centrales nucléaires, il y en a d'autres dans le monde et donc c'est possible de faire tout de même une ACV. Comme le disait M. GUENARD et d'ailleurs également Mme PEREZ-LOPEZ, finalement on a des tranches de valeur, ce dont on va se rendre compte c'est qu'il va y avoir des tranches de valeur, mais il n'y a pas de changements d'ordre de grandeur très importants. Sur le point économique que soulevait M. LADSOUS, je n'ai pas les éléments là et on n'a malheureusement pas le temps, mais dans le travail qu'on a engagé sur nos analyses à l'horizon 2050, on éclairera les analyses avec une analyse complète du coût, qui intègre à la fois les besoins de flexibilité, les besoins de réseau et donc pas uniquement effectivement une analyse en LCOE. Ce sont des éléments qui viendront dans le débat public.

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

Merci beaucoup, Monsieur. Madame, on vous écoute, mais très rapidement s'il vous plaît.

... **M^{me} Daphné DESTIEVAN**, France Energies Marines

Oui, oui, tout à fait. J'aurais bien aimé avoir une réponse des services de l'État, de la DGEC en particulier, sur le point : pourquoi ne peut-on pas avoir d'analyse ACV publique en France sur les centrales nucléaires ?

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

Les responsables du projet, la parole est à vous pour répondre à cette interpellation.

... **M. Matthieu LAURENT**, Direction générale de l'Énergie et du Climat

Je ne suis pas un spécialiste du nucléaire, je laisserai Nicolas CLAUSSET compléter si besoin, mais nous, nous avons trouvé des études ACV sur le nucléaire qu'on vous présentera dans les slides suivantes. Il y aura un tableau comparatif des différents types d'énergies dans les slides à venir. Je vous propose donc d'attendre ce moment-là. En revanche, je vais aussi profiter d'avoir la parole pour revenir sur le point qui a été soulevé précédemment et le fait que vous disiez qu'il n'était pas forcément urgent d'agir. En fait, pour nous, État, il est urgent d'agir aujourd'hui. Pour plusieurs raisons qui vont être rappelées encore une fois dans les slides à venir : pour diversifier notre mix énergétique et pour participer à la décarbonation du mix énergétique. Il y a donc une réelle urgence à agir dès aujourd'hui et comme a pu le rappeler Vincent GUENARD, le temps de mise à l'eau de ce projet est relativement long. Si on parle d'un débat public aujourd'hui, on aurait droit à un projet, si l'opportunité était confirmée, autour de 2028, 2029, 2030. C'est-à-dire qu'une décision qui est prise aujourd'hui n'aurait des impacts sur le mix énergétique qu'en 2028, 2029. Par ailleurs, sur les questions environnementales et sur les questions d'ingénierie, comme vous le mentionnez, il y a déjà, sur la partie ingénierie, un fort retour d'expérience parce qu'il y a déjà des fermes éoliennes flottantes en opération dans le monde.

Ce sont des technologies qui sont utilisées pour l'éolien terrestre, pour l'éolien en mer posé ou pour les plateformes pétrolières pour lesquelles on a beaucoup de retours d'expérience et sur la partie environnementale, là encore, il y a des retours d'expérience de l'éolien terrestre, de l'éolien en mer, même si c'est de l'éolien en mer du Nord puisque c'est là principalement que des éoliennes en mer sont installées. En ce qui concerne les fermes-pilotes, il y aura des retours d'expérience des fermes-pilotes qui nourriront l'étude d'impacts sur ces parcs commerciaux. C'est-à-dire qu'étant donné que les fermes-pilotes verront le jour autour de 2022, 2023 et que les études d'impacts auront sans doute lieu autour de 2024, 2025, 2026 pour ces parcs commerciaux, il y aura des premiers retours d'expérience sur l'environnement qui viendront directement des fermes-pilotes éoliennes flottantes en mer Méditerranée et qui seront utilisés.

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

Merci beaucoup, M. LAURENT. Je suis désolé, nous sommes un petit peu en retard. Nous allons clore ce temps de la session 1. Je suis vraiment désolé si je ne vous ai pas donné la parole ou si je n'ai pas lu votre intervention, ce n'est pas une volonté de ma part, c'est parce que nous avons eu beaucoup, beaucoup de questions, vous êtes très curieuses et curieux, c'est formidable, mais du coup, nous n'avons pas le temps de tout lire. En revanche, nous gardons toutes vos interventions, nous enregistrons le tchat. Vous pouvez aussi poser toutes vos questions sur la plateforme du débat public « eos.debatpublic.fr » et la discussion continue ce soir puisque nous ouvrons notre deuxième session sur le bilan carbone. Étienne, je te passe la parole.

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

Bonsoir à tous. Merci beaucoup, Arthur, pour cette transition. Ce que nous vous proposons effectivement, c'est de poursuivre en fait la discussion en focalisant le sujet véritablement sur le carbone. C'est quelque chose qui a déjà été abordé, nous en sommes bien conscients, mais c'était intéressant pour nous d'avoir d'abord cette vision en ACV de façon un petit peu globale et puis de demander maintenant effectivement de quelle façon l'éolien flottant décarbonerait ou non le mix énergétique et singulièrement le mix électrique. Pour cela, nous avons demandé deux interventions. Une intervention à la DGEC, M. CLAUSSET, pour nous expliquer effectivement, du point de vue du maître d'ouvrage, de quelle façon et dans quelle trajectoire, notamment énergétique, cette décarbonation, ou en tout cas l'éolien flottant, contribue ou pas à cette décarbonation. Ensuite, le regard d'un professionnel du bilan carbone, M. Charles Adrien LOUIS du cabinet BL qui va également essayer de faire un point avec les données dont il a pu disposer dans un temps très court et je le remercie beaucoup d'avoir bien voulu jouer le jeu. Il va nous faire effectivement un petit point en essayant peut-être d'approcher ou en tout cas en posant les bases de cette synthèse qui a été demandée tout à l'heure. Nous aurons ensuite, pour démarrer le débat, l'intervention de M. Laurent CASTAIGNEDE qui est ingénieur en électricité et qui portera un regard mettant un peu en perspective les deux interventions. Je vous propose d'écouter les trois intervenants d'une traite et de continuer, de poursuivre notre débat sur les éléments qu'ils vont apporter. M. CLAUSSET, je vous laisse la parole, c'est à vous.

... M. Nicolas CLAUSSET, Ministère de la Transition écologique

Bonjour, M. BALLAN, bonjour à tous. Afin de répondre à cette question « est-ce que ça va décarboner le mix énergétique ? », je pense qu'il y a une question très importante et on l'a bien précisé, c'est : est-ce qu'on va décarboner le mix énergétique et non pas uniquement le mix électrique ? J'expliquerai après pourquoi il est important de faire cette distinction, d'être plus englobant que la simple électricité et parler d'énergie.

Je pense que dans un premier temps il est tout d'abord essentiel de rappeler les objectifs qui ont été fixés et que s'est fixés la France à la fois au niveau national et au niveau international pour bien montrer qu'on s'inscrit dans cette dynamique de baisse des émissions de gaz à effet de serre avec cet objectif de réduire de 40 % ses émissions entre 1990 et 2030 afin d'atteindre d'ici à 2050 la neutralité carbone, c'est-à-dire qu'on n'émet pas plus de gaz à effet de serre que ce que la terre est capable d'absorber. Ça se décline aussi en termes de moyens par l'intermédiaire d'un objectif de développement des énergies renouvelables dans la consommation finale d'énergie. L'objectif, qui est décliné selon les différents vecteurs énergétiques à la fois pour la chaleur, pour le carburant, pour le gaz et pour l'électricité, est d'atteindre, à l'horizon 2030, 40 % de production d'électricité d'origine renouvelable. Ça va de pair avec un objectif de diversification du mix électrique qui est celui de réduire la part du nucléaire qui est aujourd'hui entre 70 % et 75 % selon les années à 50 % à l'horizon 2035.

Une fois qu'on a rappelé ces objectifs, de quelle manière est-ce que le développement d'un parc éolien en mer permet de répondre à cette question ? Comme cela a été dit tout à l'heure par Matthieu LAURENT en réponse à une question, il y a une première façon qui est de regarder le bilan en ACV. Pour compléter ce qui a été dit précédemment, aujourd'hui on a une expérience qui est relativement réduite sur les éoliennes flottantes et qui est essentiellement tirée des études d'impacts qui ont été faites pour les projets d'éolien flottant et donc qui estiment à 36 g eq CO₂/kWh produit. On vous a présenté ici les différents bilans pour les différentes technologies. Pour la question qui était posée sur les centrales nucléaires, il y a des rapports du GIEC, il y a base carbone de l'ADEME et on a donc des émissions qui sont comprises entre 6 et 12 selon les sources et celle qu'on vous indique ici qui est de 12, qui est celle du GIEC. Pour les éoliennes terrestres, on est aux alentours de 14 g de CO₂. Pour le photovoltaïque, on est autour de 56. Pour l'hydroélectricité, on est autour de 6. Évidemment, dès qu'on commence à parler de centrale de production à partir d'énergie fossile, celles qui émettent le moins de gaz à effet de serre sont celles qui ont des cycles combinés gaz et immédiatement on est sur des ordres de grandeur supérieurs puisque c'est de l'ordre de 410 g de CO₂/kWh. Pour avoir un ordre de grandeur, il faut avoir en tête qu'en France on a déjà un mix très décarboné puisqu'on est aux alentours de 72. En comparaison du mix électrique de l'Union européenne qui est de 306. Quoiqu'il arrive, si on regarde en ACV, de toute façon le 36 est inférieur à ces niveaux d'émission, aussi bien au niveau européen qu'au niveau français. Quoiqu'il arrive, on améliore le bilan carbone. Il faut aussi avoir en tête qu'à partir du moment où une installation éolienne est présente, le fait de produire, elle le fait en émettant 0 g de CO₂.

Donc, ce qu'il se passe aujourd'hui et c'est un peu ce qu'a expliqué RTE tout à l'heure déjà, c'est que lorsque les éoliennes produisent, elles viennent essentiellement en substitution de centrales thermiques fossiles. Ces centrales thermiques peuvent être en France, on en a relativement peu, mais elles sont aussi à l'étranger. Il y a notamment une étude que nous avons fait réaliser qui montre

que pour une éolienne – c'était une éolienne terrestre, mais le modèle est tout à fait transposable aux éoliennes en mer – dans 77 % des cas elle se substitue à de l'électricité qui serait produite par une centrale thermique en France ou à l'étranger. Ce qui veut bien dire qu'on vient substituer à une production qui était carbonée, une production qui est décarbonée. RTE a publié l'année dernière une étude qui comparait deux mix électriques français, un qui reposait sur un développement des EnR tel que celui qui est prévu par la Programmation pluriannuelle de l'énergie et un qui se ferait sans ce développement des énergies renouvelables.

Donc, au total, c'est plus large que les simples éoliennes puisque ça prend aussi en compte les émissions évitées du fait de la production photovoltaïque, mais on a au total 22 millions de tonnes de CO2 qui sont évitées annuellement grâce à l'installation de production de l'énergie renouvelable en France. Ce qui veut bien dire que, même si aujourd'hui on a un mix particulièrement décarboné au niveau français, tout développement d'énergie renouvelable vient améliorer encore ce bilan à la fois au niveau français et au niveau européen.

C'est d'autant plus important qu'on a un double objectif qui est de décarboner notre système électrique et notre système énergétique et qu'on a un objectif de diversification aussi de notre mix électrique. Cette diversification repose notamment sur une baisse de notre production nucléaire, comme je le disais tout à l'heure, qui aujourd'hui est aux alentours de 70-75 %, à 50 %. Toutes les centrales en France ont été produites dans un espace de temps assez réduit, de l'ordre de quinze ans, donc elles vont arriver aussi dans un espace aussi restreint vers la fin de leur durée d'exploitation. Il est donc nécessaire, dès à présent, de penser aux sources d'énergie également décarbonées qui sont capables de venir assurer le même niveau de sécurité d'approvisionnement et le même niveau de décarbonation du mix électrique. Dans ce cadre-là, les éoliennes en mer constituent, du fait de leur capacité de production élevée et leur très faible niveau d'émissions, une énergie tout à fait bénéfique dans ce cadre-là.

Ensuite, c'est pour ça que la question de l'atelier a été très importante de parler de mix énergétique, c'est que l'électricité s'intègre aussi dans un monde plus large qui est celui de la production d'énergie et de la consommation d'énergie. La décarbonation, c'est-à-dire le fait de vouloir baisser nos émissions de gaz à effet de serre dans l'ensemble des secteurs va nécessiter en fait aussi une électrification importante d'un certain nombre de moyens de production aujourd'hui, que ce soit dans le transport, que ce soit dans l'industrie pour la production de chaleur. Ce qui va générer une augmentation de la consommation d'électricité qui est estimée relativement faible dans les prochaines années, mais tout à fait significative à horizon 2050. L'estimation qui a été faite, notamment par RTE, c'est une augmentation de l'ordre 5 % de la production d'électricité à 2030, ce qui veut dire qu'il faut qu'on ait d'autres moyens de production supplémentaires d'électricité également et il faut que ceux-ci soient décarbonés.

En quelques mots, pour résumer, d'une part il est important de rappeler que la production d'énergie renouvelable électrique se substitue essentiellement à de la production d'origine fossile et donc ça participe à la décarbonation du mix électrique et européen. L'ordre de grandeur, si on veut en avoir un parce que c'est toujours important, c'est de l'ordre de 22 millions de tonnes évitées chaque année. Ensuite il est nécessaire de toute façon de développer de nouveaux moyens de production essentiellement pour deux raisons : une qui est qu'on va avoir une augmentation de la consommation d'électricité qui va participer à la décarbonation globale de notre mix énergétique en réduisant la

production de chaleur, par exemple, à partir de charbon ou à partir de fuel ou qui va se substituer à l'utilisation de carburant dans les transports donc de toute façon on aura une baisse des émissions grâce à ce transfert énergétique vers de l'électricité décarbonée. Ensuite, on a cet objectif de diversification du mix, qui n'a de sens que si cette diversification se fait dans le respect de nos objectifs de baisse des émissions de gaz à effet de serre, et c'est pourquoi les parcs éoliens en mer permettront également de compenser cette diminution prévue de la part du nucléaire parmi les autres énergies renouvelables qui seront développées.

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

Merci beaucoup, M. CLAUSSET. Je vous propose d'écouter tout de suite M. Charles Adrien LOUIS qui est le cogérant du cabinet BL évolution. Donc, avec les données disponibles dans le cadre du débat, M. LOUIS, vous avez bien voulu effectivement essayer de tenter une petite synthèse. Je vous remercie et vous avez la parole.

... M. Charles Adrien LOUIS, Cabinet BL évolution

Bonjour à toutes et bonjour à tous. Du coup, on peut entrer directement dans la slide suivante. Effectivement, on m'a demandé d'intervenir il y a très peu de temps donc j'ai fait avec les moyens du bord et j'ai voulu m'intéresser à plusieurs questionnements. Le premier c'est pourquoi quand on parle d'éolien flottant aujourd'hui, on considère une empreinte carbone qui est supérieure à celle de l'éolien posé en mer ou de l'éolien terrestre. Après, comprendre d'où viennent ces émissions de CO₂, voir comment on peut les réduire et soulever aussi quelques réflexions sur la manière dont on considère les grammes CO₂ par kWh.

Là, sur le graphique que j'affiche, vous avez la différence en fonction des étapes du cycle de vie. Donc, fabrication, assemblage, utilisation et désassemblage. Le premier, en vert tout à gauche, c'est tout ce qui concerne l'éolien terrestre. En bleu foncé, c'est ce qui concerne l'éolien maritime posé.

Donc des données sur lesquelles on a des retours d'expérience assez nombreux et donc ce sont des moyennes qui sont assez fiables. Après, il y a deux projets d'éolien flottant qui sont les deux expérimentations qui ont été présentées dans l'heure d'avant qui se font en Méditerranée. Ce que l'on peut remarquer c'est qu'effectivement il y a un bilan comme ça, indiqué de ces projets-là qui est plus important pour le flottant que pour le posé en maritime et qui est de l'ordre d'un facteur 2 à 3.

D'abord, il y a un impact qui est doublé au niveau de la fabrication. Comme ça, quand on regarde des analyses de cycles de vie, en particulier sur le critère carbone, ça vient essentiellement des flotteurs qui sont des gros blocs de métal et qui nécessitent, à la fabrication de ces quelques milliers de tonnes de métal, une quantité de CO₂ supérieure à ce que l'on peut trouver pour les autres types d'éoliennes. Le deuxième élément qui m'a assez surpris, notamment dans l'un des deux projets, celui qui est en bleu clair ici, c'est la quantité d'heures de fonctionnement de navires nécessaires à l'assemblage et à la maintenance de ces éoliennes et qui en fait, fait que l'essentiel du bilan carbone du parc flottant considéré, c'est finalement du carburant dans des navires qui est éjecté par ces moteurs.

Deux premiers points, le troisième c'est qu'il y a un effet assez évident qui est la dépendance du bilan carbone, à la fois la distance du parc aux côtes et à la taille du parc. Donc, à la distance puisqu'il y a des éléments qui ont une part significative dans le bilan carbone qui sont les câblages notamment et donc

les câblages et les transformateurs pour se rendre de la terre jusqu'aux éoliennes qui fait que plus le projet est loin – j'entendais tout à l'heure qu'il y avait peut-être des avantages à avoir des projets loin – plus le coût carbone, à la fabrication, sera important. L'autre, c'est la taille du parc puisqu'évidemment, si on a besoin de tirer 20 kilomètres de câbles pour raccorder une éolienne, on ne divise que par 1 les émissions liées à la fabrication et à la pose du câble alors que s'il y a 50 éoliennes, ça divise par presque 50, à quelques éléments près.

Les autres éléments, on voit qu'il y a une incertitude importante sur la phase d'exploitation de ces éoliennes et ça, c'est un peu quelque chose qu'on pourrait mettre sur tous les projets, c'est qu'au moment de faire le projet, on ne peut pas savoir ce qu'il va se passer exactement. En l'occurrence, j'ai trouvé les ACV réalisées assez faibles sur ce point-là et utilisant des ordres de grandeur très imparfaits sur la quantité d'heures de maintenance notamment nécessaire pour les projets et pour quelle raison est-ce que l'on considère cinq fois ça pour un projet que l'autre. Ce sont des questions qui restent en suspens à la lecture des documents que j'ai lus.

Dernier point, c'est la durée de vie estimée, ça répond à la question sur le parc flottant. Dans les ACV considérées, c'est vingt ans alors que pour le maritime posé, c'est vingt-cinq ans. Donc, forcément, avec cinq années de moins de production d'électricité, ça augmente d'autant plus le coût en grammes CO₂ par kWh injecté sur le réseau.

La slide suivante pose quelques éléments de perspective là-dessus. Tout d'abord, le bilan proposé que l'on peut lire dans ces ACV c'est de 25 à 50 g de CO₂ eq/kWh injecté. Ça reste très dépendant de la distance et du nombre d'éoliennes raccordées, comme je le disais. Ce qui fait que sur un parc tel qu'il est considéré et pas un parc expérimental, on peut imaginer être plutôt dans la partie basse de la fourchette que dans la partie haute de la fourchette.

L'autre élément c'est que le besoin en matières et en ressources supplémentaires fait que l'éolien flottant gardera un impact supérieur à l'éolien posé, du moins tant que les techniques de construction sont celles qu'elles sont. Mais du coup se pose la question, notamment sur la recyclabilité et la circularité des ressources utilisées, à la fois pour la fabrication, pas uniquement pour le démantèlement, puisqu'on peut aussi imaginer, dans les matériaux utilisés pour la fabrication d'éoliennes, être déjà dans du recyclage de matériaux et pas dans l'extraction nouvelle de matériaux.

Le troisième point c'est, comme je le disais, les émissions qui sont fortement liées aux navires utilisés. Là, se pose une question de : n'est-il pas possible et envisageable, dans de tels projets, d'imaginer des navires différents et de réfléchir sur la conception des navires qui viendront effectuer à la fois la pose des câbles, des éoliennes, la maintenance, les réparations et les diverses opérations ? Puisque finalement, si l'énergie utilisée par ces navires-là était plus faiblement carbonée, le bilan carbone de l'éolienne en serait d'autant réduit.

Enfin, le dernier point sur lequel je voulais insister, c'est qu'en fait il y a quand même un biais dans la lecture de ces indicateurs-là, c'est que l'on considère une moyenne qui se répartit dans le temps. Or, la physique, ce n'est pas comme ça que ça se passe. En fait, les émissions sont pour l'essentiel, du moins la fabrication, réalisées la première année. Ce qui fait qu'au bout d'un an, vous avez une certitude, c'est que vous avez émis toutes les émissions en valeur absolue et ensuite c'est en fonction de la production qui va se passer sur les vingt ans suivants, en gros, que vous allez pouvoir réduire ces émissions et pouvoir arriver à un facteur qui vous semble convenable, mais d'un point de vue

physique, le CO₂ est déjà émis et donc finalement on tend vers un mix électrique qui est le moins coûteux en carbone à la construction. Mais il faut bien faire attention à quel moment sont émises les émissions et ne pas croire qu'un projet d'éolien on peut le faire pour dix ans ou pour quinze ans et que ce sera le même élément. En fait, c'est pareil pour tous les autres types d'énergies. On parlait tout à l'heure de l'ACV du nucléaire. Aujourd'hui, si vous voulez donner un coût CO₂ au kWh injecté sur le réseau de l'EPR de Flamanville, il tend vers l'infini. Si ce réacteur n'est jamais mis en production, le coût carbone sera évidemment infini puisqu'il n'y aura aucun kWh injecté sur le réseau. Si en revanche il est mis en production pour cinquante ans, on arrivera à un coût carbone qui sera d'un ordre de grandeur comparable à ce qu'on a là et ce qu'on a dans les autres projets d'énergie.

Le dernier point sur lequel je voulais insister c'est le fait que, pour moi, il faut distinguer deux choses, c'est d'une part ce qui va être fait par la production d'énergie et l'éolien, comme le nucléaire, comme le solaire, lorsqu'ils produisent des kWh, ce sont des kWh qui n'émettent pas directement de CO₂. Ça, c'est un élément qui est important parce que ça veut dire que ce sont des énergies qui sont imaginables dans un futur complètement décarboné. En revanche, tout le CO₂, et quand on parle de 25 ou 50 grammes de CO₂ par kWh injecté, tout ce CO₂ est lié à d'autres choses, d'autres industries et qui doivent se décarboner dans les réflexions du projet. C'est la fabrication de l'acier, c'est le transport maritime et terrestre, c'est la fabrication du béton, etc. On doit donc avoir des réflexions à ces éléments-là et pas simplement apporter un chiffre de 30 ou 35 grammes de CO₂ par kWh, mais vraiment se demander comment on a une phase de production et une phase d'exploitation qui soit la plus décarbonée possible. En fait, ce ne sont pas des émissions ultimes, ce sont des émissions que l'on peut réduire. Le dernier point, c'était pour insister sur la présentation précédente, aujourd'hui l'électricité est européenne, les réseaux sont interconnectés et donc la question, pour moi, n'est pas tant de savoir si on est plus propre ou moins propre que le nucléaire, c'est de savoir comment est-ce qu'on fait pour se débarrasser le plus vite possible des centrales à charbon qui sont encore en train de produire de l'électricité dans le réseau interconnecté qui est le réseau européen.

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

Merci beaucoup, M. LOUIS. Je vais tout de suite évoquer simplement un petit point, c'est une remarque de M. LAURENT dans le tchat qui indiquait qu'il y avait d'autres chiffres effectivement dans les présentations de la première session. Je voulais juste indiquer et préciser que vous aviez travaillé à partir des analyses du cycle de vie préliminaires des projets d'éolien flottant en Méditerranée et deux fermes-pilotes flottantes et donc c'est pour ça que les chiffres que vous avez utilisés sont effectivement ceux que vous avez présentés. L'intervenante précédente avait d'autres éléments sur l'éolien flottant, mais vous avez bien utilisé les documents qu'on vous a envoyés et qui sont ceux mentionnés par le maître d'ouvrage dans son dossier du maître d'ouvrage. Je vais maintenant donner la parole à M. CASTAIGNEDE, je vais le laisser se présenter et réagir simplement. On lui a proposé d'être simplement le discutant qui va lancer la discussion à partir de maintenant. M. CASTAIGNEDE, si vous avez le micro, vous avez trois minutes simplement pour nous dire ce que vous reprenez de ces interventions sur les questions du bilan carbone et comment vous souhaitez les mettre en perspective avant qu'on ne démarre la discussion.

... M. Laurent CASTAIGNEDE, Ingénieur en électricité

Je ne voulais pas faire de la redondance par rapport à ce qui a été dit et c'est un petit peu dans le prolongement de ce qu'a dit Charles Adrien LOUIS, c'est-à-dire de mettre des bémols sur certains calculs qui sont présentés, tel qu'il l'a fait. J'en rajouterais deux et je pense qu'après on pourra voir au niveau des questions. J'ai oublié de me présenter, je fais du bilan carbone depuis douze ans à Bordeaux. Je suis ingénieur, j'ai fait Centrale et avant j'ai travaillé dans le bâtiment et dans les transports et aujourd'hui je suis aussi affiché comme expert des transports par le biais d'un bouquin que j'ai écrit qui s'appelle Airvore. Vous pouvez voir cela sur « bco2.fr ». Effectivement, on pose régulièrement des questions sur l'électricité, mais plutôt au niveau des voitures électriques beaucoup plus que sur les éoliennes.

Je voulais simplement évoquer deux points un petit peu en complément de ce qui a été dit. Il s'agit de dire attention, quand on dit que des éoliennes ça évite du fossile donc ça diminue les émissions, attention à cette phrase. Cette phrase est à peu près fautive depuis plusieurs décennies. Je ne dis pas qu'elle est peut-être vraie demain, mais en tout cas depuis plusieurs décennies, elle est fautive. Tout simplement parce que, au niveau mondial, la demande en électricité a davantage crû depuis plusieurs décennies que la mise en production des énergies renouvelables. Ce qui fait qu'effectivement, quand on fabrique de l'électricité éolienne, on peut comprendre qu'on évite une centrale au gaz ou une centrale au charbon qui va fabriquer le même kWh, mais attention, si on est dans un contexte où la demande croît plus rapidement que les énergies renouvelables qu'on installe, effectivement on évite un supplément, mais en fait on est dans un contexte dans lequel les émissions augmentent. Elles augmentent juste un petit peu moins vite du fait qu'on ait planté une éolienne que ce qu'elles auraient fait si on n'avait pas planté. Attention aux raccourcis sémantiques faux consistant à penser a priori qu'une éolienne ça décarbone. Non, si ça évite, ça évite peut-être de la surcarbonatation. Donc peut-être en revanche, ça ne veut pas dire qu'il ne faut pas le faire, je n'ai pas dit cela, mais attention à ces raccourcis et surtout qu'au niveau mondial, si vous regardez les courbes mondiales, vous verrez comment jusqu'à 2019 en fait, on a la demande qui augmente plus vite que la mise en production d'EnR. Ça, c'était le premier point.

Ensuite le deuxième c'est qu'on a présenté d'un côté des bilans carbone ramenés au kWh. D'un autre côté, on a parlé de flexibilité. En fait, les deux ne sont malheureusement pas associés. C'est-à-dire que si on revient il y a quelques siècles, les éoliennes qui fonctionnaient, si vous aviez du grain à moudre, vous n'alliez voir le moulin à vent que s'il y avait du vent. C'est-à-dire que votre grain vous le gardiez si jamais il n'y avait pas de vent et vous veniez quelques jours plus tard lorsqu'il y avait du vent, mais là tout le monde venait pour moudre son grain. Aujourd'hui les éoliennes n'ont aucun rapport, grosso modo, avec la demande. C'est-à-dire que les gens ne font pas fonctionner de l'électricité parce qu'il y a du vent au large à 20 kilomètres. On n'a quasiment aucune corrélation avec cela. Cela signifie que quand on fait le bilan carbone du kWh, attention, si on part d'essayer de faire un bilan carbone de l'éolien d'un kWh, admettons constant, cela signifie qu'il va falloir prévoir, dans le bilan carbone, la fabrication et l'exploitation de moyens qui vont permettre de pallier en fait l'écart. Effectivement, on a entendu dire tout à l'heure que l'on peut pronostiquer du foisonnement, il y en aura, de l'effacement, il y en aura, etc., mais attention, tous ces mots de vocabulaire n'empêchent pas de faire des calculs et d'ajouter des émissions qui vont être pour partie celles de moyens qu'il va falloir mettre en production pour pouvoir compenser à la fois l'intermittence, mais surtout l'inadéquation entre le moment où le

kWh est produit et le moment où il est demandé. Donc, attention, ça peut conduire à des structures assez importantes. Un petit peu en éclairage un petit peu humoristique, je vous renverrai vers un bouquin d'Albert ROBIDA de la fin du XIXe siècle qui, lui, pronostiquait la vie d'aujourd'hui grosso modo et il imaginait qu'il y avait d'énormes centrales de stockage d'électricité parce que justement il y avait cette inadéquation. Il imagine même des catastrophes en fait par électrocution de la population parce qu'il y avait de l'électricité qui se libérerait de tous ces lieux de production. C'est plutôt un clin d'œil, mais c'est pour vous dire que le calcul du kWh, quand on voit grammes de CO2 par kWh de l'éolien, normalement dans ce calcul il faudrait ajouter les moyens à côté et éventuellement, ces moyens-là, on l'a dit une fois, ça peut être de devoir activer des centrales au gaz. Donc, attention, ça signifie que l'ensemble va être ponctuellement, sur quelques pourcents éventuellement, alimenté par du 410 g/kWh pour quelques pourcents, ça peut donc dégrader le bilan de l'éolien. Ça ne signifie pas qu'il faut le mettre à la poubelle, je n'ai pas dit cela. C'était les deux éléments que je voulais souligner.

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

Merci beaucoup. Nous avons déjà plusieurs questions sur le tchat, mais il n'y a pas encore de demande de prise de parole. Peut-être un premier point qui est demandé par M. GUENNICHE et je pense que c'est une interrogation clairement à M. CLAUSET : « pourquoi un objectif de réduire la part du nucléaire à 50 % ? Ce chiffre est trop rond pour être autre chose qu'une déclaration politique ». Ce que propose M. GUENNICHE, c'est que la part du nucléaire soit finalement quelque part déduite de l'ensemble des autres efforts, si j'ai bien compris, du développement des EnR, mais également des efforts de sobriété et d'efficacité énergétique. M. CLAUSET, est-ce que vous pouvez répondre sur ce point ? Nous aurons ensuite un point un petit peu technique, je crois, sur la durée de vie des éoliennes puisqu'il y a un petit débat sur le tchat à savoir si c'est vingt, vingt-cinq ou trente ans qu'il faut considérer.

... M. Nicolas CLAUSET, Ministère de la Transition écologique

Sur cet objectif de diversification du mix qui passe avant tout et en raison de la composition de notre mix aujourd'hui qui est très nucléaire, comme on l'a dit tout à l'heure, 50 % ça correspond... pourquoi est-ce que ça ne serait pas 40 %, c'est finalement la question qui était posée. Aujourd'hui, ce qu'on sait c'est qu'on va avoir un effet qui est que les centrales ont été construites dans un laps de temps relativement réduit et qu'on va arriver aussi à leur fin de vie dans le même laps de temps. Il est donc nécessaire d'anticiper cet effet falaise parce qu'on ne serait pas en mesure, si on devait déclasser l'ensemble du parc sur une quinzaine d'années, de pouvoir le compenser. On a donc cet objectif-là qui est de réduire cette part-là pour prendre aussi en compte le fait que si on a des défauts génériques, comme ça a pu arriver par le passé, ça veut dire que compte tenu des technologies qu'on a sur nos parcs, on pourrait avoir à l'arrêt un certain nombre de réacteurs de façon simultanée. C'est donc pour ça qu'on a cet objectif de baisse du mix électrique. Il était de 75 % et donc la cible que nous nous sommes fixée c'est d'avoir ce niveau à 50 % en 2035. Ça ne préempte pas le fait d'avoir un autre niveau ultérieurement, mais ce 50 %, c'est le niveau maximal qui semble pertinent dans le cadre d'une diversification du mix électrique pour avoir des modes de production qui sont suffisamment différents et suffisamment indépendants dans leur technologie pour ne pas que les uns fassent peser un risque sur les autres.

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

Merci beaucoup.

... **M. Nicolas CLAUSSET**, Ministère de la Transition écologique

Je peux éventuellement répondre à la question sur la durée de vie. Il y a deux choses différentes sur cette durée de vie. Comme ça a été signalé par M. LADSOUS, on a d'une part les contrats qui sont la durée pendant laquelle l'État verse le complément de rémunération, le soutien financier au parc, qui sont habituellement des contrats de vingt ans ou de dix-huit ans selon les parcs. Après, il y a la durée de vie effective et là je crois que Matthieu LAURENT répondait également, on est plutôt sur vingt-cinq à trente ans pour ces installations en mer telles que projetées aujourd'hui et ce sera peut-être encore supérieur.

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

D'accord. Vous proposez donc que les calculs de bilan carbone soient plutôt faits sur la durée de vie plutôt que sur la durée des contrats si j'entends bien votre remarque.

... **M. Nicolas CLAUSSET**, Ministère de la Transition écologique

Oui, le bilan en ACV est fait en analyse du cycle de vie donc sur la durée de vie et non pas en analyse du cycle de soutien.

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

Très bien. Alors, je voulais juste ajouter un petit point qui me semble important. Il y a eu plusieurs remarques aussi dans la première partie de la réunion sur les données, notamment les données qui viennent de l'éolien flottant de l'Écosse et du Portugal. Je voulais simplement signaler à tout le monde que nous avons sollicité les opérateurs des projets écossais et portugais pour qu'ils nous transmettent leurs ACV et leurs bilans carbone, mais malheureusement ça n'a pas été possible, en tout cas nous ne les avons pas reçus à ce stade. Nous ne manquerons pas évidemment de les mettre en ligne dès qu'on les aura reçus puisqu'on va continuer à leur demander. Je voulais simplement indiquer cela pour expliquer aussi du coup que les données dont M. LOUIS a notamment disposé étaient essentiellement les données des fermes-pilotes méditerranéennes. J'ai une demande de parole de M. Thierry HOOLANS, je vais vous donner la parole.

... **M. Thierry HOOLANS**, ADN Passpartou

Merci. En fait, un petit peu en résumé de ce qu'on a entendu aujourd'hui par vos intervenants et les participants, je rejoins un petit peu M. LADSOUS en disant qu'il y a quand même beaucoup d'incertitudes au niveau des gaz polluants. Au niveau des matériaux, c'est également très coûteux. L'éolien pélagique est très coûteux par rapport aux autres éoliens. Il y a donc beaucoup d'incertitudes

techniques malgré tout ce qu'on a pu entendre aujourd'hui et je rajouterais aussi, mais je suppose qu'on va en discuter dans la prochaine session, il y a aussi un problème de biodiversité pélagique qui me concerne et qui me semble être énorme. Là, je peux vous l'affirmer parce que j'en ai recherché partout, il y a une très, très grosse incertitude mesurée au niveau des pollutions, je parle principalement de la pollution sonore. Résultat de tout cela, je me demande – je rejoins là aussi M. LADSOUS – s'il ne faudrait pas attendre deux ans ou rechercher un petit peu pendant deux ans de façon claire et je dirais très en continuant à faire les débats que vous faites là, donc de façon très ouverte, des études et d'avoir des certitudes un petit peu. Il ne faut pas non plus que la finance, oui, il faut profiter du fait que les choses se présentent pour sauter dessus, c'est un peu mettre la charrue avant les bœufs et on va continuer à jouer à l'apprenti sorcier. Alors, on le voit aujourd'hui avec le climat parce qu'on l'a annoncé il y a très longtemps, il y a quarante ans, j'entendais cela déjà à l'époque, et aujourd'hui on continue avec la biodiversité et on continue avec des incertitudes. Voilà ce que j'avais à dire aujourd'hui et je pense que le sursis pour les animaux marins de deux ans ne sera pas de trop pour comprendre enfin ce qu'il se passe à tous les niveaux, au niveau technique, au niveau social et tout cela. Je pense qu'il faut vraiment se donner du temps de la réflexion à tout le monde, aussi bien aux professionnels qu'aux associations.

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

Merci, M. HOOLANS. Effectivement, vous l'avez mentionné, les impacts sur la biodiversité et le milieu marin, on a effectivement bien identifié la question dans le cadre de la préparation de ce débat et donc vous êtes invités à deux réunions qui vont se dérouler, la première ce jeudi, le jeudi 16 septembre, sur les mêmes modalités, c'est-à-dire des modalités en distanciel entièrement, ensuite le 23 septembre et là vous aurez la possibilité soit de vous connecter en distanciel soit de venir directement à la réunion en présentiel où on fera le point un peu plus sur les impacts justement de l'éolien sur la biodiversité marine. La réunion devrait se tenir à Sète, si vous êtes dans le secteur. Même si vous êtes un peu loin, n'hésitez pas à venir. Je vais relayer la question de M. CASTAIGNEDE à M. CLAUSSET, la question était effectivement de constater que jusqu'ici ce que vous appelez substitution, c'est-à-dire le remplacement de la production thermique d'énergie par les EnR et notamment l'éolien flottant n'avait pas été jusqu'ici constaté. C'est-à-dire que l'ensemble des EnR, d'un point de vue global, n'avait pas en fait servi à substituer aux énergies thermiques, mais c'était simplement venu en addition à l'ensemble de la consommation et la production d'énergie globale. Est-ce que vous pourriez nous dire, M. CLAUSSET, si vous avez des raisons de penser qu'effectivement on peut rentrer ou on devrait rentrer dans une logique de substitution et non pas d'addition dans les années qui viennent ?

... M. Nicolas CLAUSSET, Ministère de la Transition écologique

Je pense que dans ce qui a été dit par M. CASTAIGNEDE, il y a deux aspects. Il y a le fait que la consommation a évolué au niveau mondial, ce qui est indéniable. Après, quand on regarde au niveau français et au niveau européen, la consommation n'a pas augmenté dans les dernières années, elle a été soit en très légère baisse, mais plutôt sur un mouvement de stagnation si on fait l'exception de l'année 2020 qui a été tout à fait particulière en raison du confinement et pour laquelle on a eu une baisse de la consommation. Au total, on a globalement, au niveau français, une consommation qui

est relativement stable et quand on regarde, on a de la production EnR qui est clairement venue du coup remplacer la production fossile. Il y a deux aspects où M. CASTAIGNEDE disait qu'on ne prenait pas forcément en compte... j'ai l'impression qu'on dit la même chose, mais qu'on n'en tire pas les mêmes conclusions. Aujourd'hui, si on installe des EnR, si la consommation est identique, en raison du fonctionnement des marchés de l'électricité, elle va venir – c'était également une question du tchat, je crois – en substitution du fossile parce qu'en production marginale elle coûte moins cher que le nucléaire et donc en fait, par effet domino, elle va remonter toutes les productions qui sont appelées et donc celle qui est la plus chère va être éliminée et c'est la production fossile.

Donc il y aura peut-être l'installation fossile qui est encore physiquement présente, la centrale à gaz, mais elle ne produira pas. La centrale à gaz produit essentiellement lors de son cycle de vie lorsqu'elle brûle du gaz. Donc, dire qu'on ne prend pas en compte le fait que de temps en temps, c'est ce que vous avez dit M. CASTAIGNEDE, il y a peut-être quelques pourcents du temps où effectivement on aura de la production thermique pour pallier une absence à un moment donné de la production renouvelable et donc peut-être que sur cet instant, effectivement, à un moment donné, on aura une production plus importante et je ne dis absolument pas le contraire. En revanche, si on regarde le bilan sur l'année, sur tous les moments où la production renouvelable va permettre de chasser de la production fossile, dans ce cas-là on a un bilan qui est globalement positif voire très positif et l'étude très précise qu'a fait RTE qui est de faire « je regarde sur l'année ce qu'il se passe, si j'ai des EnR ou si je n'ai pas d'EnR et donc je prends la somme de toutes les productions de tous les jours de l'année toutes les heures en faisant les simulations quand il y a du vent, quand il n'y a pas de vent, quand il y a du soleil, quand il n'y a pas de soleil », et à la fin de l'année on constate qu'en comparant les deux scénarios, il y a le scénario avec les EnR où on a évité 22 millions de tonnes. Pour préciser par rapport à la question de M. LADSOUS, j'ai dit que c'était les EnR présentes en France, j'ai n'ai pas dit que les 22 millions de tonnes évitées étaient en France. Sur les 22 millions, il y en a 5 en France et 17 en Europe.

On est donc en train de dire que lorsqu'on regarde le bilan global, et c'est bien ce qu'on nous demande, la production EnR a permis, au global, d'éliminer 22 millions de tonnes. On n'a pas eu besoin, là aussi les études ont été faites, actuellement on n'a pas eu besoin d'installer de nouvelles installations à gaz ou de nouvelles installations au charbon pour compenser de l'éolien. Ça, c'est quelque chose qu'on voit aussi régulièrement. En tout état de cause, il n'y a pas de nouvelles constructions, il y a une centrale à gaz qui a été prévue à Landivisiau depuis quelques années, on va globalement fermer les centrales au charbon, on a fermé les centrales au fuel. Donc, globalement, on n'a pas construit de nouvelles centrales à gaz à cause de ces EnR-là. Sachant que la centrale à gaz de Landivisiau répond aussi en grande partie à un besoin de stabilité du réseau sur la région Bretagne qui a moins de moyens de production.

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

M. CLAUSSET, simplement, si vous me permettez puisque nous sommes effectivement sur des sujets un peu globaux sur la production et la consommation, on en a pas mal parlé lundi dernier, mais il y a à nouveau dans le tchat une question qui porte là-dessus, mais qui est très concrète, qui est finalement combien il va falloir de parcs éoliens. Vous l'avez dit clairement que ces éoliennes flottantes contribueraient au remplacement des centrales nucléaires, c'est écrit dans votre diaporama. Vous

parlez de 75 % à 50 % donc M. BONHOMME vous pose la question très simple : « combien de parcs éoliens faudrait-il pour compenser cette évolution ? Avez-vous un ordre d'idée plus précis sur ce point ? ». Ensuite, nous avons, je crois, M. GUENNICHE qui avait demandé la parole, je lui donnerai juste après votre réponse.

... M. Nicolas CLAUSSET, Ministère de la Transition écologique

Je n'ai plus exactement en tête les grandeurs, je ne sais pas si on peut répondre après le débat. On ne peut pas raisonner uniquement en parcs éoliens parce que l'objectif de diversification passe par un développement de l'éolien en mer qui constituera un volet important, de l'éolien terrestre et du photovoltaïque. J'ai bien en tête les objectifs qu'on a en 2028, mais donc qui ne répondent pas exactement à la question de 2035, mais globalement aujourd'hui on est à 10-12 GW en photovoltaïque, on a un objectif de passer jusqu'à 45 en 2028. On est à 17 GW sur l'éolien terrestre, on a l'objectif de passer à 34 et sur l'éolien en mer, on a l'objectif d'atteindre normalement, en termes de puissance installée, 6 GW. Sachant qu'en fait, on va aussi rentrer dans une optique où on a des parcs de différentes tailles. Les parcs qui ont été attribués jusqu'à présent, les six premiers parcs, ils faisaient à peu près 500 MW, le septième fait 600, le prochain parc en Normandie fera 1 GW et là, les parcs flottants, puisqu'on est sur un début de filière industrielle, on est plutôt sur des parcs de 250 MW. C'est plutôt en termes de puissance installée qu'il faut raisonner, mais on aura globalement, à l'horizon 2035, on doit être dans un ordre de grandeur de 10 à 15 GW, mais sous toute réserve, il faudrait qu'on vérifie, je ne sais pas selon quelles modalités on peut éventuellement répondre ultérieurement, M. BALLAN.

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

Merci beaucoup. Effectivement, c'est très simple, nous transmettrons et nous reprendrons la question qui a été posée et nous la mettrons sur le système de questions/réponses, vous aurez donc effectivement un peu plus de temps pour pouvoir nous donner les précisions chiffrées et elles seront transmises à la personne qui a posé la question tout à l'heure. Je vais donner maintenant la parole à M. GUENNICHE, vous étiez intervenu plusieurs fois dans le tchat, je suppose que vous allez développer plus vos questions.

... M. GUENNICHE, Participant

Oui, je reprends un peu l'esprit du débat citoyen qui consiste à donner la parole aux citoyens pour savoir quel type d'énergie ils veulent avoir pour demain, mais finalement, quand on regarde, le renouvelable c'est essentiellement maintenant en développement, le solaire et l'éolien, mais on ne voit pas beaucoup de comparaisons entre ces deux types d'énergie et effectivement pourquoi devrait-on faire des forêts d'éoliennes alors qu'en fait, on a encore des forêts de toits qui ne sont pas couverts de capteurs solaires. Est-ce qu'il y a une problématique de l'énergie solaire qui fait qu'on ne peut pas la développer facilement et qu'on est obligé d'utiliser l'éolien ? Pourquoi faire de l'éolien en mer et gâcher le paysage marin qui reste pour l'instant encore vierge et intouché alors qu'il y a plein d'endroits où on pourrait mettre des capteurs solaires ? On ne comprend pas très bien tout cela. Pourtant, je suis un fervent de l'énergie renouvelable, je serais assez écologiste dans l'âme et puis on n'a pas trop le choix, mais quand même,

quand il s'agit de décider et de débattre, on manque d'éléments de décision, on voit beaucoup de chiffres qui sont très compliqués et on manque de synthèse pour dire : voilà le solaire, voilà quelles sont ses limites, voilà combien de solaire on pourrait installer, voilà l'éolien, voilà le nucléaire, parce qu'on pourrait aussi construire des centrales supplémentaires vu le fait qu'elles sont quand même très, très efficaces. Je ne suis pas du tout dans l'opposition nucléaire, éolien, solaire, je pense qu'on aura besoin de tout type d'énergie, mais c'est vrai que s'il faut appuyer plus fort sur un bouton, il nous manque un peu de matière simple pour que la plupart des citoyens comprennent. Merci beaucoup.

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

Merci beaucoup, M. GUENNICHE. Je vais donner la parole à M. LAURENT qui l'avait demandée peut-être un peu en réaction à ces éléments-là, sachant que M. CLAUSSET, juste avant vous, avait donné quelques éléments de grandeur en tout cas, notamment sur l'évolution du photovoltaïque. Peut-être que M. LAURENT peut les rappeler brièvement.

... **M. Matthieu LAURENT**, Direction générale de l'Énergie et du Climat

Je laisserai Nicolas CLAUSSET compléter si besoin sur le photovoltaïque, je crois que c'est un objectif de 45 GW d'ici à 2028 donc ce qui est vraiment conséquent par rapport à la capacité installée actuellement. Je voulais juste revenir sur la question précédente : à quoi vont correspondre ces deux parcs sur les objectifs totaux de production d'énergie renouvelable ? Dans le bilan prévisionnel de RTE de 2021, on estime que la production de renouvelable en 2030 devrait atteindre environ 230 TWh et donc, si on fait le calcul par rapport à la production des deux premiers parcs de 250 MW, on aurait une production d'environ 2,9 [inaudible 2:05:46] TWh, ce qui correspondrait à 1 % de la production des énergies renouvelables en 2030. Donc, si on ajoute les extensions à ce calcul, on aurait un total d'environ 3 %, mais après il y a un problème de temporalité puisque les extensions seraient mises en service un peu après. Près de 1 % de la production totale des EnR d'ici 2030 pour les deux premiers parcs de 250 MW.

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

Je vous remercie. M. CLAUSSET, un complément rapide s'il vous plaît et puis je donnerai la parole à M. LOUIS ensuite.

... **M. Nicolas CLAUSSET**, Ministère de la Transition écologique

Par rapport à la question et par rapport à ce qu'a dit Matthieu LAURENT à l'instant, on ne veut évidemment pas faire les 100 % avec que de l'éolien en mer et on ne peut pas non plus faire les 100 % avec du photovoltaïque. Chaque énergie, qu'elle soit renouvelable ou non d'ailleurs, a ses avantages et ses inconvénients, mais une fois qu'on a dit ça, le photovoltaïque, effectivement, on peut en mettre sur les toitures, en revanche c'est un peu plus cher que si on le met au sol. Si on le met au sol, on a des enjeux sur l'artificialisation éventuellement selon comment c'est fait, on peut avoir des enjeux sur la biodiversité qui ne sont pas les mêmes, on a des enjeux aussi liés à la façon dont ça produit de l'électricité puisque le photovoltaïque a une courbe de charges tout à fait particulière puisqu'elle

monte la matinée avant de descendre l'après-midi et d'être beaucoup plus faible en début de soirée et l'éolien produit de façon quand même plus régulière, de façon plus saisonnière aussi, en général plus en hiver, et l'éolien en mer produit de façon encore beaucoup plus régulière tout au long de l'année. En fait, c'est pour ça qu'on a aussi des objectifs qui sont différents selon les filières et qu'on ne peut pas développer une seule filière parce qu'un système électrique avec que de l'éolien en mer ne pourrait pas fonctionner, qui n'a que du photovoltaïque ne peut pas fonctionner, donc c'est pour ça qu'on a vraiment une optique de développer selon un certain nombre d'équilibres à trouver sur l'ensemble des enjeux qui doivent être pris en compte. On a donc nos enjeux de baisse de gaz à effet de serre, nos enjeux de prise en compte de la biodiversité qu'elle soit à terre ou en mer, les enjeux de coûts forcément également et les enjeux extrêmement importants d'assurer la sécurité d'approvisionnement, donc ce que disait M. CASTAIGNEDE tout à l'heure, c'est qu'il faut qu'on soit en mesure de produire de l'électricité au moment où on en a besoin et ce, si on veut respecter nos objectifs de baisse des émissions de gaz à effet de serre, sans construire de nouvelles centrales à partir de fossiles. C'est pour ça qu'on a ce développement un peu selon toutes les filières.

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

Merci beaucoup. M. LOUIS, vous aviez demandé la parole, je vous la donne, allez-y.

... **M. Charles Adrien LOUIS**, Cabinet BL évolution

C'était pour apporter quelques éléments à la discussion, notamment sur le solaire. En fait, on ne peut pas vraiment comparer ces énergies et en particulier le solaire sur toiture. Ça reste finalement extrêmement marginal dans sa capacité de production et pour des raisons qui sont qu'en fait pour les toitures existantes, systématiquement, il va falloir recourir à des études de structure pour savoir si le toit est capable de supporter cela, s'il n'y a pas de risques incendie, etc. Chez les particuliers, on va avoir des problématiques qui sont que la plupart des gens habitent en ville dans des endroits où il est beaucoup plus difficile d'installer du photovoltaïque qu'à la campagne, etc. Ce qui fait qu'on ne peut pas vraiment comparer un projet éolien en mer avec du photovoltaïque de toiture. En revanche, on peut le comparer par rapport à des grands projets d'éolien au sol ou sur friche, parce qu'on n'est pas obligé de faire ça sur des terres agricoles, où là on est dans des ordres de grandeur qui sont à peu près similaires et où la question des enjeux environnementaux se posent tout autant. La question de la biodiversité, qu'elle soit marine ou terrestre, la question de l'impact sur la faune, sur la flore, elle est présente pour tous les types de parcs. Ce sont des choses qui sont à peu près comparables. Il y a d'autres enjeux qui ont été évoqués ici aussi, c'est l'enjeu de la filière.

Malheureusement la filière solaire photovoltaïque n'est pas en France, ce qui fait qu'aujourd'hui, quand on parle de grammes de CO2 par kWh de photovoltaïque, c'est un peu supérieur à l'éolien puisque ces panneaux sont fabriqués dans des pays, en particulier en Chine, où le mix électrique est très charbonné et donc très émetteur de gaz à effet de serre, mais ça, c'est une question de filière industrielle, pas intrinsèque au photovoltaïque. C'est le fait qu'il est fabriqué essentiellement dans des pays qui émettent plus de CO2 au kWh électrique produit. En fait, on en revient toujours à la même conclusion dans tous les débats qui est que l'énergie propre c'est celle qui n'est pas fabriquée, c'est

celle qu'on ne consomme pas et donc c'est toujours une juste adéquation entre notre capacité à être sobre dans notre consommation et à ne pas demander trop d'énergie et malheureusement, c'est un point qui est peu mis au débat public et qui devrait être un point important du débat national, c'est : dans quelle mesure est-ce qu'en France, on est en capacité de réduire nos consommations à ce qui est un juste besoin ? Après, pour le surplus, se demander quels impacts nous sommes prêts à accepter, qu'ils soient environnementaux ou sociétaux, mais de toute façon tous les projets en auront et d'un ordre de grandeur qui est globalement comparable pour tous.

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

Merci beaucoup, M. LOUIS. Effectivement, c'est un thème que nous avons assez largement débattu lundi dernier sur la question des économies et de sobriété et de l'évolution des consommations. Je vous propose simplement de lire l'intervention à l'instant de M. FABRE-CARTIER qui n'était pas encore intervenu : « Il y a effectivement un manque dans la sensibilisation sur les économies d'énergie. Si ce projet d'EOS n'est pas accompagné d'une réduction de consommation d'énergie non renouvelable, ce projet ne sera pas écologique d'un point de vue global (sobriété) ». Merci pour cette contribution. Nous arrivons un peu à la fin de notre discussion. J'ai une demande de parole et je souhaitais éventuellement aussi, si M. DARQUIN, qui est présent dans la réunion, d'Equinor, souhaite de son côté peut-être compléter un peu le tableau du bilan carbone, mais de toute façon on aura l'occasion d'en parler avec lui en dehors de la réunion, mais je lui suggère aussi évidemment de demander la parole s'il le souhaite. M. CASTAIGNEDE, je vous en prie, s'il vous plaît vraiment de façon très brève parce que nous allons devoir assez rapidement passer à la synthèse.

... **M. Laurent CASTAIGNEDE**, Ingénieur en électricité

J'ai levé la main pour parler sobriété, mais depuis Charles Adrien et un autre interlocuteur en ont parlé, mais c'est juste pour ajouter à ce moment-là une couche qui serait l'aspect psychologique. C'est-à-dire qu'il faut qu'on arrête le discours qui consiste à dire en France que l'électricité est décarbonée, en plus on va construire des trucs peu carbonés, donc allez-y, consommons encore tant qu'on peut de l'électricité, vous voyez. Il faut arriver à sortir de cela. Je sais qu'il y a des intérêts économiques derrière qui laissent penser à l'homme de la rue que c'est bon, il peut consommer de l'électricité. Donc en fait, par exemple, le parc automobile on va le passer électrique, mais sans se poser aucune question sur le poids et la puissance des voitures. Il faut qu'on arrive aussi à sortir de ce biais psychologique qui consiste à penser que parce qu'on aurait dans les mains une électricité pas trop carbonée on peut se permettre de ne pas réfléchir à la sobriété. Ça rejoint ce qui a été dit juste avant.

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

Parfait, merci beaucoup. Je vous propose que nous donnions la parole, s'il n'y a pas d'autres demandes de parole... alors il y a eu un petit échange entre vous, M. CASTAIGNEDE et M. CLAUSSET, sur la question de l'évolution de la consommation. Sur ce point-là aussi, je vous renverrai à la réunion...

... **M. Laurent CASTAIGNEDE**, Ingénieur en électricité

Je suis d'accord avec ce qu'il a dit, nous sommes assez d'accord entre nous, il n'y a pas de problème, c'est juste qu'il y avait une phrase dans une slide, il faut faire attention, mais sinon on dit à peu près la même chose, il n'y a pas de problème.

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

Je voudrais simplement rappeler que, il y a une question dans le tchat sur ce point, nous avons largement donné la parole la semaine dernière à RTE d'une part sur ses prévisions de croissance de la consommation électrique et à négaWatt dont les scénarios prévoient plutôt une stagnation de la consommation électrique. Vous pourrez retrouver l'ensemble de ces éléments en ligne et dans le compte-rendu qui sera rapidement produit. Je vous remercie encore beaucoup pour votre participation. Je vais donner la parole à Dominique DE LAUZIERES qui va faire une synthèse autant que possible, en tout cas les éléments qui lui ont paru importants dans la réunion, je t'en prie, Dominique.

... **M^{me} Dominique DE LAUZIERES**, Membre de la CPDP

Ce que je retiens de cette réunion surtout, ce sont les premiers éléments qu'on a eus sur l'ACV dans la première session. Globalement, tous les intervenants sont complètement d'accord sur le fait que les contributeurs aux indicateurs de l'ACV se situent surtout au niveau de l'extraction et de la fabrication, également à la fin de vie, mais principalement sur ces deux aspects-là puisque les émissions principales de CO2 sont liées à la fabrication et au transport. M. LOUIS a attiré l'attention sur la façon de calculer ces émissions de CO2 puisqu'un élément qu'on n'avait encore jamais entendu je dois dire, c'est le fait que toutes les émissions de CO2 se font la première année et que si on calcule les impacts sur toute la durée de vie d'un parc, on n'a effectivement pas les mêmes résultats, que l'on s'accorde sur vingt, vingt-cinq ou trente ans de durée de vie d'un parc, on n'a pas les mêmes éléments que si on se concentre sur la première année d'émissions. Les émissions auront déjà été faites à la fin de cette première année globalement. La vraie question, puisque nous sommes dans un système européen, c'est plutôt de savoir comment on se débarrasse des centrales à charbon puisqu'on est dans un système interconnecté.

La seconde chose, évidemment tout le débat sur la substitution ou la superposition et comment est-ce qu'on compense, où est-ce qu'on compense, M. CLAUSSET nous a dit que la production thermique arrivera forcément par moment pour pallier la production des énergies renouvelables, mais sur l'année le bilan sera positif, car les énergies renouvelables chasseront les productions fossiles d'une façon générale et qu'au global on évitera, en Europe, 22 millions de tonnes de CO2 et qu'il n'y aura pas surtout de nouvelles installations au gaz pour compenser la mise en place de parcs d'énergies renouvelables, que ce soit de l'éolien ou du photovoltaïque. M. CLAUSSET a beaucoup insisté sur la nécessité de diversifier pour équilibrer et assurer la sécurité de l'approvisionnement sans nouvelles centrales à partir de fossiles.

Un troisième sujet a été abordé aussi et a été abordé aussi bien dans le tchat qu'à l'oral, plusieurs personnes, mais ce n'est pas la première fois, se demandent pourquoi est-ce que la promesse d'attendre les retours d'expérience des fermes-pilotes n'est pas respectée et pourquoi on assiste à une telle précipitation et c'est cette précipitation-là qui choque l'opinion, c'est ce qu'un participant a écrit sur

le tchat. La voie de recours qui est proposée par l'ADEME a été un petit peu réfutée puisque, toujours dans le tchat, le participant indique que c'est quand même très difficile d'arrêter un projet. L'argument effectivement de dire qu'étant donné que la procédure d'appel d'offres est longue, on est obligé de commencer maintenant et qu'on ne peut pas attendre et en plus, si on veut participer à la course de vitesse qui est enclenchée au niveau économique mondial, on ne peut pas attendre.

Sinon, je trouve très important ce que M. LOUIS et M. CASTAIGNEDE ont dit à la fin sur le fait que l'énergie propre est celle qu'on ne consomme pas, la nécessité de sobriété qui avait été effectivement beaucoup abordée dans le précédent atelier et le fait que si effectivement on nous propose des énergies renouvelables vertes décarbonées, on a tendance à consommer plus et cette relation entre la consommation et la production est quelque chose auquel on doit penser. C'est un truc à la Shadoks, c'est le mot de la fin. Merci beaucoup.

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

Merci beaucoup, Dominique, pour cette synthèse. Je vous propose tout simplement de clore la réunion à présent. En vous remerciant beaucoup. En remerciant à nouveau les intervenants pour leurs interventions, le travail qu'ils ont pu produire pour nous donner et essayer de nous donner les éléments précis et chiffrés, on a bien retenu que ces chiffres peuvent parfois être un peu indigestes et un petit peu compliqués, mais c'est l'objet de ces ateliers thématiques aussi, c'est de faire un peu le point sur ce qu'on sait et ce qu'on ne sait pas et sur le détail. La question du bilan carbone ou de l'ACV, ce sont des questions effectivement qui sont des questions assez techniques, qui sont des questions de mesures et d'évaluation et donc, par définition, il suppose des chiffres. On espère avoir en tout cas, grâce à l'ensemble des intervenants, éclairé un certain nombre de points et il y a sans doute encore des points obscurs. Nous vous invitons donc à nouveau à nous suivre et à continuer le débat sur les questions environnementales ce jeudi et jeudi prochain et également, le 20 septembre, sur la question des usages et de la cohabitation des usages.

Enfin, je voudrais réitérer notre proposition à tous et à toutes, vous l'avez dit, un certain nombre d'entre vous dans le tchat ont pu intervenir dans ce sens, en proposant peut-être d'autres trajectoires, en proposant des trajectoires différentes, nuancées, dans le temps, dans le choix des énergies, dans la façon de les organiser entre elles et donc la proposition qui vous est faite c'est, le 4 octobre, de pouvoir développer un petit peu plus ces propositions, n'hésitez pas, il suffit de nous contacter à l'adresse mail qui est à l'écran en ce moment et tout simplement de proposer d'aller un petit peu plus loin sur des pistes alternatives ou complémentaires au projet. On attend vos propositions sur ce point et on sera à votre disposition pour vous aider à travailler sur ces différents sujets en amont de la réunion du 4 octobre. Un grand merci à vous tous et une très bonne soirée et j'espère à jeudi prochain pour l'environnement et aux semaines suivantes pour les différents ateliers. Merci et bonne fin de soirée à tous.