

Avis du Comité économique et social européen sur «Les énergies marines: des sources d'énergie renouvelables à développer»**(avis d'initiative)**

(2017/C 034/08)

Rapporteur: **Stéphane BUFFETAUT**

Décision de l'assemblée plénière	21 janvier 2016
Base juridique	Article 29, paragraphe 2, du règlement intérieur Avis d'initiative
Compétence	Section spécialisée «Transports, énergie, infrastructures et société de l'information»
Adoption en section spécialisée	6 octobre 2016
Adoption en session plénière	19 octobre 2016
Session plénière n°	520
Résultat du vote (pour/contre/abstentions)	218/3/8

1. Conclusions

1.1. Depuis des années, scientifiques et ingénieurs travaillent à l'exploitation de l'énergie des océans. Courants, marées et force de la houle présentent des réserves d'énergie indéfiniment renouvelables. En France, l'usine marémotrice de la Rance d'EDF, inaugurée en 1966 par le général de Gaulle, développe une capacité de 240 mégawatts (MW), avec 24 turbines développant chacune 10 MW. Les éoliennes de dernière génération développent au mieux 8 MW. Cette technologie est donc efficace, même si le barrage de la Rance est resté pendant longtemps le seul exemple mondial d'un tel équipement. Aujourd'hui, il existe un autre exemple d'installation comparable dans le lac de Sihwa, en Corée du Sud, dont la capacité atteint 254 MW. Des projets existaient en Grande-Bretagne, mais ont été bloqués ou suspendus du fait d'oppositions pour des raisons écologiques.

1.2. Il demeure que de tels investissements sont pertinents quand ils sont installés sur des sites géographiques favorables, avec de forts coefficients de marée, et devraient être mieux pris en compte dans la mixité énergétique nationale.

1.3. Les premières mises en œuvre industrielles ont été réalisées, ce qui démontre qu'il convient de considérer ces techniques non pas comme des expérimentations hasardeuses, mais comme des sources d'énergie propres à développer.

1.4. Le Comité économique et social européen (CESE) considère qu'il est donc intéressant de développer ce type de production d'électricité renouvelable et de ne pas se focaliser uniquement sur les technologies des éoliennes ou de l'énergie solaire. Certes, les énergies marines ne sont pas exploitables en tous lieux, mais il serait dommageable de négliger une source d'énergie renouvelable prévisible et dont l'impact sur l'environnement est faible ou maîtrisable. Chacun sait que l'avenir énergétique sera fondé sur la variété des sources d'approvisionnement.

1.5. La Belgique, le Danemark, l'Allemagne, la France, l'Irlande, le Luxembourg, les Pays-Bas, la Suède et la Norvège ont décidé, le 6 juin 2016, de renforcer leur coopération concernant l'énergie éolienne en mer. Ils ont en effet signé, avec les commissaires européens chargés de l'union de l'énergie et du climat, un plan d'action spécifique aux mers du nord du continent. Cette coopération se traduira notamment par l'harmonisation des réglementations et du régime de subvention de cette énergie éolienne en mer et dans l'interconnexion des réseaux électriques.

1.5.1. Le CESE recommande vivement d'adopter une démarche similaire en ce qui concerne les énergies marines, que ce soient les hydroliennes ou les barrages marémoteurs, de coopération entre les États membres ou les pays du voisinage de l'Union européenne qui disposent des sites propices à ces types d'installations, qui sont principalement les pays ouverts sur l'Atlantique et la mer du Nord.

1.6. Il considère qu'il ne faut pas non plus négliger des techniques qui ne sont pas encore arrivées à maturité, comme l'énergie houlomotrice ou l'énergie maréthermique, mais qu'en période de rareté des fonds publics, leur allocation doit répondre à des critères d'efficacité et qu'il convient donc de donner la priorité aux technologies les plus rapidement prometteuses.

1.7. Il souligne qu'investir en ce domaine permettrait à l'Union européenne de s'imposer, à terme, comme l'avant-garde de nouvelles sources d'énergie renouvelables. Les entreprises européennes possèdent déjà 40 % des brevets en matière d'énergies renouvelables. Le CESE recommande la poursuite des efforts de recherche et de développement dans le domaine des énergies marines, mais aussi dans celui du stockage de l'énergie produite par des sources d'énergie intermittentes afin d'être en mesure de lisser la production d'énergies renouvelables.

1.8. Il met en garde contre la tentation de réserver les subventions aux seules énergies renouvelables classiques, attitude qui tendrait à réduire le champ des possibles et à fausser l'économie de l'énergie renouvelable au profit de techniques promues par un lobby efficace.

2. Considérations générales

2.1. Notre planète est principalement recouverte par les océans et il serait plus juste de la nommer «planète mer» que «planète terre». Depuis toujours les hommes ont utilisé les ressources halieutiques pour se nourrir. Récemment, ils ont réussi à exploiter les ressources gisant dans ou sous les fonds marins (nODULES polymétalliques, pétrole, etc.). Quant à l'énergie générée par les océans, elle a été utilisée depuis des siècles, mais à une échelle artisanale, par les moulins à marée que l'on retrouve sur certaines côtes.

2.2. Aujourd'hui, la nécessité de combattre les pollutions de tous ordres et de réduire les émissions de gaz à effet de serre devrait nous conduire à nous intéresser au potentiel énergétique de la mer. Au demeurant, comment l'Union européenne et les États membres qui possèdent un débouché maritime pourraient-ils ignorer les opportunités que les océans peuvent leur apporter dans le domaine de l'énergie?

2.3. En effet, la dimension du domaine maritime européen est considérable, mais l'exploitation des ressources en énergies renouvelables de ces vastes étendues est encore très embryonnaire. Pourtant l'Union européenne et les États membres pourraient contribuer à promouvoir la mise en œuvre de nouvelles techniques d'exploitation des énergies marines par des entreprises innovantes et des groupes industriels du secteur de l'énergie. C'est ce que le forum des énergies marines ambitionne de faire.

2.4. Les sources d'énergie renouvelables en mer sont variées: houle, vague, courants, flux des marées, différence de température entre les eaux de surface, vents. Chaque technique, chaque méthode a ses exigences géographiques et écologiques, ce qui signifie que le déploiement de ces techniques innovantes ne peut être envisagé qu'en tenant compte de ces contraintes et des conséquences qu'elles entraînent.

3. L'exploitation de l'énergie des courants, des marées, de la houle et des vagues: les hydroliennes

3.1. Toute personne qui a contemplé l'océan, calme ou en furie, sait que cette immensité est en perpétuel mouvement et que des forces y sont en action. Il est dès lors naturel de se poser la question de savoir s'il est possible d'exploiter ou de capter l'énergie développée par la mer.

3.2. En pratique les techniques qui ont été étudiées ou mises en œuvre sont les suivantes:

- les barrages d'estuaires avec turbines marémotrices. En France, le barrage de la Rance fonctionne depuis des décennies de façon satisfaisante. Deux projets existent au Royaume-Uni, mais ont été bloqués par des groupes de pression écologistes,
- les turbines installées en pleine mer et fixées sur des mâts ou des bouées,
- les turbines fixées sur le fond, que l'on nomme les hydroliennes. Des projets existent en Bretagne et seront bientôt mis en œuvre.

3.3. En pratique, c'est principalement l'exploitation des courants de marée qui semble la technique la plus prometteuse. Toutefois le potentiel de ces techniques dépend beaucoup de leur lieu d'implantation. En effet, les zones de l'Atlantique et de la mer du Nord où les coefficients de marée sont les plus importants sont les plus intéressantes. L'efficacité la plus notable se situe en effet dans les zones de fort marnage. L'immense avantage de ce type d'exploitation est de fournir une énergie prévisible et régulière, puisque les marées sont constantes et leur amplitude bien connue à l'avance.

D'après EDF, le potentiel exploitable pour l'Union européenne serait d'environ 5 gigawatts (dont 2,5 sur les côtes françaises), soit l'équivalent de 12 réacteurs nucléaires de 10 800 MW. Néanmoins, l'exploitation des courants de marée est en phase de recherche technologique et n'est pas encore opérationnelle, hormis le cas du barrage de la Rance.

3.4. Quelles sont les technologies d'hydroliennes à l'essai?

- En Bretagne, au large de Paimpol, l'Arcouest (1,5 MW), un prototype d'hydrolienne, a été immergé en 2014. Cette hydrolienne est développée par Open Hydro (groupe de construction navale DCNS) pour le premier parc hydrolien EDF de Paimpol/Bréhat. Elle consiste en quatre turbines représentant une puissance installée de 2 à 3 MW. Il s'agit d'un type d'engin simple et robuste, à centre ouvert, qui dispose d'un rotor à vitesse réduite et fonctionne sans lubrifiant, ce qui minimise son impact sur la vie marine. Cette hydrolienne a été testée durant quatre mois. La turbine a tourné 1 500 heures en continu et a fait l'objet de nombreuses mesures mécaniques et électriques. Les essais ont été concluants et valident ce type d'hydrolienne. Il a donc été décidé de mettre en service un parc de démonstration au cours de l'été 2015. Les turbines ont été construites et sont prêtes à être installées, mais les conditions météorologiques et maritimes ont obligé à repousser leur installation. On peut souligner que ces deux turbines ont été construites à Cherbourg et à Brest, ce qui démontre que ces nouvelles technologies peuvent créer de l'activité industrielle dans les régions côtières.
- L'hydrolienne semi-submersible, relevable pour la maintenance. Il s'agit d'une technique britannique développée par la société Tidalstream. Le prototype est mis au point pour un STT (*ship to turbine*) qui opère dans le détroit de Pentland. Il s'agit d'un appareil composé de quatre turbines de 20 mètres de diamètre pour une puissance maximale totale de 4 MW. Si l'on compare ce système avec une éolienne offshore, l'on note que l'éolienne doit avoir un diamètre de 100 mètres avec une vitesse de vent de 10 mètre par seconde pour obtenir une puissance équivalente. En outre, la base de l'éolienne, située à 25 mètres au-dessous du niveau de la mer, est plus grande de 25 % que celle du STT. Tidalstream estime donc que son système serait compétitif par rapport aux éoliennes offshore et onshore. Le coût de l'électricité produite par le système STT pourrait atteindre 0,03 livre sterling par kilowattheure (environ 0,044 EUR par kilowattheure). Ce système a été expérimenté et validé par des essais qui ont eu lieu dans la Tamise.
- L'hydrolienne sur mât de Marine Current Turbines. Cette technologie nécessite d'ancrer un mât dans les fonds marins, ce qui suppose une profondeur d'immersion limitée. Les turbines de l'hydrolienne coulisent le long du mât, ce qui permet de les hisser hors de l'eau pour l'entretien et la maintenance.
- Des hydroliennes dont les turbines sont fixées sur une bouée ancrée ont été installées en 2003 dans le détroit de Hammerfest en Norvège.
- Enfin, les turbines marémotrices qui sont fixées sous un barrage d'estuaire comme celui de la Rance, qui est le plus ancien exemple de ce type et qui est opérationnel depuis les années 60. Deux projets sont à l'étude en Grande-Bretagne, mais ont été bloqués pour des raisons environnementales.

4. L'exploitation de l'énergie de la houle et des vagues: l'énergie houlomotrice

4.1. Il existe un vaste inventaire de solutions houlomotrices, certains prototypes sont immergés, d'autres installés en surface, sur le rivage ou au large. Les systèmes de capture d'énergie varient d'un prototype à l'autre: capture d'énergie mécanique en surface (ondulations) ou sous l'eau (translations ou mouvements orbitaux), capture des variations de pression au passage des vagues (variations de hauteur d'eau) ou encore capture physique d'une masse d'eau grâce à une retenue.

4.2. L'inconvénient principal est que, contrairement à celle des courants de marée, l'énergie de la houle est peu prévisible. Aujourd'hui l'exploitation de l'énergie de la houle et des vagues en est au stade de la recherche technologique et n'est pas encore opérationnelle. Néanmoins, six techniques différentes sont à l'essai:

- la chaîne flottante articulée, dite aussi «serpent de mer». Il s'agit d'une suite de longs flotteurs qui s'alignent dans le sens du vent perpendiculairement aux vagues et dont la tête est ancrée au fond sous-marin par un câble. Les vagues créent une oscillation de la chaîne et les oscillations sont exploitées aux articulations pour comprimer un fluide hydraulique qui entraîne une turbine. Ce système a été testé avec des fortunes diverses,

- la paroi oscillante immergée,
- la colonne à oscillation verticale,
- le capteur de pression immergé,
- la colonne d'eau,
- le piège à déferlement.

5. L'exploitation de l'énergie thermique des mers (ETM) ou énergie maréthermique

5.1. Il s'agit d'exploiter la différence de température entre les eaux superficielles et les eaux profondes des océans. Un acronyme souvent utilisé est «OTEC», qui signifie *ocean thermal energy conversion*. Les textes de l'Union européenne utilisent le terme d'énergie hydrothermique pour «l'énergie emmagasinée sous forme de chaleur dans les eaux de surface».

5.2. À la surface, grâce à l'énergie solaire, la température de l'eau est élevée et peut dépasser les 25 °C en zone intertropicale, tandis qu'en profondeur, privée du rayonnement solaire, l'eau est froide, aux alentours de 2 à 4 °C, sauf dans les mers fermées comme la Méditerranée. De plus, les couches froides ne se mélangent pas aux couches chaudes. Cette différence de température peut être exploitée par une machine thermique. Celle-ci a besoin d'une source froide et d'une source chaude pour produire de l'énergie et utilise respectivement l'eau venant des profondeurs et l'eau de surface comme sources.

5.3. Mais pour pouvoir fonctionner de façon optimale et rentable, ce type d'exploitation thermique des mers (ETM) doit être installé dans des zones spécifiques qui doivent correspondre à une certaine température des eaux de surface et à une certaine profondeur des eaux. En effet, les canalisations nécessaires peuvent descendre jusqu'à 1 000 mètres de profondeur environ, à des coûts et une technologie maîtrisés. Il serait donc aberrant d'éloigner à des kilomètres des côtes l'ETM, ce qui imposerait des tuyaux plus longs et donc des coûts supplémentaires. En pratique, la zone optimale se situe entre le tropique du Cancer et le tropique du Capricorne, c'est à dire entre + 30 et — 30° de latitude, donc, pour l'Union européenne, dans ses territoires dits «périphériques».

6. L'exploitation de l'énergie du vent en mer: les éoliennes offshore

6.1. Bien qu'il ne s'agisse pas à proprement parler d'énergies marines stricto sensu, il faut aussi mentionner les éoliennes fixées sur le fond ou flottantes (bien évidemment ancrées), qui sont de très loin les plus développées en mer et qui semblent presque conventionnelles par rapport aux techniques exposées plus haut. Elles ont toutefois un impact environnemental et visuel certain. La question du conflit d'usage avec les pêcheurs a souvent été soulevée. En pratique, les champs d'éoliennes dont la base est fixée sur le fond marin constituent des réserves marines de fait où les poissons prolifèrent. D'une façon indirecte ces installations profitent ainsi aux pêcheurs par la reconstitution des stocks à partir de ces zones interdites à la pêche et où les fondations des mâts jouent le rôle de récifs artificiels.

6.2. C'est la méthode la plus déployée actuellement en Europe et elle est en plein essor. Près d'une centaine de fermes éoliennes sont actuellement installées, principalement en mer du Nord, dans l'océan Atlantique (Grande-Bretagne) et en mer Baltique. Il existe peu d'installations ou de projets en Méditerranée, mer profonde et avec peu ou pas de plateau continental.

6.3. Les grandes étapes de la mise en œuvre de ces techniques peuvent être résumées ainsi:

- la première installation en mer date de 1991, au Danemark (Vindeby), et développe 450 kilowatts,
- la fondation la plus profonde est de 45 mètres et a été installée en 2007 en Grande-Bretagne (Beatrice wind farm). Elle développe deux fois 5 MW,
- la première grande éolienne flottante en eau profonde (220 mètres) date de 2009; installée en Norvège (Hywind), elle développe 2,3 MW,
- la plus puissante éolienne en mer est de 6 MW et se trouve en Belgique (Bligh Bank),
- la plus grande ferme éolienne en mer est en construction et se trouve en Grande-Bretagne sur le Dogger Bank. Elle devrait atteindre une capacité de 12 000 MW avec 166 turbines. On notera que le Royaume-Uni, soucieux de son indépendance énergétique, dispose déjà de 1 452 turbines réparties dans 27 fermes éoliennes.

6.4. Il existe aussi deux projets importants au large des côtes françaises, l'un en Bretagne, l'autre entre Noirmoutier et l'île d'Yeu. Les appels d'offre ont été lancés, et les consortiums opérateurs choisis.

6.5. Le rendement économique des fermes éoliennes en mer est conditionné par le site et notamment par la force et la régularité du vent, et peut ainsi varier du simple au double. Parfois, en période de demande creuse, il est arrivé que les surplus d'énergie fournis par l'éolien soient vendus à des prix négatifs sur les marchés au comptant. Ainsi l'essor considérable de ce type de production d'électricité amènera peut-être des surplus difficilement exploitables, car très liés à des événements météorologiques ponctuels et aléatoires (voir l'avis du professeur Wolf sur les énergies intermittentes).

6.6. Le développement de cette méthode et les progrès technologiques liés à l'exploitation des éoliennes ces vingt dernières années ont baissé le coût des investissements et de l'exploitation. Au début des années 2000, le coût du mégawattheure produit était de 190 EUR; il se situe aujourd'hui entre 140 et 160 EUR. Par comparaison, un réacteur nucléaire moderne de type EPR produit le mégawattheure à 130 EUR, mais la production est stable et prévisible.

6.7. Il est évident que les autres techniques d'exploitation en mer devront pouvoir faire face à la concurrence des éoliennes en mer pour pouvoir se développer à une échelle industrielle et apporter la preuve qu'elles procurent des avantages concurrentiels par rapport aux éoliennes en mer qui nécessitent des frais de maintenance et de surveillance non négligeables. Aujourd'hui, les hydroliennes et les barrages d'estuaire semblent être les systèmes les plus efficaces et les plus rentables. Un de leurs avantages est de fournir une énergie prévisible et régulière.

7. Quel avenir pour les énergies renouvelables en mer?

7.1. S'agissant des énergies vertes, celles-ci sont éligibles aux différents systèmes de soutien européens ou nationaux, notamment le prix d'achat préférentiel. Toutefois, hormis les éoliennes offshore, ces technologies doivent encore être testées en «grande nature», notamment les hydroliennes. Reste à espérer qu'un certain conservatisme écologique ne vienne pas contrarier les nouvelles techniques expérimentées. On sait que les barrages d'estuaire n'ont pas pu se développer notamment en raison d'oppositions farouches des écologistes et des pêcheurs. Tout équipement a des impacts environnementaux. Il convient donc d'être à même de les mesurer de la façon la plus précise possible afin d'apprécier le réel équilibre entre les coûts et les avantages.

7.2. Il y a peu de temps, un premier parc d'hydroliennes a été immergé entre Paimpol et l'île de Bréhat. Les courants des marées montantes et descendantes entraînent les pales des turbines; chaque machine peut développer une puissance d'1 MW et ces hydroliennes seront en mesure de satisfaire les besoins en électricité de 3 000 foyers.

7.3. Enfin, les techniques d'exploitation de l'énergie marine dépendent toutes, pour leur efficacité, de leur emplacement. Elles ne constituent donc pas une source d'énergie universellement efficace. Il conviendra donc de faire preuve, en ce domaine, de plus de raison que pour certaines autres énergies renouvelables subventionnées comme, par exemple, les panneaux solaires, parfois installés plus pour des raisons d'avantages fiscaux que pour des raisons d'efficacité. Il faut aussi souligner que la taxation du dioxyde de carbone contribuera à rendre intéressantes sur le plan économique des techniques de production d'énergie renouvelable aujourd'hui à leurs débuts.

Bruxelles, le 19 octobre 2016.

Le président
du Comité économique et social européen
Georges DASSIS
