



25^{ème} PROMOTION

2017 – 2018

**Transition énergétique :
Vulnérabilités induites et conséquences
pour la Marine**

Capitaine de frégate Olivier Brossollet

Sous la direction de :

M. Cyrille Poirier-Coutansais

Directeur de recherches au Centre d'Etudes Stratégiques de la
Marine

Sommaire

Introduction

1. Les EMR : vers une plus grande vulnérabilité du réseau énergétique

- 1.1 Diminution de la part du nucléaire et développement des énergies renouvelables
 - 1.1.1 Que dit la loi ?
 - 1.1.2 Les EMR : de quoi parle-t-on ?
- 1.2 Les installations EMR : centralisation et câbles sous-marins
 - 1.2.1 Architecture générale
 - 1.2.2 Les EMR : extrémités d'un vaste réseau électrique européen
- 1.3 Dilution de vulnérabilité ou multiplication des fragilités ?
 - 1.3.1 Le câble sous-marin : source de vulnérabilité
 - 1.3.2 L'OSS : porte d'entrée pour une agression cyber

2. Des difficultés de développement qui tendent à masquer les enjeux de sûreté

- 2.1 Avant la loi
 - 2.1.1 Une documentation cadre qui fait leur place aux enjeux de sûreté maritime
 - 2.1.2 Une application aux EMR inexistante au niveau national
- 2.2 Contexte règlementaire du vote de la loi
 - 2.2.1 Dispense et obligations
 - 2.2.2 Appels d'offre
- 2.3 Une volonté de simplification qui éloigne les enjeux de sûreté
 - 2.3.1 Dialogue concurrentiel
 - 2.3.2 Permis enveloppe

3. L'impérative implication de la marine

- 3.1 Un choix géographique complexe qui doit concilier les usages de la mer
 - 3.1.1 Outil informatique de planification spatiale
 - 3.1.2 Accompagnement de la marine
- 3.2 L'avenir au large : un potentiel majeur en haute mer
 - 3.2.1 Eolien flottant
 - 3.2.2 Mouvement vers le large
- 3.3 Un déport vers le large qui ne sera pas sans conséquence pour la marine
 - 3.3.1 Un secteur d'activité nouveau et accidentogène
 - 3.3.2 Conséquences pour les missions de la marine

Conclusion

Annexes

Introduction

Présentation et définition du sujet

Depuis le 17 août 2015, la transition progressive vers une énergie plus apte à limiter les effets néfastes de nos besoins sur la planète est inscrite dans le droit français. Sauf revirement, toujours possible¹, elle pose les bases et trace la voie de ce que sera le bouquet énergétique français en 2050. La France se fixe ainsi une politique sur le moyen terme. 35 ans de profondeur politique, c'est en soi une victoire, car disposer d'une telle visibilité est devenu rare.

Etat de la question

Le mouvement de fond en faveur d'un changement de modèle énergétique ne date pas d'hier. La première édition du rapport Meadows² date de 1972, et déjà en 1971, un groupuscule qui allait choisir comme nom Greenpeace s'opposait aux essais nucléaires conduits sur l'île aléoutienne d'Amchitka par les Etats-Unis d'Amérique. Ecologie politique et écologie activiste voient ainsi le jour alors que s'achèvent les Trente Glorieuses, prémisse à la consommation de masse. Néanmoins, la problématique de l'épuisement des ressources naturelles, si elle existe déjà dans le rapport du MIT, ne constitue alors pas la cible principale des activistes, focalisé contre le nucléaire, considéré comme la source de déchets intraitables, et comme le pendant civil d'un armement à la puissance si dévastatrice qu'elle en devient immorale. Ainsi, curieusement, naît le paradoxe toujours actuel chez les partisans d'une écologie intégrale³ et qui combine soif d'énergie décarbonée⁴ et rejet inconditionnel de l'énergie nucléaire. Ce paradoxe continue d'en engendrer d'autres, comme la récente fermeture des centrales nucléaires allemandes, qui s'est traduite par la réouverture de

¹ Le 1^{er} juin 2017, le président Trump annonce le retrait des Etats-Unis d'Amérique de l'accord de Paris, signé à l'occasion de la COP21.

² *The limits of growth: A report for the Club of Rome's project on the predicament of mankind*, D.H. Meadows (éd.), 2. ed, New York/N.Y, Universe Books, 1975. Commandé par le Club de Rome, le rapport est établi par le MIT.

³ C'est-à-dire d'une écologie vue comme un tout et une fin en soi. La création d'un ministère de l'écologie en France, plutôt que la prise en compte des aspects écologiques dans chacun des ministères, participe d'une écologie intégrale.

⁴ C'est-à-dire ne dégageant pas de gaz à effet de serre (GES). Le nucléaire est l'énergie décarbonée par excellence.

centrales à charbon, autrement plus productrice de GES. Plus récemment, l'enquête de Guillaume Pitron⁵ révèle que, pour remplacer l'industrie des hydrocarbures aujourd'hui considérée comme l'ennemi public numéro un en matière de lutte contre le dérèglement climatique, on redéveloppe – en la sous-traitant à des pays aux standards écologiques inexistant -, l'industrie minière d'extraction des métaux rares, 2^{ème} industrie la plus polluante selon un classement du *Blacksmith Institute* de 2016⁶.

Il est vrai que le choix n'est pas si simple : faut-il pousser le développement du nucléaire jusqu'à la maîtrise de la fusion, qui nous débarrassera des déchets radioactifs, mais qui nécessite une certaine quantité de métaux rares, dont on sait que l'extraction est meurtrière à bien des égards pour la planète, et dont les quantités présentes sur terres les rendent beaucoup moins durable que l'exploitation des hydrocarbures ? Faut-il tout miser sur les énergies vertes, que le discours actuel tente de présenter comme l'« ultima ratio hominum », alors qu'on n'en mesure pas encore les impacts réels sur l'environnement⁷, et qu'elles aussi reposent en grande partie sur les métaux rares.

Méthode employée

Par la loi du 17 août 2015, la France a fait celui de la diminution de la part du nucléaire dans le mix énergétique et d'un traitement de faveur des EnR.

Partant du texte de la loi, cette étude tente d'en déduire les vulnérabilités structurelles induites et les conséquences potentielles pour la marine nationale. Des 7 mesures majeures présentes dans la loi⁸, deux ont été retenues, qui intéressent directement l'institution : le développement des énergies renouvelables concerne la mer au premier chef. Il paraît donc naturel de s'y pencher. De même, en France, les filières nucléaires civiles et militaires sont historiquement et structurellement interdépendantes (référence ou exemple). En première lecture, il est donc apparu important d'examiner cet aspect de la transition énergétique. Et puis tout cela n'est-il finalement pas d'une parfaite cohérence ? Énergies renouvelables et nucléaire sont intimement liées, les unes devant s'appuyer sur l'autre pour que la fourniture d'énergie ne dépende pas exclusivement des éléments météorologiques, sur un réseau européen connecté et toujours plus demandeur.

⁵ Citer

⁶ Citer

⁷ Mettre en référence/citation le rapport du MEDDE de 2012 et le guide d'impact de 2017. Notamment, citer ici les effets à long terme de la page 134, à mettre en comparaison avec les déchets nucléaires. Et citer la fiche IRIS De l'énergie noire à l'énergie bleue de 2017.

⁸ Les citer ?

Difficultés rencontrées

L'importance de la tâche au regard du temps disponible, et la difficulté à accéder à des données concrètes permettant de dépasser les supputations ou l'intime conviction n'ont pas permis de développer le sujet de l'énergie nucléaire, qui est donc simplement évoquée en conclusion.

Problématique

La transition énergétique telle que la loi de 2015 l'instaure en France ne sécurise pas nos approvisionnements énergétiques et multiplie les vulnérabilités potentielles aux actes malveillants. Si elle n'est pas – dès aujourd'hui – accompagnée de mesures compensatoires pour la Marine, celle-ci risque de payer le prix de la sûreté énergétique sans en avoir les moyens.

Plan

La loi de transition énergétique du 17 août 2015, en favorisant le développement d'installations de productions d'énergie renouvelable en mer, augmente la vulnérabilité d'un réseau énergétique européen fortement interconnecté.

En particulier, la tentative de rattraper un retard important dans le domaine tend à écarter les acteurs traditionnels de la mer des décisions, et semble faire fi d'un certain nombre d'enjeux, en particulier les enjeux de sûreté de ces installations nouvelles.

Or, l'avenir des énergies marines renouvelables est, pour une bonne partie, au large. Il convient donc de veiller à ce que les administrations intervenant en mer, Marine nationale en tête, prennent dès aujourd'hui la mesure des responsabilités qui ne manqueront pas de leur incomber pour pouvoir y faire face en temps voulu.

1. Les énergies marines renouvelables : vers une plus grande vulnérabilité du réseau énergétique.

“It is not satellites in the sky, but pipes on the ocean floor that form the backbone of the world’s economy”

Admiral James Stavridis, US Navy (Ret)

« On n’a pas idée de technologie qui, d’ici cinquante ans, remplacera les câbles sous-marins pour l’échange de données »

Jacques Attali, Ecole militaire, janvier 2018



Câble sous-marin Orange Marine

La loi de transition énergétique du 17 août 2015 va favoriser le développement, dans les eaux sous responsabilité française, d’installations de production d’énergie renouvelable (EnR) de natures diverses, reliées à la terre par des câbles sous-marins dont la vulnérabilité a été récemment soulignée⁹. Ces installations souffrent en outre de plusieurs fragilités structurelles qui représentent autant de points d’entrée dans un réseau énergétique européen de plus en plus interconnecté, potentiellement accessibles à des acteurs malveillants.

⁹ SUNAK Rishi, *Undersea Cables: Indispensable, Insecure*, Policy Exchange, London, 2017.

1.1 Diminution de la part du nucléaire et développement des EnR.

1.1.1 Que dit exactement la loi ?

Son article premier modifie le code de l'énergie pour y inscrire, entre autres dispositions, la « réduction de la part du nucléaire dans la production d'électricité à 50% à l'horizon 2025 » (5° du III de l'article article 1^{er}¹⁰). C'est officiel depuis le conseil des ministres du 7 novembre 2017, l'échéance ne sera pas tenue¹¹ mais le principe est acté : la part du nucléaire dans le bouquet énergétique français sera réduite. Par ailleurs, il s'agit également de « réduire le recours aux énergies fossiles ». Pour contrebalancer ces deux réductions, la loi propose de « diversifier les sources d'approvisionnement » et d'« augmenter la part des énergies renouvelables dans la consommation d'énergie finale » (3° du II de l'article 1^{er}). Le III de l'article 1^{er} établit une série d'objectifs chiffrés qu'on peut résumer comme suit, pour les deux domaines nous intéressant : à une échéance qui doit maintenant être précisée mais postérieure à 2025, la part du nucléaire dans la production d'électricité sera passée de 75% à 50%, et en 2030, les énergies renouvelables en représenteront 40 %.

Concrètement, il s'agit donc de maîtriser la consommation finale d'énergie en France (531,3 TWh en 2016), de diminuer la part produite par nos 58 réacteurs nucléaires (fournissant chacun de 900 à 1450 MW selon les générations) dans une proportion qu'il reste à définir, de maintenir le niveau de production d'hydroélectricité (66 TWh annuels), et passer de 95 à 160 TWh la production s'appuyant sur des ressources renouvelables, pour compenser la baisse de production thermique dégageant des gaz à effet de serre. En particulier, il s'agit de passer de 20 TWh à 60 TWh la production d'électricité d'origine éolienne, sur la base de turbine fournissant aujourd'hui une puissance de 8 MW en moyenne.

La loi de transition énergétique pour la croissance verte (LTECV) prévoit également l'édition d'une programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE). Adoptée en 2016 par décret¹², la première programmation « fixe un cap aux différentes filières d'énergie renouvelable (EnR) qui offre une visibilité aux acteurs industriels sur le cours et le long terme »¹³ :

¹⁰ Le mode de citation retenu ici se conforme à la charte ortho-typographique du Journal officiel disponible sur le site Légifrance <https://www.legifrance.gouv.fr/Droit-francais/Charte-typographique-JO-2016>.

¹¹ A la sortie de ce conseil des ministres, Nicolas Hulot, ministre de la annonce qu'« il sera difficile de tenir ce calendrier de 2025 sauf à relancer la production d'électricité à base d'énergies fossiles », à l'exemple de l'Allemagne, ce qui va fondamentalement à l'encontre des engagements de réduction d'émission de gaz à effet de serre pris à l'occasion de la COP21 et rappelés dans la loi du 17 août 2015.

¹² Décret n°2016-1442 du 27 octobre 2016 relatif à la programmation pluriannuelle de l'énergie.

¹³ Site internet du syndicat des énergies renouvelables. <http://www.enr.fr/energies-renouvelables-en-france>

OBJECTIFS FIXÉS AUX DIFFÉRENTES FILIÈRES EN FRANCE MÉTROPOLITAINE

Les DOM et la Corse sont tenus de programmer leurs propres PPE

ÉLECTRICITÉ (en MW)			
Energie	Puissance installée au 31/12/2014	Puissance installée au 31/12/2018	Puissance installée au 31/12/2023
Eolien terrestre	9 313	15 000	De 21 800 à 26 000
Solaire	5 297	10 000	De 18 200 à 20 200
Hydroélectricité	25 000	25 300	De 25 800 à 26 050
Eolien en mer posé	0	500	3 000 (plus 6 000 attribués)
Energies marines	0	0	100 (entre 200 et 2 000 attribués)
Géothermie	1,5	8	53
Bois énergie	Moins de 300	540	De 790 à 1 040
Méthanisation	93*	137	De 237 à 300

* Il s'agit de méthanisation issue des déchets agricoles, de ceux de l'industrie agro-alimentaire, des collectivités, autre que les stations d'épuration et les décharges.

<http://www.enr.fr/energies-renouvelables-en-france>

Tableau tiré du site du Syndicat des énergies renouvelables – Encadré de rouge, les EMR.

Le constat est clair : si elles ne représentent encore qu'une petite proportion des EnR dans les projections de développement à l'horizon 2035-2050, pour les énergies marines renouvelables (EMR), c'est le grand départ, l'appareillage. De tous les modes de production d'électricité, les EMR sont celles dont le développement est le plus récent. Elles sont donc les moins matures mais probablement les plus prometteuses, et pour une bonne raison : à terme, dans certaines de leurs configurations aujourd'hui en développement, elles échappent à la contrainte d'acceptabilité sociale.

Si l'hydroélectricité fait depuis longtemps partie du paysage, leur développement est aujourd'hui largement freiné par des considérations de protection des biotopes. L'installation de l'éolien terrestre provoque de son côté une résistance systématique des riverains, à la fois pour des raisons esthétiques et de santé, subjectives et donc difficilement contestables. Le solaire d'envergure nécessite quant à lui de pouvoir bénéficier de surface particulièrement importante et ce besoin d'espace constituera le principal frein à son développement en métropole. Les EMR se heurtent quant à elles au problème de la coactivité dans les eaux littorales. Mais leur vocation est de migrer vers le large, où elles seront les seules à échapper à la problématique d'acceptabilité sociale. En cela, et pour d'autres raisons développées dans la dernière partie de ce mémoire, elles nous paraissent disposer du plus grand potentiel de développement.

1.1.2 De quoi parle-t-on ?

Le concept d'énergie renouvelable est assez mouvant sur la toile, et en général très mal défini. L'une des pires définitions est celle fournie par le site d'EDF ENR (« les énergies renouvelables sont des énergies inépuisables ») quand la moins engagée est celle de

l'encyclopédie Larousse (« se dit de formes d'énergies telles que l'énergie solaire, le vent, les marées, la biomasse »). Dans le cadre de cette étude, on entendra par énergies renouvelables (EnR), les technologies de transformation de sources d'énergie dont le renouvellement naturel est assez rapide pour qu'elles puissent être considérées comme inépuisables à l'échelle du temps humain : le photovoltaïque, l'éolien, le marémoteur, le brûlage de la biomasse, etc.

De la même manière, les énergies marines renouvelables (EMR) seront ici comprises comme les technologies de transformation de sources d'énergie disponibles en mer et dont le renouvellement naturel est suffisamment rapide pour qu'elles puissent être considérées comme inépuisables à l'échelle du temps humain :

- le marémoteur : force mécanique des marées ;
- le houlomoteur : force mécanique de la houle ;
- le gradient de salinité : capacité chimique de la mer ;
- le photovoltaïque en mer : capacité énergétique du rayonnement solaire ;
- l'énergie thermique des mers : gradient thermique des mers ;
- l'hydrolien : force mécanique du courant ;
- l'éolien en mer, qui comporte l'éolien en mer posé et l'éolien en mer flottant.
- Notons que dans la plupart des définitions que l'on peut trouver, le facteur « dégagement de gaz à effet de serre » n'entre pas en ligne de compte, ce qui explique que la biomasse soit considérée comme une EnR (et une EMR).

De nombreux travaux synthétisent l'état de l'art en matière d'EMR. En octobre 2015, le groupement des industries de construction et activités navales (GICAN) et le syndicat des énergies renouvelables (SER) réalisaient, en lien avec le cluster maritime français (CMF) et soutenus par l'agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME), un document d'une trentaine de pages destiné à présenter les « principaux développements innovants et les offres commerciales françaises » dans le domaine, qui permet de rapidement mais précisément cerner le sujet¹⁴.

La suite de notre étude portera essentiellement sur l'éolien en mer, technologie la plus mature. Dans ce cas comme dans celui du photovoltaïque, la brique technologique dédiée à la captation de l'énergie existe depuis longtemps à terre, et ne cesse de progresser en rendement.

¹⁴ GICAN & SER, *L'industrie maritime française s'engage pour les énergies marines renouvelables*, octobre 2015, p. 5 à 8.

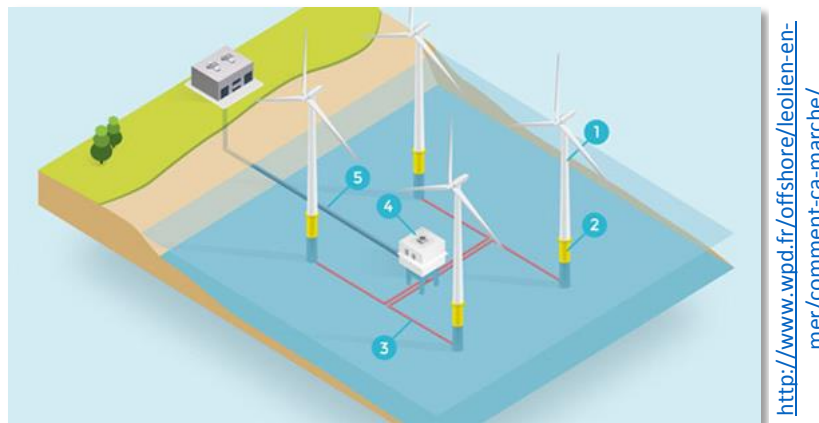
La transposition d'un emploi en mer consiste à installer, entretenir et exploiter ces technologies dans l'environnement maritime, plus agressif et moins accessible.

1.2 Les installations EMR : centralisation et câbles sous-marins.

1.2.1 Architecture générale

L'exploitation de l'éolien se fait au sein de fermes, ou de parcs, regroupant un certain nombre de capteurs. Si les fermes expérimentales ne comprennent en général qu'une éolienne servant de démonstrateur technologique, les parcs exploités peuvent représenter des surfaces gigantesques.

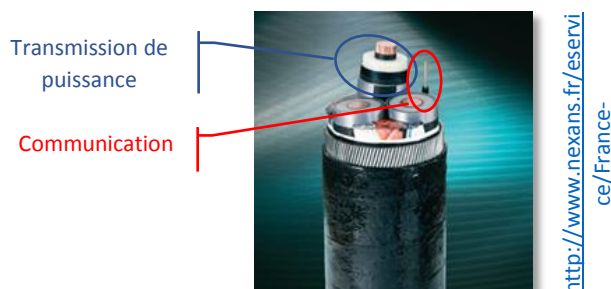
L'entreprise WPD Offshore développe, construit et exploite des parcs éoliens à terre et en mer. Elle a bâti en 2011 le premier parc éolien commercial allemand, *Baltic 1*, dont les dimensions parlent d'elles-mêmes : 21 turbines réparties sur 7 km², posées sur des fonds de 16 à 19m de profondeur, dans les eaux territoriales allemandes, capables d'alimenter 50 000 foyers. Damien Simon, responsable électrique de l'entreprise, décrit¹⁵ de manière schématique l'organisation de ces fermes :



<http://www.wpd.fr/offshore/leolien-en-mer/comment-ca-marche/>

Présentation schématique d'une ferme éolienne offshore.

Les éoliennes (1) sont toutes connectées à une sous-station (4) (ou OSS, ou poste de livraison, ou encore station de transformation) dans laquelle on trouve un transformateur permettant la transformation $225\text{kV} \Leftrightarrow 33\text{kV}$ ou 66kV . Le lien est fait grâce à des câbles (3).



<http://www.nexans.fr/eservi-ce/France->

Câble dual, servant au transport de l'électricité et de l'information

¹⁵ Entretien avec l'intéressé, dans les locaux parisiens de l'entreprise WPD Offshore France, le 19 janvier 2018.

Depuis l'OSS, le courant ainsi transformé est acheminé vers la terre et la station de raccordement au réseau terrestre (RTE, 225kV) via un câble unique (5), dit câble export. Les câbles (3) et (5) assurent non seulement la circulation de l'électricité produite mais également des ordres en provenance du poste de contrôle de l'exploitant (WPD par exemple).



<https://www.inros-lackner.de/en>

Sous-station / Operator Sub-Station (OSS)

Outre les transformateurs cités plus haut, la sous-station (4) abrite les automates contrôleurs de parc, propriété de l'exploitant, qui communiquent, via les fibres optiques présentes dans les câbles (3) avec les automates contrôleurs de chaque éolienne, et via le câble (5) avec l'automate contrôleur de RTE. Tous ces automates communiquent de façon hiérarchique. RTE garde la priorité sur l'ensemble, l'automate de l'exploitant étant prioritaire sur celui de chaque turbine.

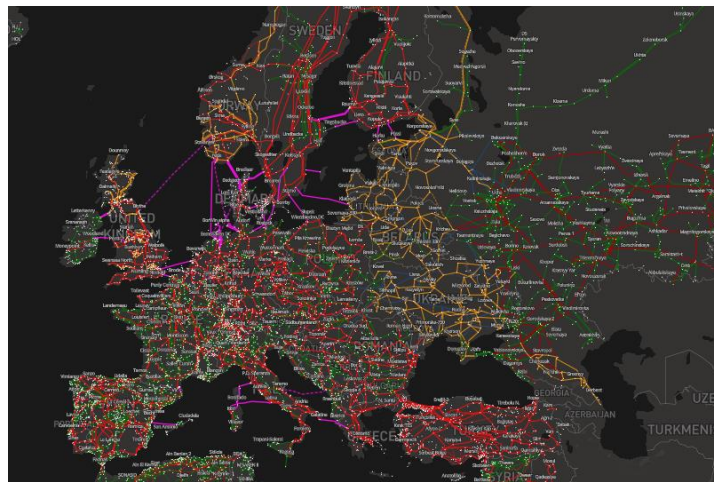
Quelle que soit la technologie déployée (hydrolien, éolien, photovoltaïque, etc.) on retrouve cette architecture centralisée autour de l'OSS dès que la ferme comporte plusieurs capteurs d'énergie. Dans le cas de *Baltic 1*, la sous-station, ou station de transformation est située à 16 km des côtes et 60 km du parc proprement dit.

1.2.2 Les EMR : extrémités d'un vaste réseau électrique européen

532 millions : c'est à peu près le nombre de consommateurs desservis par le réseau électrique européen. Un réseau géré par les entreprises nationales (RTE pour la France) qui se coordonnent à l'échelle européenne au sein de *l'European Network of Transmission System Operators for Electricity* (ENTSO-E).

Cette connectivité est réputée assurer une plus grande sécurité du réseau électrique, dans la mesure où elle permet une bascule de l'effort ou un secours éventuel d'un pays vers un autre

en cas de pénurie. Les échanges internationaux passent par des câbles très haute tension, en 225 kV (comme le câble export de la ferme éolienne) ou 400 kV.



<https://www.entsoe.eu/map/Pages/default.aspx>

Carte du réseau coordonné par l'ENTSO-E

En réalité, ce mode de fonctionnement à une limite. Pour Marrtje Knottenbelt, management assistant de l'*European Network for Cyber Security* (ENCS), la fragilité du réseau est double¹⁶ : en cas d'attaque du réseau, l'effet domino est certain. Un effet domino régional : aujourd'hui on estime que si la France s'effondre, la Belgique suivra, entraînant l'Allemagne avec elle. Un effet domino sectoriel ensuite : une fois que le réseau énergétique est touché, les transports le sont rapidement derrière, puis vient le système de santé, etc. L'épisode en Ukraine de décembre 2015¹⁷ est à considérer comme un warning.

Ainsi, la loi de transition énergétique implique une diminution probable du nombre de centrales nucléaires, qui fermeront au fur et à mesure du changement de génération¹⁸ des réacteurs, et une multiplication des sites EnR, à terre et en mer. Quel impact pour la résilience de notre système énergétique ? La fermeture de quelques-uns des 58 réacteurs français répartis sur 19 sites, points névralgiques s'il en est, va-t-elle réduire d'autant notre vulnérabilité ? La multiplication des stations de production d'énergie renouvelable va-t-elle participer d'une dilution de notre vulnérabilité ?

¹⁶ Entretien téléphonique avec l'intéressé, le 24 janvier 2018.

¹⁷ Pour mémoire, en décembre 2015, l'Ukraine subit l'attaque *Black Energy* qui aboutit à la déconnexion du réseau d'une trentaine de postes, huit provinces privées d'électricité pendant plusieurs heures, plus de 200 000 personnes touchées, et un fonctionnement en mode dégradé des installations plusieurs semaines encore après l'attaque.

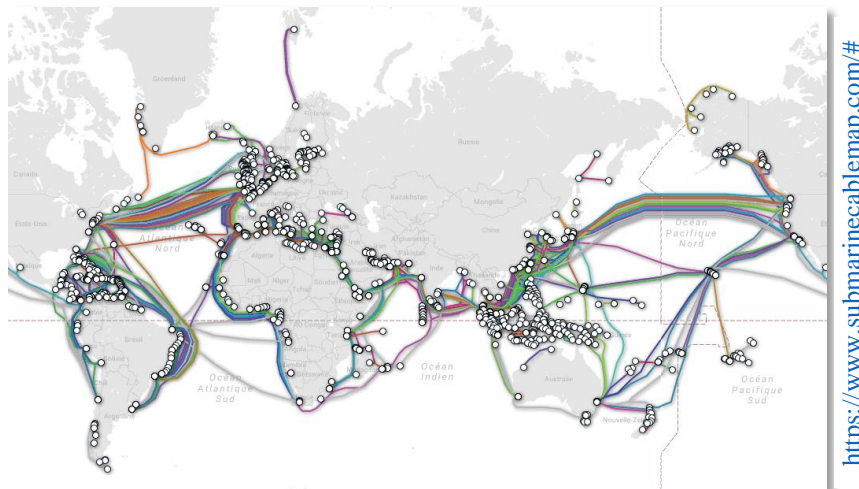
¹⁸ Les EPR, les réacteurs RAPIDE, puis les réacteurs à fusion dont ITER est un démonstrateur.

1.3 Dilution de vulnérabilité ou multiplication des fragilités ?

En octobre 2015, alors qu'elle allait être raccordée au réseau électrique terrestre de l'île d'Ouessant, l'hydrolienne¹⁹ démonstrateur D10 développée par Sabella, est victime d'un piratage informatique. La production d'électricité est stoppée pendant 2 semaines. L'enquête menée par la section de recherche de la gendarmerie maritime révélera que c'est la liaison satellite reliant la station de contrôle de Quimper et l'ordinateur situé sur Ouessant qui a été piratée. Avec le développement des fermes offshore, la vulnérabilité viendra également des sous-stations, voire même des câbles eux-mêmes.

1.3.1 Le câble, source de vulnérabilité

Récemment, un membre du parlement britannique s'est ému de l'absence de prise de conscience autour de la vulnérabilité que présentaient les câbles sous-marins²⁰. Commenant par rappeler que 97% des échanges mondiaux de données transitent par leur biais²¹, Rishi Sunak attire en effet l'attention sur le fait que le regain d'activité des navires espions comme le *Yantar* russe ne doit pas être pris à la légère.



Tracé des quelque 200 câbles majeurs existant au 11 février 2018.

Il fait en cela écho à un article du New York Times qui, déjà en 2015²², rapportait l'inquiétude des autorités navales américaines face à une activité russe comparable au niveau atteint au

¹⁹ Pour mémoire, le potentiel mondial installable via ce type de technologie est estimé à 50 GW. En Europe, le tiers du potentiel se situe le long des côtes bretonnes et normandes.

²⁰ SUNAK Rishi, *Undersea Cables: Indispensable, Insecure*, Policy Exchange, London, 2017.

²¹ Les communications satellites ont connu leur apogée dans les années 80, mais l'avènement de la fibre optique a radicalement inversé la tendance à partir des années 90, permettant une transmission 5 fois plus rapide et beaucoup moins onéreuse que l'utilisation du satellite.

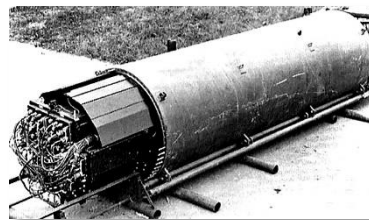
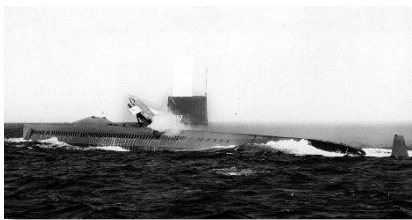
²² SANGER David E., SCHMITT E., *Russians Ships Near Data Cables Are Too Close For U.S. Comfort*, New York Times, 25 octobre 2015.

cours de la Guerre Froide, évoquant des actes de « reniflage » probables sur le GTMO-1, câble de communication sous-marin reliant Dania Beach, en Floride, et Guantanamo Bay²³.



Tracé du câble GTMO-1 et vue du Yantar, bâtiment russe employé par le GUGI, Direction générale pour la recherche en eaux profondes²⁴.

Ce type d'activités d'espionnage ne date pas d'hier, comme le rappelle l'étude publiée par *Policy Exchange*. Alors que la pose du premier câble sous-marin, qui relia la France et la Grande-Bretagne, date de 1850, la première opération documentée d'espionnage de ce support aux communications a pour cadre la Guerre Froide. En 1970, les Etats-Unis déclenchent l'opération *Ivy Bells*, opération d'écoute du câble sous-marin reliant la péninsule de Kamchatka à Vladivostok. Il s'agissait à l'époque d'en apprendre un peu plus sur le programme de missile balistique océanique soviétique destiné à une frappe en premier, en interceptant les communications entre les bases navales de Petropavlovsk, port d'attache de la flotte soviétique du Pacifique, et l'état-major de celle-ci implanté à Vladivostok²⁵. CIA, NSA et marine américaine unirent leurs efforts pour aller disposer sur le câble en question un système d'écoute développé par le laboratoire AT&T de l'entreprise Bell, à partir d'un sous-marin lanceur d'engin modifié, l'*USS Halibut*.



<http://www.hisutton.com/>

L'*USS Halibut* lanceur de *Regulus* (à gauche), puis transformé (à droite) pour les opérations de « travaux sous-marins », terme désignant pudiquement les opérations d'espionnage.

²³ “Just last month, the Russian spy ship Yantar, equipped with two self-propelled deep-sea submersible craft, cruised slowly off the East Coast of the United States on its way to Cuba — where one major cable lands near the American naval station at Guantánamo Bay.” Le GTMO-1 est l'unique câble reliant la côte est américaine à Cuba.

²⁴ Le GUGI, créé en 1976 est considéré comme le service de recueil de renseignement sous-marin russe (source : <https://www.globalsecurity.org/intell/world/russia/gugi.htm>, consulté le 03 janvier 2018).

²⁵ Source : https://en.wikipedia.org/wiki/Operation_Ivy_Bells consulté le 14 février 2018.

Il est assez ironique de constater que les Américains font aujourd'hui référence à cette même époque de la Guerre Froide, théâtre de leurs propres actions d'espionnage, pour signifier un regain d'activité russe autour des câbles sous-marins courant en Méditerranées orientale ou en Atlantique.

1.3.2 Le câble et la sous-station, portes d'entrée à une agression cyber

Quoi qu'il en soit, il y a une sérieuse différence entre intercepter des données transitant par câble et perpétrer, via celui-ci, une attaque cybernétique. On sait aujourd'hui écouter ou couper un câble, mais pas encore y injecter un virus destiné à contaminer les systèmes informatiques en bout de chaîne. On a longtemps considéré que pour injecter un virus dans un système ou un réseau informatique, il est nécessaire de pouvoir accéder à un ordinateur, à une couche informatique. Or, on sait en réalité depuis 2016 implanter des vers en intervenant directement au niveau de la couche logique, sans passer par un processeur : dans une étude²⁶ présentée à l'occasion du salon Black Hat 2016 qui s'est tenu du 29 avril au 1^{er} mai à Singapour, trois Allemands expliquent de quelle manière ils sont parvenus à développer un ver, à l'introduire et à le laisser proliférer dans un réseau d'automates programmables industriels (API, PLC en anglais, pour *Programmable Logical Controllers*) de modèle Siemens SIMATIC S7-1200. Or, les API ne sont pas plus que de simples actionneurs. Ils ne comportent pas de serveur ni n'utilisent de système d'exploitation. Cela ne signifie pas qu'on peut d'ores-et-déjà injecter un virus en intervenant directement sur un câble de transmission sous-marin, mais cela illustre que ce qui était tenu pour impossible il y a moins de 5 ans est aujourd'hui réalisable.



Automate programmable industriel SIMATIC S7-1200

<https://www.siemens.com/global/en/ho me/products/automation/systems/industrial/plc/s7-1200.html>

²⁶ PLC-Blaster: A Worm Living Solely in the PLC.

On estime aujourd'hui que le réseau de câbles de communication sous-marins représente deux fois la distance de la terre à la lune. Demain, les navires comme le *Yantar* n'auront que l'embaras du choix : les quelques 750 000 km de fibre optique qui reposent sur le fond des océans seront autant de portes d'entrée pour une cyberattaque. Une inquiétude apparemment partagée par les autorités américaine et relayée par Kathleen H. Hicks, directrice du programme Sécurité internationale au sein du CSIS (Center for Strategic & International Studies) : « [...] Russia may be planning to exploit those key transoceanic linkages through tapping or injection of cyber payloads or by severing them outright²⁷. »

Enfin, sans aller jusque-là, les sous-stations des fermes EMR constituent en elles-mêmes des points de vulnérabilités pour plusieurs raisons. D'abord comme le rappelle Damien Simon, « on [y] trouve effectivement des ordinateurs sur lesquels on peut venir insérer une clef USB vérolée, et des serveurs pour stocker les données. Potentiellement, c'est une source de vulnérabilité ». Ensuite, comme décrit au paragraphe 1.2 du présent mémoire, c'est dans la sous-station que se trouvent tous les automates de contrôle des éoliennes (cf para 1.2), autrement dit, les API du système, dont la contamination par ver vient d'être évoquée. Et comme le souligne les trois auteurs de l'étude précédemment citée, « des API infectées pourraient être approvisionnées par un fournisseur [...] et constitueraient ainsi non plus seulement la cible, mais bien l'origine de l'attaque [du système industriel dans lequel ils viendraient à être intégrés] ». A l'occasion d'une maintenance sur les automates par exemples. Or, une ferme de 50 à 100 éoliennes, c'est « tous les jours une cinquantaine de personnes qui vont assurer la maintenance du parc » nous rappelle Damien Simon.

²⁷ HICKS Kathleen H. (dir.), “*Undersea Warfare In Northern Europe*”, CSIS International Security Program, Lahnam, Rowman & Littlefield, juillet 2016, 62 p. L'évaluation de madame Hicks doit rester sujette à caution étant donné qu'elle se reporte explicitement – dans le cadre de la phrase que nous citons – à l'article du NYT déjà cité supra, et qui, lui, ne fait aucunement mention de cyber...

2. Un développement difficile qui tend à masquer les enjeux réels.

4 000 éoliennes sont en service au large des côtes de dix pays européens. Aucune ne l'est dans des eaux françaises.



Baltic 1

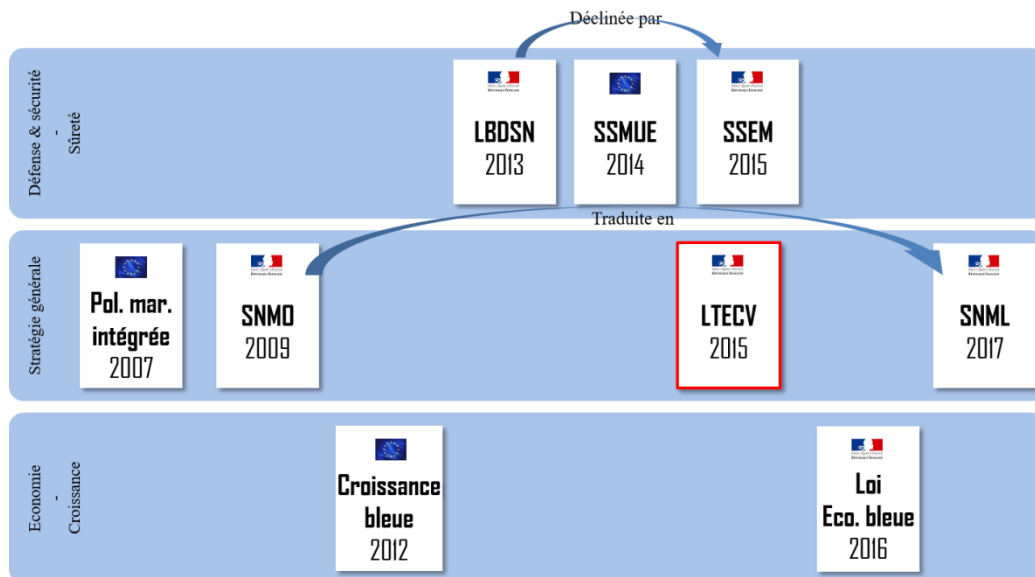
Ainsi, dans le cadre d'un réseau informatique européen connecté, la multiplication des énergies marines renouvelables va non pas diluer mais augmenter la fragilité du RZO. Il conviendra donc de s'assurer que ces installations sont bien protégées. Or, les difficultés administratives rencontrées par les porteurs de projets en mer, et ce avant même la phase d'appel d'offre, ne facilite pas la prise en compte d'enjeux périphériques et pourtant essentiels tels que la sûreté de ces installations.

2.1 Avant la loi.

La loi de transition énergétique est débattue puis votée dans un contexte sécuritaire national dégradé par de multiples attentats islamistes sur le sol métropolitain. Au plan international, depuis la sidération engendrée par l'épisode Stuxnet en 2010²⁸, la nécessité d'une plus grande sécurisation des approvisionnements et sources énergétiques face aux menaces, qu'elles soient cybernétiques ou plus « traditionnelles », est largement comprise.

2.1.1 Une documentation cadre qui fait toute leur place aux enjeux de sûreté maritime

Lien de causalité ou pas, le fait est qu'en France et en Europe, à l'heure où paraît la LTECV, les documents qui évoquent le développement des énergies renouvelables marines prennent tous en compte un volet « sécurité » ou « protection ».



Déclinant le Livre blanc sur la défense et la sécurité nationale de 2013, et complétant la Stratégie de sûreté maritime de l'Union européenne de 2014 (SSMUE), la Stratégie nationale pour la sûreté des espaces maritimes (SSEM) est adoptée par le Premier ministre au cours du CIMER²⁹, le 22 octobre 2015. S'il intervient après l'adoption de la loi sur la transition (août

²⁸ Ver informatique dont les conséquences matérielles sur les installations centrifugeuses utilisées pour le programme nucléaire iranien ont fait largement prendre conscience du potentiel destructeur d'une attaque cyber.

²⁹ Le Secrétariat pour la mer (SGMer), organisme dépendant du Premier ministre, créé en 1995 pour la coordination de la politique maritime de la France. Le SGMer est chargé de la préparation du comité interministériel de la mer (CIMer), « réunit périodiquement, sous la présidence du Premier ministre, tous les ministères qui traitent de questions maritimes. Institué par le décret 95-1232 du 22 novembre 1995, il est chargé de délibérer sur la politique du gouvernement dans le domaine de la mer sous ses divers aspects nationaux et internationaux et de fixer les orientations gouvernementales dans tous les domaines de l'action maritime ». Site du SGMer consulté le 17 février 2017 : <http://www.gouvernement.fr/comite-interministeriel-de-la-mer-cimer-sgmer>. A noter que le site n'est pas à jour puisqu'il n'évoque pas le dernier CIMER qui s'est tenu le 4 juillet 2017.

2015), les travaux préparatoires du CIMER sont conduits à peu près à la même époque que les débats sur la LTE. A cette époque donc, les impératifs de sûreté sont encore présents, comme en témoigne le contenu de la SSEM : « Dans le cadre de la transition énergétique, la France a fait le choix de développer les EMR [...]. Si la sûreté de ces infrastructures repose principalement sur les opérateurs, les représentants de l'Etat en mer régulent toutefois les activités s'exerçant à proximité pour conforter les objectifs de sûreté et de sécurité. Au-delà de leur propre sûreté, ces installations doivent répondre aux exigences plus larges de la sécurité nationale ».

La SSEM préconise également une meilleure prévention des cybermenaces³⁰, mais essentiellement celles qui pourraient peser sur l'« informatique embarquée », un « grand port », « la navigation et [la] sécurité nautique » ou encore « le contrôle à distance d'un navire ».

2.1.2 Une application aux EMR néanmoins inexistante en national contrairement à la documentation européenne

La mesure 37 adoptée à la suite du CIMER 2017 évoque la consolidation des moyens de réaction face à un incident cyber à bord d'un navire marchand battant pavillon français. Dans le domaine du contre-terrorisme maritime, cette mesure constitue une avancée non-négligeable et particulièrement bienvenue. Parce qu'elle limite son champ d'application, cette évocation montre que les EMR ne sont pas encore considérées comme cibles potentielles, alors qu'elles en constitueront demain une importante proportion. Pourtant, comme le rappelle la Stratégie nationale de sûreté des espaces maritimes de 2015, « les SI de l'Etat bénéficient de son attention et d'exigences spécifiques, mais ceux des acteurs privés, notamment des OIV³¹ peuvent présenter des vulnérabilités qu'il peut être plus difficile de corriger ». Dans le cas qui nous occupe, celui des EMR, le problème est encore plus profond, puisque le secteur ne possède aucun OIV !

Ainsi, si à l'heure de l'adoption de la loi qui va inscrire durablement dans le paysage énergétique français les énergies marines, la documentation française prend en compte les enjeux de sûreté maritime, elle a malgré toute une guerre de retard. Il n'y a pas ou peu

³⁰ Page 23, paragraphe « Anticiper l'évolution des cybermenaces » : « si le secteur maritime n'a que faiblement tenu compte des enjeux de la SSL, la prise de conscience vis-à-vis des cybermenaces est en train d'apparaître ».

³¹ Opérateurs d'importance vitale. L'article R. 1332-1 du code de la défense précise que les opérateurs d'importance vitale sont désignés parmi les opérateurs publics ou privés mentionnés à l'article L. 1332-1 du même code, ou parmi les gestionnaires d'établissements mentionnés à l'article L. 1332-2. L'Energie est un secteur d'activité d'importance vitale au sein duquel des OIV doivent être désignés.

d'anticipation. C'est d'autant plus étonnant que la documentation européenne que bien souvent la documentation française décline ou complète, évoque justement ces sujets. Il n'est qu'à citer la Stratégie de sûreté maritime de l'Union Européenne (SSMUE³²) de 2014 qui nomme sans ambiguïté comme « intérêts stratégiques de l'UE et de ses Etats membres en matière de sûreté maritime » :

- « la protection [des] installations offshore, l'approvisionnement énergétique par voie maritime, les [...] câbles sous-marins, etc.
- la protection des intérêts économiques, y compris [...] l'exploitation durable des ressources naturelles et marines dans les différentes zones maritimes et en haute mer [...]. »³³

En outre, elle prend acte des risques et menaces que constitue « le terrorisme et les autres actes illicites intentionnels, [...] commis contre [...] les infrastructures maritimes et énergétiques critiques, y compris les attaques informatiques. »³⁴. On ne saurait être plus clair.

La loi de transition est donc proposée, débattue et adoptée dans un contexte plutôt favorable à la prise de conscience des enjeux de sûreté maritime. Mais c'est sans compter avec la lourdeur du cadre réglementaire antérieur à la loi, dont la complexité va focaliser les ressources des porteurs de projet et éloigner les impératifs de protection et de sécurité.

³² Stratégie de sûreté maritime de l'Union européenne, adoptée par le Conseil des affaires générales le 24 juin 2014.

³³ Paragraphe IV. (Intérêts en matière de sûreté maritime) de la SSMUE.

³⁴ Paragraphe V. (Risques et menaces pesant sur la sûreté maritime) de la SSMUE.

2.2 Contexte règlementaire du vote de la loi.

« Heureusement qu'il n'y a pas que le marché français... ». Le constat porté par un cadre de WPD Offshore est révélateur des difficultés rencontrées par les porteurs de projet EMR souhaitant s'attaquer au marché français. Lauréat du premier appel d'offre³⁵ en consortium avec EDF pour les parcs de Fécamp et de Courseulles-sur-Mer, WPD Offshore ne peut débiter les travaux, car si les parcs ont bien été autorisés, la procédure fait l'objet de recours engagés par diverses associations de défense de l'environnement ou du patrimoine. « On estime que d'ici deux ou trois ans nous pourront commencer la construction³⁶ ». Soit huit ans après l'attribution de l'appel d'offre. Dix, si on commence à compter au lancement de celui-ci.

Il ne faut pas s'y tromper : à l'époque où la LTECV est votée, cette durée représente malheureusement la norme. En matière de développement des EMR, la France part effectivement de très loin. Si en théorie les choses sont assez simples, puisque l'éolien offshore bénéficie de dérogations par rapport à l'éolien terrestre, et que seules deux autorisations administratives sont exigées, en réalité, l'obtention de ces autorisations relève du parcours du combattant. En mars 2013, missionnés par le ministère de l'écologie, CGEDD et CGEJET faisaient en outre le constat³⁷ que l'entreprise qui souhaite se lancer dans le développement d'une ferme pilote est littéralement abandonnée par l'administration.

2.2.1 Dispenses et obligations

L'article R. 421-8-1 du code de l'urbanisme dispense les éoliennes installées sur le domaine public maritime immergé au-delà de la laisse de basse mer de toute formalité au titre de ce même code. Les ouvrages de raccordement au réseau public d'électricité le sont également.

Par ailleurs, les éoliennes en mer ne sont pas considérées comme installation classées pour la protection de l'environnement (ICPE), à la différence des éoliennes terrestres. En effet, bien que les impacts environnementaux de telles installations soient encore très mal connus³⁸, le Conseil d'Etat a estimé qu'il existait une « différence de situation en ce qui concerne les effets de ces installations et les dangers ou les inconvénients qu'elles présentent ».

³⁵ Pour mémoire, les lauréats du premier appel d'offre (11 juillet 2011) ont été désignés le 7 avril 2012.

³⁶ Eléments recueillis lors d'un entretien conduit le 19 janvier 2018. Au moins huit recours contre les projets de Fécamp et de Courseulles-sur-Mer ont été engagés en octobre 2016. Sept d'entre eux concernant spécifiquement Fécamp ont été rejetés en juin 2017 par la cour administrative de Nantes en appel.

³⁷ BOYE Henri, CAQUOT Emmanuel, CLEMENT Pascal et al., *Rapport de la mission d'étude sur les énergies marines renouvelables*, mars 2013, 260 p.

³⁸ FRIER Jean-François, MICHALAK Séverine, *De l'énergie noire à l'énergie bleue*, Iris, novembre 2017.

Les autorisations administratives nécessaires se réduisent quant à elles au nombre de deux.

L'autorisation d'occupation du domaine public consiste, pour les maîtres d'ouvrage, en l'obtention d'une concession d'utilisation approuvée par arrêté préfectoral, qui ne peut excéder une durée de 30 ans. La procédure d'obtention est régie par le code général de la propriété des personnes publique (articles R. 21224-1 et suivants). Par ailleurs, elle exige une étude d'impact demandée par le code de l'environnement, et la définition des modalités de suivi de l'installation et la nature des opérations de remise en état en fin d'utilisation.

C'est dans le cadre de cette concession, que le projet fait alors l'objet d'une série de consultations et d'une enquête publique préalablement à son approbation par arrêté préfectoral.

L'autorisation au titre de la protection de l'eau et du milieu marin. Au titre de la loi sur l'eau, le projet est soumis à enquête publique. Un document d'incidence doit être constitué. L'étude d'impact peut tenir lieu de document d'incidence (R. 214-6 du code de l'environnement).

Enfin, ces projets sont soumis à débat public.

Et cela, sans garantie d'acceptation du dossier par l'urbanisme ni par l'opérateur de réseau terrestre.

2.2.2 Appels d'offre

Pourtant, le privilège d'aller se perdre dans les tortueux méandres de l'administration française n'est pas concédé à n'importe quelle entreprise. Le processus de développement de l'éolien en mer passe par une procédure d'appel d'offre étatique régie par les articles L.311-10 et suivants du code de l'énergie, dont l'objectif est d'assurer une cohérence d'ensemble d'implantation de l'éolien posé :

- le 1^{er} appel d'offre lancé en juillet 2011 concernait 5 zones en Manche et en Atlantique, pour une puissance totale maximale de 3000 MW, soit environ 1000 à 1200 éoliennes, qui doivent permettre de répondre au besoin de 4,5 millions de foyers ;
- le 2^{ème} appel d'offre lancé en mars 2013 concernait 2 zones au large de la Haute-Normandie et du Pays de la Loire, pour une puissance totale de 1000 MW, soit environ 200 éoliennes ;
- le 3^{ème} appel d'offre annoncé en avril 2016 pour le développement d'une ferme au large de Dunkerque ;

- un 4^{ème} appel d'offre concernant la zone d'Oléron annoncé en novembre 2016.

Concrètement, cela se traduisait, jusqu'en 2017 par des durées d'aboutissement de projet de 7 à 8 ans, quand des pays comme l'Ecosse parvenaient à faire aboutir les projets en l'espace de quelques dizaines de mois grâce à la mise en place d'un dispositif pragmatique de guichet unique masquant la complexité administrative sous-jacente. En Allemagne, le projet *Baltic 1* a commencé à produire de l'électricité en mai 2011, quelques jours après son inauguration par la chancelière, un an après le début des travaux (avril 2010), trois ans après la sélection de l'entreprise par l'état allemand (mars 2008).

Illustrant le délai évoqué plus haut, les premiers Wh « salés » devraient être produits en 2020 ou 2021, soit une durée de 10 ans entre le lancement d'appel d'offre et les premiers tours d'hélice. D'où l'appel des industriels et des spécialistes des énergies renouvelables à un tempo plus ambitieux dans l'annonce des appels d'offres étatiques.

Cette lenteur est unanimement déplorée. La comparaison avec nos voisins européens est suffisamment éloquente pour avoir engendré une prise de conscience des pouvoirs publics, et provoqué une série d'adaptations successives de la réglementation.

Dans leur rapport le CGEDD et le CGEIET et appelaient à une simplification des procédures³⁹ et la création d'un paragraphe unique dédié aux EMR dans le code de l'énergie, qui rassemblerait les préconisations alors ventilées dans le code de l'énergie, celui de l'environnement et celui de la propriété des personnes public. Finalement, la complexité de cette réglementation parviendrait presque à faire oublier les directives d'un dernier code, celui de la défense.

³⁹ Rapport du CGEDD, *op. cit.*, page 7, chapitre Recommandations.

2.3 Une volonté de simplification qui éloigne les enjeux de sûreté.

L'évolution de la réglementation relative au développement des EMR, si elle répond à un besoin pragmatique, a systématiquement eu tendance à écarter les acteurs traditionnels de la mer, et pourrait, si l'on n'y prend garde, retirer à la marine nationale son droit de regard qui assure à la Défense la bonne maîtrise de ses impacts en matière de sûreté.

Sur les deux premières procédures (2011 et 2013), une fois le site propice déterminé par l'Etat⁴⁰, l'appel d'offre était lancé et, le lauréat choisi, débutait la longue phase de demande et d'obtention d'autorisation auprès des différents organismes compétents. Nous l'avons évoqué plus haut : les deux autorisations majeures que l'opérateur devait obtenir étaient,

- l'une liée à l'occupation des sols ;
- la seconde relative à la protection du milieu marin.

La procédure d'autorisation d'occupation des sols nécessitait alors, entre autres,

- l'avis conforme⁴¹ du CZM, au titre des enjeux de défense, et notamment au regard du risque pyrotechnique : pas un jour ne se passe sans que les GPD n'interviennent sur les côtes française ou en mer pour traiter des mines et munitions historiques ;
- l'avis conforme du préfet maritime, qui donne son avis au titre de la nécessaire coordination des activités usages de la mer (pêche, préservation des zones protégées, intervention des plongeurs démineurs⁴², etc.) et qui jauge des impacts éventuels sur la sécurité de la navigation ;
- la consultation de la Grande commission nautique, commission instaurée par décret en 1986, présidée par le CEM de l'IGA-Marine, entouré de représentants des différents usagers de la mer⁴³, et qui imprime la marque du bon sens marin sur les dossiers concernant les extensions portuaires, la construction de champs d'éolienne, la modification de la signalisation et du balisage, etc.

⁴⁰ Voir partie 3 du présent mémoire sur la planification spatiale et la coordination entre usagers.

⁴¹ C'est-à-dire, que si l'avis est négatif, il est automatiquement suivi, ce qui confère un pouvoir très important à celui qui se prononce.

⁴² Rappelons qu'un incident impliquant une mine historique en mer engage la responsabilité du préfet maritime.

⁴³ Marine nationale, pêche, marine marchande, SHOM, marins des ports, eaux et forêts, plaisance, société nationale de secours en mer (SNSM), pilotes de port, remorqueurs,

C'est là le processus qui a prévalu pour les deux premiers appels d'offre⁴⁴, et qui garantissait à la marine un levier de contrôle particulièrement important.

2.3.1 Dialogue concurrentiel

A l'occasion du troisième appel d'offre, les choses ont commencé à évoluer vers plus de simplicité : par décret n°2016-1129 du 17 août 2016, le ministère de l'environnement, de l'énergie et de la mer⁴⁵ a instauré la procédure dite de « dialogue concurrentiel » visant à « permettre aux candidats [à la construction d'installations de production d'électricité] de faire une offre beaucoup plus aboutie, dans laquelle les risques sont moins importants et mieux maîtrisés »⁴⁶. Dans les faits, une des conséquences – probablement involontaire – de cette procédure fut de se passer de l'avis des CZM, préfet maritime et Grande commission nautique.

Ainsi, l'instauration de ce « dialogue concurrentiel » aura raison de la Stratégie nationale de sûreté des espaces maritimes, dans laquelle, seulement dix mois plus tôt, le premier ministre imposait comme axe d'effort, le fait d'« intégrer pleinement les enjeux de sécurité nationale à la planification spatiale marine », et de « prendre en compte les risques en matière de sûreté dans le développement des nouvelles infrastructures énergétiques ».⁴⁷

Le troisième appel d'offre en effet, concernait une zone située « au large de Dunkerque, zone identifiée » par le ministre Ségolène Royal, « comme présentant des conditions favorables à l'implantation d'éoliennes en mer posées »⁴⁸. En réalité, Dunkerque est tout sauf une zone propice à l'implantation de ce genre d'installations. Les environs terrestres et maritimes de la ville et de ses ports regroupent nombre d'activités à risque : la centrale nucléaire de Gravelines, plusieurs dépôts de pétrole situés dans le port de commerce et à proximité, une raffinerie située entre la première et ces derniers, immédiatement au large, un dispositif de séparation du trafic (DST) particulièrement emprunté, des activités maritimes commerciales et de pêche d'ampleur.

⁴⁴ 1^{er} appel d'offre : 16 mars 2013, 2^{ème} appel d'offre : 7 mai 2014, 3^{ème} appel d'offre : 4 avril 2016. Les deux premiers appels d'offres comportaient un volet social important. Il s'agissait de créer de l'emploi, au travers du développement d'un secteur de toute façon incontournable.

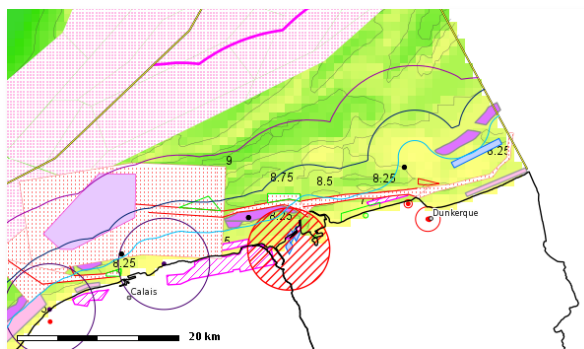
⁴⁵ Nom alors donné à l'actuel ministère de la transition écologique et solidaire

⁴⁶ Olivier David, sous-directeur du système électrique et des énergies renouvelables de la DGEC, cité sur le site actuenvironnement.com le 11 septembre 2017, page consultée le 20 janvier 2018.

⁴⁷ Voir l'encadré page 34 de la SSEM.

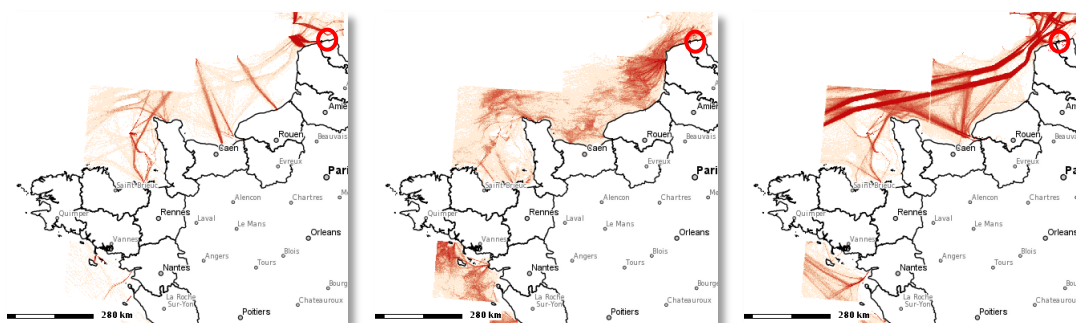
⁴⁸ Citation extraite du discours prononcée par madame Ségolène Royal à l'occasion de l'annonce du 3^{ème} appel d'offre.

Les usages de la mer au large de Dunkerque. Les zones colorées sont toutes affectées à une activité particulière : défense, pêche, préservation de l'environnement, pisciculture, etc. Hachuré en violet, le dispositif de séparation du trafic passant à moins de 10 nautiques de la côte.



<http://cartelle.application.developpement-durable.gouv.fr/cartelle/>

L'ajout d'un champ d'éoliennes n'allait pas arranger les choses, et le PREMAR dut batailler pour obtenir que le champ ne soit pas implanté à moins de 5 Nq du DST. L'EMM, de son côté, a dû veiller à ce que la capacité de détection et de suivi du trafic du sémaphore de Dunkerque ne soit pas trop lourdement impacté. C'est donc une réelle bataille que la Marine a dû mener pour faire valoir le simple bon sens.



<http://cartelle.application.developpement-durable.gouv.fr/cartelle/>

Flux maritime sur 2012. Dunkerque cerclé de rouge. Respectivement : navires à passagers, pêcheurs, cargos et tankers.

2.3.2 Permis enveloppe

Le droit de regard des armées sur les projets d'installations en mer fut une seconde fois remis en question à l'occasion des travaux de préparation de la loi pour un Etat au service d'une société de confiance.

Déposé le 27 novembre 2017 par le gouvernement, le projet de loi prévoyait initialement que l'autorisation soit donnée au lauréat simultanément à sa désignation. Le commissaire en chef de première classe (CRC1) Martineau de la direction des affaires juridiques (DAJ) du ministère des armées (MINARM) soulignait ainsi le 14 décembre 2017⁴⁹ que la phase de consultation des organismes compétents devait en être fortement condensée, et que la marine

⁴⁹ Entretien avec l'intéressé tenu le 14 décembre 2017 dans les locaux du ministère à Balard.

aurait à se prononcer beaucoup plus tôt, avec donc peu d'éléments à disposition quant au projet de l'industriel. Du point de vue des porteurs de projet, ce qu'on appelle le « permis enveloppe » mis en place par ce projet de loi, s'il n'est pas suffisant, constitue toutefois une véritable avancée. Déjà en vigueur dans les pays en pointe sur le domaine des EMR, il permettrait de passer d'un délai global de traitement de 12/15 ans, à un délai de 5 à 7 ans. Du point de vue des armées, initialement, le projet de loi occultait encore une fois la partie Défense, mais la marine est parvenue à y faire insérer un paragraphe préservant notre droit de regard, dans l'article 34 du projet de loi en question⁵⁰.

Envoyé en commission spéciale et adopté par l'Assemblée nationale en première lecture le 30 janvier 2018⁵¹, la loi dissocie finalement autorisation et désignation. Les délais offerts à la défense pour se prononcer restent contraints mais le sont de manière plus raisonnable. Il convient toutefois de rester vigilant. La loi pour un Etat au service d'une société de confiance prévoit que les ordonnances soient prises dans un délai de 18 mois à compter de la promulgation de la loi (qui fait l'objet d'une procédure d'adoption accélérée) qui devrait intervenir à la fin de l'hiver 2018.

Quoi qu'il en soit, et même si aujourd'hui le droit de regard des armées sur les projets d'installations en mer est préservé, les impératifs de simplification réglementaire auront peu à peu détricoté un cadre favorable à la bonne prise en compte des enjeux de sûreté, pour aboutir à un environnement où les énergies marines renouvelables elles-mêmes sont de moins en moins évoquées. Ainsi en est-il de la loi sur l'économie bleue de 2016 qui n'évoque pas le sujet des EMR, si ce n'est pour insérer une modification au code des assurances, quand les 15 pages du document européen qu'elle décline⁵² évoque l'éolien en mer par onze fois. De la même façon, la stratégie nationale.

Ainsi, la SNML de 2017 a beau rappeler qu'il convient de « maintenir un haut niveau de sûreté dans nos espaces maritimes pour protéger le milieu marin et nos intérêts économiques », « tenir nos ambitions en matière d'énergies marines renouvelables »⁵³, la loi sur l'Etat au service d'une société de confiance ne va pas dans le sens préconisé.

⁵⁰ « ... ; les conditions dans lesquelles le lauréat sera autorisé à occuper le domaine public maritime doivent permettre d'assurer la sécurité de la navigation et préserver les intérêts de la défense nationale ; ... »

⁵¹ Petite loi n°73, transmise au Sénat le 31 janvier 2018 qui l'a renvoyée en commission spéciale. Les discussions en séance publique sont programmées pour mi-mars 2018.

⁵² La croissance bleue : des possibilités de croissance durable dans les secteurs marins et maritimes.

⁵³ Respectivement, mesures 11 et 12 préconisées par la Stratégie nationale pour la mer et le littoral du ministère de l'écologie

3. L'impérative implication de la marine.

« Le soutien au développement des énergies renouvelables en mer repose sur [...] l'éolien flottant ».

Stratégie nationale pour la mer et le littoral

« [...] les champs d'éoliennes implantées en Manche-Mer du Nord, non seulement risquent d'accroître le risque d'accident, mais nous ont conduits, l'année dernière, à augmenter d'un tiers le nombre de nos interventions de déminage. »

Amiral Bernard Rogel, 15 octobre 2015



Un Panther de la marine nationale en exercice dans un parc éolien

Nous l'avons vu, le développement des énergies marines renouvelables devra prendre en compte les impératifs de sûreté si on ne veut pas qu'elles deviennent des portes d'accès non-verrouillées au réseau énergétique européen. Dans cette optique, la marine nationale aura un rôle à jouer, il ne faut pas en douter. D'abord parce que l'implantation progressive d'installations offshore aura un impact sur tout le spectre des missions qui lui incombent dans le cadre de l'Action de l'Etat en mer. Ensuite parce que ces implantations se feront progressivement de plus en plus au large, et que – de toutes les administrations présentes en mer – elle est la seule à savoir et pouvoir intervenir en haute mer.

3.1 Un choix géographique complexe qui doit concilier les usages de la mer

Avant même que ne soit initié le parcours administratif, il convient de définir quelles zones peuvent accueillir ces installations nouvelles : ainsi se pose le principal problème des EMR, celui du partage des usages, déjà nombreux sur le littoral français. Transport, pêche, exploitation des fonds et des sous-sols, loisir, plaisance, élevage, préservation de la nature, étude du milieu et activités de défense coexistent déjà dans une fragile harmonie. L'introduction d'une nouvelle activité, structurellement gourmande en termes de surface, n'est pas sans exiger des arbitrages qui réduisent les zones propices d'installation.

3.1.1 Outil informatique de planification spatiale

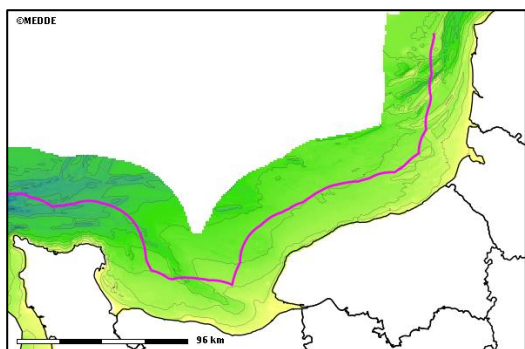
Le site Géolittoral⁵⁴, portail de la mer et du littoral, liste les paramètres et activités entrant en ligne de compte dans le choix d'un site propice à l'installation de ferme d'exploitation d'énergie renouvelable en mer :

- position du réseau RTE (localisation et potentiel de raccordement) ;
- géographiques (fond de carte) ;
- environnementaux (Natura 2000, réserves biologiques, etc.) ;
- paysage et patrimoine (sites classés et inscrits, monuments historiques, etc.) ;
- défense (dépose de munitions, zones de tirs, etc.) ;
- navigation (aérienne et maritime) ;
- radars (sémaphores, CROSS, portuaires, etc.) ;
- socio-économiques (mouillages, extractions marines, etc.) ;
- pêche et aquaculture (réglementations, gisements, etc.).

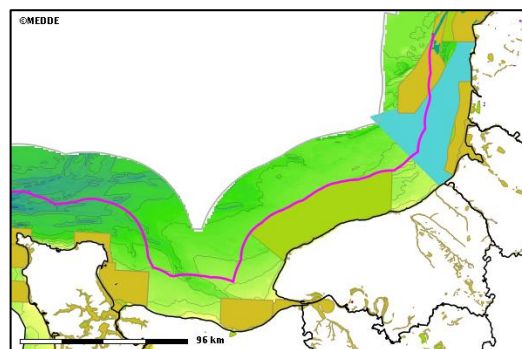
Le ministère de l'environnement, conjointement avec le centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement (CEREMA) et l'observatoire national de la mer et du littoral (ONML) a développé plusieurs outils de cartographie des usages de la mer. Ces cartographies dynamiques, déjà utilisés dans l'urbanisme et qui permettent de superposer les couches d'activités, sont avant tout un outil de planification spatiale. Mais ils permettent d'illustrer à quel point le besoin de coordination, si ce n'est d'arbitrage, est important. La série de cartes ci-dessous constitue une simulation effectuée au cours de la rédaction du présent mémoire en Manche. Elle a été constituée à partir du logiciel Cartelie,

⁵⁴ Site consulté le 19 février 2018 : <http://www.geolittoral.developpement-durable.gouv.fr/energies-marines-renouvelables-emr-r153.html>

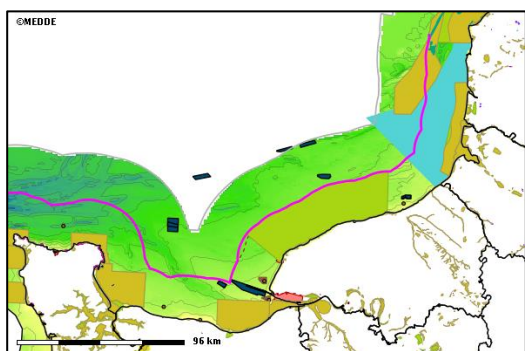
conçu par le CEREMA, consultable depuis le site Géolittoral. A partir d'un fond de carte disposant du minimum d'informations (bathymétrie et limite des eaux territoriales françaises), il est aisé de progressivement superposer les différentes zones engagées par les multiples activités en mer.



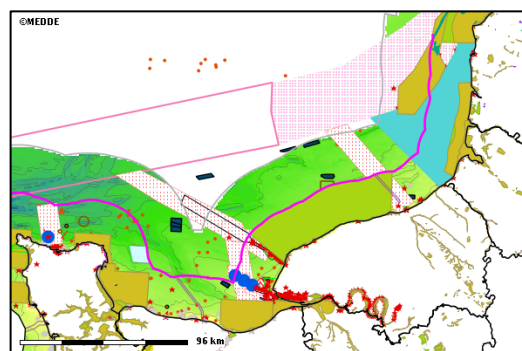
Bathymétrie et limite des 12Nq



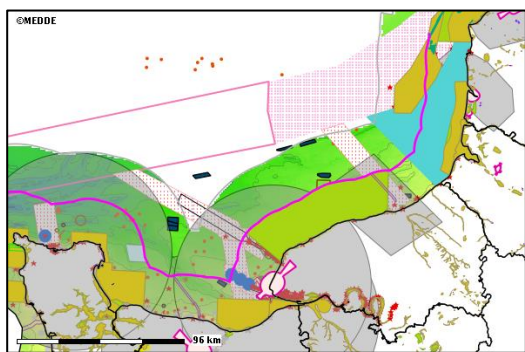
Espaces de préservation de la faune et de la flore



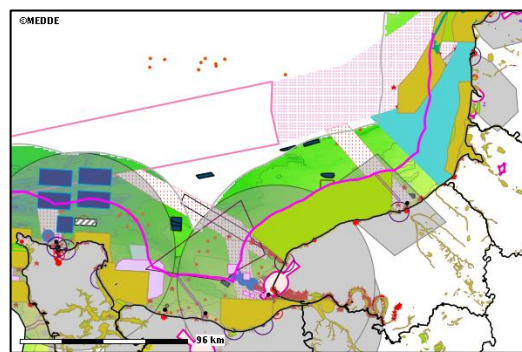
Activités socio-économiques



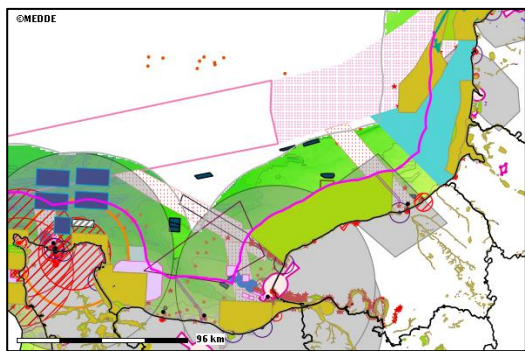
Navigation maritime



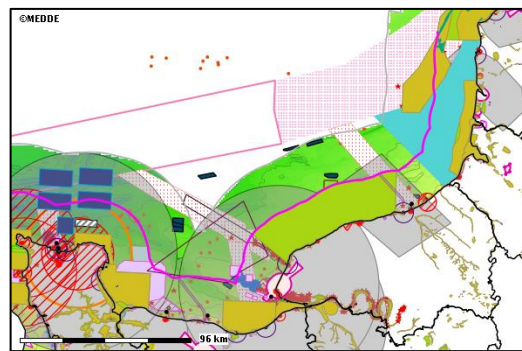
Navigation aérienne



Activités défense marine



Activités défense air



Pêche et aquaculture

3.1.2 Accompagnement de la marine

La marine nationale représente une partie⁵⁵ des intérêts « défense » qui font souvent obstacle, de fait, au développement des EMR. Plus que d'autre, elle est consciente de la nécessité d'une coordination fine entre les différents usagers. Principale intéressée pour l'intervention dans un cadre « sûreté », il est normal qu'elle veille à la bonne prise en compte de ces aspects⁵⁶. Elle n'en n'est pas pour autant opposée par principe aux EMR. Pour preuve de sa bonne volonté, elle a développé une licence SPATIONAV accessible sur demande aux opérateurs, pour faciliter leur étude d'impact. L'exploitation des bases de données non-classifiées de SPATIONAV est d'une aide précieuse, permettant d'interpréter la récurrence de certains usages de la mer, et leur prise en compte dans le choix de la zone et de la disposition même du parc.

De plus, la marine procède au profit des opérateurs à de l'analyse et de la gestion du risque, conseillant les opérateurs et leurs sous-traitants dans les domaines où son expertise est unique : le risque pyrotechnique en mer.

On constate que l'espace maritime que constituent les eaux territoriales (délimitées par le trait rose sur la série de cartes ci-dessus) est particulièrement sollicité par l'ensemble des usages. On comprend toute la pertinence de l'organisation française, qui place le préfet maritime au centre des arbitrages, et de l'existence d'organes transverses de concertation tels que la Grande commission nautique. On pressent également qu'un éloignement vers le large représente un mouvement inévitable pour parer les tensions liées au partage du littoral. Tensions qui se traduiront en autant de procédures contentieuses ralentissant l'aboutissement des projets et représentant un coût financier important.

Dans ce cadre, la technologie de l'éolien flottant qui permettra le développement de fermes à bonne distance des côtes, limitant les interactions avec bon nombre des autres usages de la mer, est particulièrement prometteuse.

⁵⁵ L'armée de l'air, comme l'aéronavale, est impactée par l'implantation d'éoliennes en mer, comme à terre, du fait des contraintes induites sur la circulation aérienne militaire.

⁵⁶ Voir paragraphe suivant.

3.2 L'avenir au large

On distingue en effet deux catégories d'éolien en mer sur la base de la technique de fondation employée : l'éolien posé, sur des fonds inférieurs à 50 mètres, et l'éolien flottant au-delà. Le Syndicat des énergies renouvelable et France énergie éolienne donnent les chiffres : le potentiel est estimé entre 6 et 15 MW, et ce uniquement pour la métropole⁵⁷.

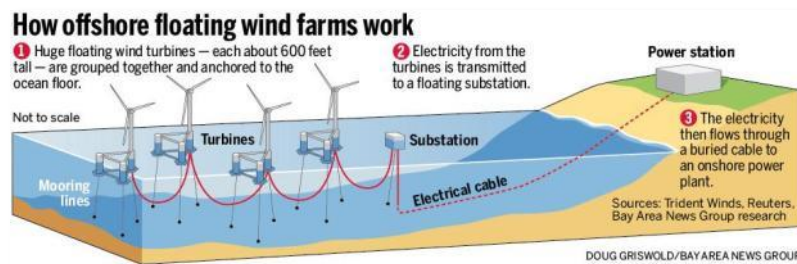


<https://www.sierraclub.org/sierra/2017-1-january-february/feature/floating-wind-turbines-could-power-west-coast>

Illustrations des différentes techniques de fixation des éoliennes sur les fonds marins

3.2.1 L'éolien flottant

La technique employée ne change en rien l'architecture générale d'une ferme évoquée au commencement du présent mémoire, comme l'illustre le schéma suivant, extrait d'un article du Mercury News :



Câbles et sous-station : on retrouve l'architecture générale valable pour l'éolien posé.

Les zones potentielles d'installation de l'éolien en mer, qu'il soit posé ou flottant, sont d'abord sélectionnées en fonction des :

⁵⁷ Il s'agit de puissance installée, et non effectivement produite. Ce qui crée parfois un décalage dans la comparaison avec le nucléaire, dont les chiffres évoquent de l'énergie réellement produite (Wh). Pour mémoire, en France, on compte 4 réacteurs de 1500 MW, 20 de 1300 MW et 34 de 900 MW. 1 réacteur de 900 MW produit en moyenne 500 000 MWh par mois, couvrant ainsi la consommation de 400 000 ménages (site EDF).

- aspects « source d'énergie » : données moyennes de vent, houle, etc. Dans le cas de l'éolien, il convient que la zone bénéficie d'un vent suffisamment fort et constant pour présenter un intérêt ;
- activités, usages traditionnels des espaces maritimes : pêche, trafic maritime, défense. Ces activités contraignent également le choix des zones propices. Force est de constater que la défense occupe un espace important et présente probablement les plus grosses contraintes au développement des EMR. Si elle est souvent vue comme un frein par les exploitants, elle s'applique à accompagner du mieux possible les porteurs de projet. Nous y revenons dans la dernière partie du présent mémoire.
- aspects géographiques, topographiques, sédimentaires : Manche et Mer du Nord sont favorables, pas le Golfe de Gascogne, la Méditerranée moyennement.

Cette dernière série de paramètres détermine le choix des fondations, et donc le type d'éolien qui sera utilisé. Grossièrement, on peut estimer que l'éolien posé concerne les eaux territoriales, quand l'éolien flottant permet dans l'absolu un développement beaucoup plus au large.

3.2.2 Un mouvement vers le large

Ici deux impératifs s'opposent : la nécessité de produire une électricité à prix concurrentiel et le besoin d'espace⁵⁸. Plus on s'éloigne, plus on s'affranchit des usages de la mer qui concernent le côtier et proche côtier, et plus on est susceptible de bénéficier de surfaces libres importantes. Mais plus on s'éloigne, plus on augmente la longueur du câble export (donc les pertes d'énergie lors du transport) et plus les contraintes d'entretien de la ferme augmentent.

Aujourd'hui, l'électricité issue des EMR bénéficie d'un volontarisme politique destiné à favoriser l'émergence d'énergies plus propres. Elle est subventionnée pour être rendue compétitive, sans quoi elle ne serait pas achetée, condition *sine qua non* à son développement. Néanmoins, le SER, dans sa révision de la PPE⁵⁹ constate que « l'éolien en mer posé européen a connu des baisses de prix considérables, au point de dépasser beaucoup plus rapidement que prévu les projections [...] » et que « les coûts de l'éolien flottant [...] connaîtront une diminution comparable ».

Quant aux contraintes d'entretien, elles sont en réalité moins bloquantes que l'acceptation sociale et la confrontation aux autres usages de la mer plus près des côtes.

⁵⁸ A titre illustratif, la ferme de l'entreprise E.On aux abords de l'île Helgoland représente une surface de 36 km².

⁵⁹ Syndicat des énergies renouvelables, *Révision de la programmation pluriannuelle de l'énergie*, janvier 2018.

GICAN et SER rappellent⁶⁰ qu'en terme de potentiel techniquement exploitable (PTE), l'éolien flottant est – à l'échelle de la planète – l'énergie marine renouvelable la plus prometteuse. La société Statoil estime, elle, que 80 % de la ressource éolienne marine se trouve en haute mer, dont l'immense avantage est de bénéficier d'un vent moins perturbé, plus régulier et plus puissante que sur la côte. Le concept de fondations flottantes pour des éoliennes dont la nacelle est située à plusieurs centaines de mètres au-dessus de la surface, et dont chacune des 2 ou 3 pales approche les 16 tonnes, a beau être assez récent⁶¹, il semble promis à un bel avenir.

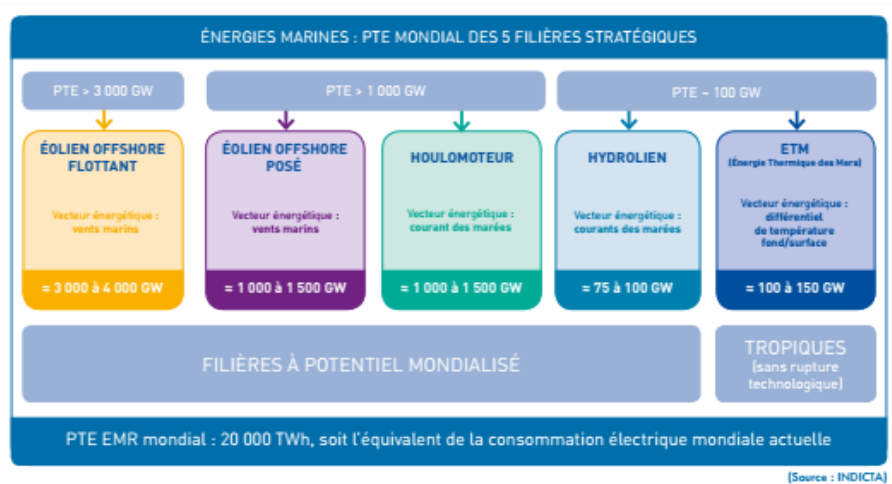


Tableau extrait d'un document édité par le GICAN, le SER et le CMF

⁶⁰ Document déjà cité en 1.1.2

⁶¹ Le parc éolien Hywind Scotland déployé par Statoil s'étend sur une surface d'environ 4 km² dans des profondeurs allant de 95 à 129 mètres. Il a été mis en service fin 2017. Il est le premier parc éolien flottant du monde et sert de projet pilote. Mais Statoil assure que ses éoliennes pourraient être installées en haute mer, jusqu'à 800 mètres de profondeur.

3.3 Un déport vers le large qui ne sera pas sans conséquences pour la marine

Si le phénomène des EMR est assez récent en France, il est déjà plus ancien sur le versant nord de l'Europe. Dès 2012, la marine participait à un exercice de sauvetage dans un champ d'éolienne en Grande-Bretagne. Le retour d'expérience tiré à l'occasion de cet exercice qui a vu la participation d'un NH90 français sert toujours.

D'une manière plus générale, le retard français en matière EMR a au moins le mérite de permettre à la marine de savoir quels en seront les impacts sur ses missions, et plus particulièrement sur les missions qui sont les siennes dans le cadre de l'action de l'Etat en mer.

3.3.1 Un secteur d'activité nouveau et accidentogène

Avec le développement des EMR, c'est la première fois, en France, que nous allons être confrontés à une activité industrielle pérenne et fixe en mer. Il faut bien se représenter ce que cela signifie : prenons l'exemple du projet de parc éolien de Courseulles-sur-Mer (Calvados). Fort de 75 éoliennes réparties sur 50 km², implanté à environ 10km au large, ce parc devrait développer une puissance de 450 MW⁶². D'après EDF-Energies Nouvelles, qui pilote le consortium EOC (Eoliennes offshore du Calvados) en charge du projet, le chantier d'installation du parc devrait voir intervenir en mer autant de navires que lors du débarquement du 6 juin 1944 !

Or, il serait dangereux de sous-estimer le particularisme de ce secteur d'activité. L'Allemagne, en avance sur la France sur le sujet des EMR, en a fait le constat lors de la construction du parc éolien de Helgoland, marqué par un taux d'accident élevé, a fait le constat qu'il ne suffisait pas d'employer des experts de l'éolien terrestre pour répondre au besoin maritime : la mer ne constitue pas un environnement de travail comme un autre.

La sécurité du personnel exploitant et entretenant les fermes EMR est, en toute rigueur, du ressort de l'opérateur. Ce dernier développe des plans de gestion de crise, en lien avec la préfecture maritime concernée, impliquant son centre de contrôle à terre, le CROSS, et la préfecture.

3.3.2 Pour la marine

⁶² Soit environ la moitié de la puissance produite par une central nucléaire.

Ce constat posé, concentrons-nous sur les conséquences pour la marine

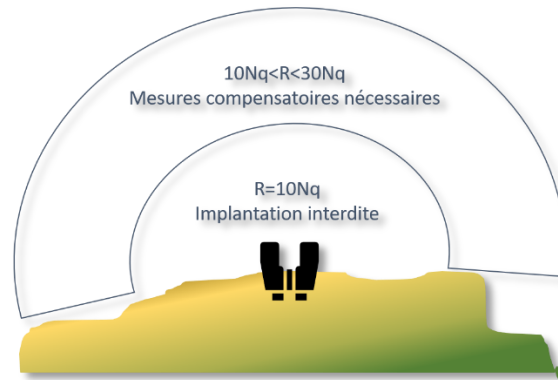
En matière de surveillance et de tenue de situation dans nos approches maritimes, la présence des parcs risque de fortement perturber nos capacités de détection ou de communication. Ne serait-ce que dans le domaine purement optique, un champ d'éolienne peut se révéler un vrai mur masquant l'activité maritime. Les champs et masques électromagnétiques résultant de la présence de telles infrastructures ne sont pas encore bien caractérisés. Ainsi, par manque de retour d'expérience propre, on a encore du mal à objectiver l'impact de la présence d'un champ de 60 à 100 éoliennes sur nos moyens. Dans ce domaine, la marine a fait accepter la prise en compte par l'opérateur d'un certain nombre de bonnes pratiques, qu'elle a compilé dans un Guide de l'éolien.

En matière de sauvetage, d'assistance ou de lutte contre la pollution, comme évoqué précédemment, le retour d'expérience dans ce domaine est rare mais réel. Acquis lors d'exercices conduits chez nos alliés déjà pourvus d'installations EMR, il a posé les bases d'une réflexion permanente et continue dans le domaine. Si les choses sont relativement simples pour l'éolien posé, qui concerne essentiellement les eaux territoriales⁶³ dans lesquelles l'ensemble des administrations concourant à la FGC pourront intervenir, il n'en n'ira pas de même pour les fermes situées au large, pour lesquelles ces opérations seront du ressort des moyens hauturiers, donc de la marine nationale exclusivement. Concernant plus précisément la lutte anti-pollution, la marine prévoit d'en organiser dans le courant de l'année 2018 pour évaluer les difficultés induites par la présence des superstructures, des œuvres mortes et des câbles sur ses procédures MARPOL.

Conséquences

Pour pallier les impacts sur les capacités défense, un certain nombre de mesures compensatoires doivent être prise. C'est déjà le cas pour la capacité de la marine à établir et suivre la situation de surface dans les approches maritimes françaises.

⁶³ Au-delà des 12Nq, les fonds sont le plus souvent trop importants pour que l'éolien posé ne soit pas hors de prix, et on entre dans le domaine de l'éolien flottant, dont la technologie n'est pas aussi mûre, comme rappelé au paragraphe 3.2.



Représentation schématique de préconisation de la marine dans son guide de l'éolien

Ces mesures compensatoires sont en grande partie des mesures conservatoires, dans l'attente d'une connaissance plus fine des phénomènes de perturbation de nos capacités de détection engendrés par la présence des parcs. Concrètement, il s'agit par exemple pour l'opérateur de veiller à la mise en place d'un radar SPATIONAV derrière le parc, de manière à compenser le masque constitué par ledit parc.

Il faut à notre sens aller beaucoup plus loin. En matière de sûreté en particulier, l'opérateur est censé prendre un certain nombre de mesures concernant la surveillance des installations, la détection et l'identification d'éventuels intrus. Quant à l'intervention sur un intrus, la question se pose de savoir qui en sera chargé ? Sur des installations en haute mer, il y a fort à parier pour que, pendant encore longtemps, seule la marine soit en mesure d'intervenir. Elle doit donc anticiper ce qui demain représentera probablement une partie de ses sollicitations opérationnelles : penser ces interventions, définir quel sera la force la plus apte à les conduire, imaginer de quels moyens elle devra disposer et quelle devra être sa posture.

A l'occasion du CIMER de 2017, il a été décidé que les équipements opérationnels des administrations participant à l'action de l'Etat en mer, répondant à un schéma directeur établi sur une période prospective de 5 ans à partir de 2018, verraient leur cohérence renforcée et leur positionnement géographique adaptée en fonction de l'évolution des besoins⁶⁴.

Par ailleurs, il est prévu, au travers de la mesure 37 adoptée au cours de ce même CIMER, que le renforcement de la sûreté maritime devrait se traduire par une mise à jour de la doctrine de sûreté maritime en la basant sur un continuum de sûreté terre-mer et l'évaluation de l'extension des compétences et des capacités d'action des gendarmes maritimes. Une mise à

⁶⁴ Dossier de presse du CIMER 2017, paragraphe III.1.

jour de la loi n°94-589 du 15 juillet 1994⁶⁵ est également prévue pour disposer d'outils complets et cohérents de lutte contre la criminalité en mer. Il nous semble essentiel, dès maintenant, de prendre en compte dans ces développements législatifs, doctrinaux, capacitaires et matériels, le défi que représentera demain la sûreté de notre réseau énergétique en mer. Il nous semble urgent de mener la réflexion pour la traduire en mesures compensatoires, pour que l'Etat, et en particulier les armées, ne soit pas l'unique contributeur de la protection de ce secteur d'activité d'importance vitale.

La stratégie nationale pour la mer et le littoral du 24 février 2017 le rappelle : il est impératif, à la fois de maintenir un haut niveau de sûreté dans nos espaces maritimes pour protéger le milieu marin et nos intérêts économiques (mesure 11), et de tenir nos ambitions en matière d'énergies marines renouvelables (mesure 12). « Cette stratégie [qui vise] à accroître la présence effective des services de l'Etat en mer [et] à accroître la résilience des vecteurs d'intervention ainsi que leurs capacités d'action⁶⁶ » portée par madame Royal alors ministre de l'environnement, de l'énergie et de la mer, doit trouver une concrétisation.

⁶⁵ Loi dite « force en mer », relative à la lutte contre la piraterie et aux modalités de l'exercice par l'Etat de ses pouvoirs de police en mer. Zotero.

⁶⁶ Mesure 11 de la SNLM, déjà citée.

Conclusion

Faisant écho à M. Pascal Lucas, directeur du STXN, qui nous disait le 17 novembre 2017 qu'il était impératif de lancer les études pour un second porte-avion nucléaire⁶⁷, le CEMM déclarait le 05 décembre 2017 à l'association des journalistes de défense, vouloir prévoir « quelques centaines de millions » d'euros pour des études sur le porte-avions. En clair, disposer d'un deuxième porte-avions n'est pas urgent, mais il convient de lancer les études. En cela, l'amiral Prazuck ne fait que répéter ce qu'il disait déjà à la commission de défense du Sénat : les « études préalables [sur le prochain porte-avions] sont dimensionnantes, elles doivent être conduites rapidement. »

Pourquoi un tel empressement ? Quand on évoque la dissuasion nucléaire, on pense « armement nucléaire », et on oublie qu'une autre forme d'utilisation de l'atome participe de la pertinence de la dissuasion océanique : la propulsion. La propulsion qui permet à un sous-marin lance-engins de rester invisible pendant des semaines, sans avoir à faire surface pour recharger ses batteries ni renouveler son air respirable. Qu'il soit tapi ou en mouvement, c'est aussi à sa propulsion qu'un SNLE doit sa capacité à se diluer dans l'océan. Or la conception du SNA Barracuda achevée, les bureaux d'étude de la division des applications militaires du CEA, de TechnicAtome et de Naval Group se sont lancés dans celle du SNLE 3G, qui devrait s'achever aux alentours de 2028. Après quoi, seules les études sur un futur PA auraient permis d'assurer aux bureaux d'étude un plan de charge suffisant pour y conserver les compétences en vue de la conception des remplaçants du Barracuda qui ne commencera pas avant 2040, voire 2045. Le rapport annexé au projet de loi de programmation militaire pour la période 2019-2025, dans son paragraphe 3.2.1.2 stipule qu'au cours de cette LPM « les études seront initiées pour définir les modalités de réalisation d'un nouveau porte-avions. Elles permettront de définir en priorité le système de propulsion de ce bâtiment [...] ». La pérennisation de l'expertise est donc acquise. En tout cas prolongée.

En quoi tout cela intéresse notre sujet : en France, l'histoire du nucléaire militaire est intimement liée à celle du nucléaire civil. Les interconnexions entre les deux filières sont étroites. Comme le rappelle Pascal Lucas, la DAM utilise les codes développés par la branche civile du CEA pour la construction de ses réacteurs de propulsion. Toute atteinte à la filière

⁶⁷ Entretien avec l'intéressé dans les locaux parisiens du CEA.

civile aura nécessairement un impact sur la filière nucléaire, et c'est vrai pour toutes les étapes du processus « combustible ».

- En amont : le CEA achète la poudre (oxyde d'uranium) à AREVA en utilisant la filière civile. Cette poudre est mise à disposition de TechnicAtome qui fabrique les éléments combustibles. La quantité de matière approvisionnée par la PN est négligeable par rapport à ce que consomme EDF, mais cela reste stratégique. Si EDF achète moins de matière nucléaire, cela risque de mettre à mal AREVA et la PN en subira les conséquences en termes pécuniaires.
- En aval : l'usine de retraitement de la Hague fonctionnant auparavant beaucoup avec EDF et les Japonais, elle a vu son plan de charge diminuer après l'épisode Fukushima. La charge de retraitement à la Hague dépend donc aujourd'hui quasi exclusivement du nombre de réacteurs d'EDF capables d'utiliser du plutonium. Si on diminue le nombre de ces centrales, a priori on réduit le nombre de réacteurs moxé, et donc on diminue la capacité autorisée de traitement. Pour la PN, qui entrepose son combustible en piscine de refroidissement et qui se tourne progressivement vers la Hague pour l'y retraiter, l'impact pécuniaire risque d'être important.

Le problème est identique pour la conception des réacteurs : CEA civil, AREVA et EDF sont tenus par un accord tripartite : chacun met au pot pour financer les calculs. Le CEA militaire finance ainsi le CEA civil pour récupérer ces calculs et les adapter à la PN. Une réduction de la participation du CEA augmentera l'investissement à consentir par la PN.

Comme pour la dissuasion, tout est donc histoire de seuil critique. La PN étant très dépendante de l'électrogène civil, quel sera le « seuil nucléaire » en-deçà duquel le coût financier de la PN deviendra insupportable ? Pour le capitaine de frégate Yann Appriou⁶⁸ de la direction centrale du service de soutien de la flotte, il n'y a pas lieu de s'inquiéter, car tout est « simplement histoire de volonté politique ». La sortie TechnicAtome du groupe AREVA (qu'elle avait rejoint en 2001 et au sein duquel elle était devenue AREVA TA) alors en grande difficulté l'illustre de manière assez claire : l'Etat n'a pas l'intention de fragiliser la filière nucléaire civile.

%

⁶⁸ Entretien avec l'intéressé, le 20 décembre 2017

Ainsi, la loi de transition énergétique pour une croissance verte aura deux conséquences majeures pour la marine nationale. Deux conséquences qui concernent des domaines apparemment étrangers l'un à l'autre, aux futurs pourtant immanquablement conjugués.

L'une qui impacte directement la sécurité de notre réseau énergétique, et pour laquelle la marine doit s'attendre à être sollicitée dans une mesure qu'elle ne pourrait à l'heure actuelle assumer. Le développement des énergies marines renouvelables, si l'on n'adapte pas notre posture, risque de se traduire par la fragilisation du réseau énergétique européen. La marine doit prendre le sujet à bras le corps, dans une approche transversale, pour éventuellement identifier le catalogue des mesures compensatoires qu'elle devra exiger des exploitants afin de remplir les nouvelles missions qui ne manqueront pas de lui être confiées.

L'autre qui pourrait toucher indirectement la dissuasion nucléaire en fragilisant sa dimension propulsive, si le niveau politique cessait d'y prêter attention.

En quoi ces deux sujets sont-ils liés l'un à l'autre ? Même si le constat qui suit est peu compatible avec une écologie idéologique assez répandue, du moins particulièrement audible, il est aujourd'hui assez généralement partagé par la communauté scientifique qu'énergie nucléaire et énergies renouvelables sont complémentaires. De fait, il faut aux EnR toute la puissance et la fiabilité du nucléaire, au sein d'un réseau connecté, pour pouvoir exister. En cas de baisse soudaine de production dans une région donnée, ce qui restera l'inconvénient majeur des EnR tant que n'auront pas été développées des solutions de stockage de l'énergie à grande échelle, c'est bien le nucléaire qui est appelé à prendre le relai. Et le plus intéressant est que, pour parvenir à compenser sous faible préavis un manque sur le réseau, il est nécessaire de disposer de réacteurs nucléaires réactifs, très réactifs. Offrant le genre de réactivité que TechnicaAtome et le CEA se sont évertués à développer de manière exclusive pour la propulsion navale, pour des navires dont l'un des impératifs est de pouvoir bénéficier de variations de puissance quasi-instantanées et sans préavis.

Références

Références bibliographiques

MEADOWS D. H., *The limits of growth: A report for the Club of Rome's project on the predicament of mankind*, New York, Universe Books, 1975, 207 p.

PITRON Guillaume, VEDRINE Hubert, *La guerre des métaux rares : la face cachée de la transition énergétique et numérique*, Paris, Les Liens qui Libèrent, 2018, 296 p.

Textes de loi

LOI n° 2015-992 du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte.

DECRET n°2016-1442 du 27 octobre 2016 relatif à la programmation pluriannuelle de l'énergie.

PROJET de loi pour un Etat au service d'une société de confiance.

Direction de l'information légale et administrative, *Charte typographique du Journal officiel – Lois et décrets*, septembre 2016.

Articles et études

Pure Earth, Green Cross Switzerland, *World's Worst Problems 2016: The Toxics Beneath Our Feet*, 2016.

FRIER Jean-François, MICHALAK Séverine, *De l'énergie noire à l'énergie bleue*, Iris, novembre 2017.

MEDDE/DGEC, *Energies marines renouvelables : étude méthodologique des impacts environnementaux et socio-économiques*, 2012.

CNRS, IFREMER, *Rapport d'expertise : Impacts environnementaux de l'exploitation des ressources minérales marines profondes*, juin 2014.

MEEM/DGEC, *Guide d'évaluation des impacts sur l'environnement des parcs éoliens en mer*, 2017.

GICAN, SER, *L'industrie maritime française s'engage pour les énergies marines renouvelables*, octobre 2015.

SUNAK Rishi, *Undersea Cables: Indispensable, Insecure*, Policy Exchange, London, 2017.

SPENNEBERG Ralf, BRUGGEMANN Maik, SCHWARTKE Hendrik, *PLC-Blaster: A Worm Living Solely in the PLC*, 2016

HICKS Kathleen H. (dir.), “Undersea Warfare In Northern Europe”, CSIS International Security Program, Lahnam, Rowman & Littlefield, juillet 2016, 62 p.

BOYE Henri, CAQUOT Emmanuel, CLEMENT Pascal et al., *Rapport de la mission d'étude sur les énergies marines renouvelables*, mars 2013, 260 p.

Syndicat des énergies renouvelables, *Révision de la programmation pluriannuelle de l'énergie*, janvier 2018.

Stratégie nationale pour la sûreté des espaces maritimes.

Stratégie de sûreté maritime de l'Union européenne.

Communication de la commission au parlement européen, au conseil, au comité économique et social européen et au comité des régions, *la croissance bleue : des possibilités de croissance durable dans les secteurs marin et maritime*, 13 septembre 2012.

Articles de presse

SANGER David E., SCHMITT E., *Russians Ships Near Data Cables Are Too Close For U.S. Comfort*, New York Times, 25 octobre 2015.

Le New York Times est un quotidien new-yorkais distribué internationalement et qui peut se prévaloir d'un tirage supérieur à un million d'exemplaires, lu par un public démocrate ou républicain modéré.

Sites et pages consultées sur internet

Site internet du Syndicat des énergies renouvelables, <http://www.enr.fr/energies-renouvelables-en-france>, consulté le 17 décembre 2017.

Site internet Global Security, <https://www.globalsecurity.org/intell/world/russia/gugi.htm>, consulté le 03 janvier 2018.

Site internet Wikipédia, https://en.wikipedia.org/wiki/Operation_Ivy_Bells, consulté le 14 février 2018.

Site internet *Covert Shores* de H. I. Sutton, <http://www.hisutton.com/Secret%20Sub%20-%20USS%20Halibut.html>, consulté le 15 février 2018.

Site internet du Secrétariat général pour la mer, <http://www.gouvernement.fr/secretariat-general-de-la-mer-sgmer>, consulté le 17 février 2017.

Site internet d'Actu Environnement, <https://www.actu-environnement.com/ae/news/olivier-david-dgec-eolien-mer-autorisations-appel-offres-risques-delaais-29613.php4>, consulté le 20 janvier 2018.

Site internet Geolittoral, <http://www.geolittoral.developpement-durable.gouv.fr/energies-marines-renouvelables-emr-r153.html>, consulté le 19 février 2018.

Entretiens

LUCAS Pascal, directeur du STXN et de la propulsion navale au CEA. Entretien libre tenu le 17 novembre 2017 dans les locaux parisiens du CEA.

APPRIOU Yann (capitaine de frégate), direction centrale du service de soutien de la flotte. Entretien libre conduit le 20 décembre 2017 dans les locaux du DCSSF.

PAILLOUX Thomas (commissaire principal aux armées) ..., secrétariat général pour la mer. Entretien libre conduit le 21 décembre 2017 dans les locaux du SG Mer de la rue ???

SIMON Damien, *Electrical manager* de WPD Offshore France, entretien oral libre qui s'est déroulé le 19 janvier 2018 dans les locaux parisiens de l'entreprise WPD Offshore.

KNOTTENBLET Maartje, *Management assistant* de l'*European Network for Cyber Security* (ENCS), entretien téléphonique qui s'est déroulé le 24 janvier 2018.

MARTINEAU François (commissaire en chef de première classe), chargé de mission Marine et Action de l'Etat en mer à la Direction des affaires juridique du ministère des armées. Entretien oral libre, tenu le 14 décembre 2017 dans les locaux du ministère à Balard.

DRISCH Jérémy (lieutenant de vaisseau), EMM/AEM, janvier 2018.

AIGREMONT (d') François, (lieutenant de vaisseau), chargé d'affaire « propulsion navale », expert technique « chaufferie nucléaire » au sein de la direction générale de l'armement, janvier 2018.

Divers

Dossier de presse du CIMER 2017, 4 juillet 2017