

Proposition d'une alternative au projet de parc éolien en mer sur la commune d'Arromanches-les- Bains (14)

Projet individuel 3ème année



Commune d'Arromanches-les-Bains (Source : PNL Photographies)

2016 / 2017

Victoria DEMETTRE

Tutrice : Mme Nathalie BREVET

Proposition d'une alternative au projet de parc éolien en mer sur la commune d'Arromanches-les-Bains (14)

Avertissements

- Le PIND est un premier test qui permet à l'élève ingénieur de s'évaluer (et d'être évalué par les enseignants), de prendre conscience des connaissances acquises mais également de la marge de progression et des éléments qui restent à acquérir.
- Le PIND est un espace de liberté (le seul dans la formation) qui mesure la motivation de l'élève ingénieur pour l'aménagement.
- Le PIND est un exercice qui doit permettre de problématiser un sujet en s'appuyant sur des recherches bibliographiques, d'élaborer un diagnostic orienté et d'émettre des propositions.

Remerciements

Tout d'abord, je tiens à remercier ma tutrice, Mme Nathalie BREVET, m'ayant accompagné et dirigé tout au long de ce projet individuel.

Je tiens également à remercier M. Gilles LATUR, adjoint au maire d'Arromanches-les-Bains, ayant pris le temps de me recevoir afin de répondre à mes questions et afin de me fournir de nombreux documents concernant le projet de parc éolien en mer de Courseulles-sur-Mer. Je remercie également tous les contacts téléphoniques m'ayant apporté de précieuses informations.

Enfin, je remercie ma famille, mes parents et mes sœurs, pour m'avoir soutenu tout au long de la réflexion et de la rédaction de mon projet ; et notamment ma sœur Lucie DEMETTRE m'ayant aidé à trouver mon sujet et mon père DAMIEN DEMETTRE pour m'avoir aidé à diffuser les questionnaires aux habitants d'Arromanches-les-Bains.

SOMMAIRE

Avertissements	2
Remerciements	3
Sommaire	4
Introduction	6
Le projet actuel et les problèmes soulevés	7
I - Un projet de parc éolien offshore sur la côte Normande	7
Un enjeu énergétique à l'échelle européenne et nationale	7
Le projet de parc éolien en mer de Courseulles-sur-Mer : une réponse multi-acteurs aux objectifs européens	9
La prise en compte de dimensions physiques, environnementales et paysagères	12
II - Un problème paysager au cœur de ce projet	13
Le paysage : notions et étude pour le projet	13
Un projet d'avenir pour la plupart des élus des communes impliquées	15
Des réticences au niveau du public	16
III – Un public douteux quant à la rentabilité et à l'impact environnemental du projet	17
Une potentielle rentabilité contestée	17
Des doutes sur les conséquences pour le milieu marin et l'avifaune	18
Le territoire national et au-delà : éléments de comparaison	19
Alternative au projet de parc éolien en mer de Courseulles-sur-Mer	21
I – L'échelle globale et l'échelle locale imbriquées dans ce nouveau projet	21
Entre éoliennes et hydroliennes : le projet en mer	21
Entre panneaux solaires et éoliennes domestiques : le projet en milieu terrestre	22
Une imbrication globale/locale	23
II – Des hydroliennes : une réponse aux problèmes évoqués	24
Une réponse au problème paysager	24
Une réponse aux doutes sur la rentabilité	25
Une réponse aux doutes et incertitudes concernant le milieu marin et l'avifaune	26
III – L'implication des acteurs locaux quant aux énergies renouvelables : spots terrestres	27
L'implantation de panneaux solaires à Arromanches-les-Bains	27
La promotion d'installation d'éoliennes domestiques	28
Les avis des habitants d'Arromanches-les-Bains et alentour sur le projet	29
Conclusion	33
Bibliographie/Sitographie	34
Acronymes	37

Table des figures	38
Table des tableaux	38
Table des cartes	38
Annexes	39
Annexe 1	39
Annexe 2	40
Annexe 3	41
Annexe 4	42
Annexe 5	43
Annexe 6	44
Annexe 7	45
Annexe 8	46
Annexe 9	47
Annexe 10 : Diagramme de Gantt	48
Fiche de lecture n°1 : L'énergie éolienne : du petit éolien à l'éolien offshore	49
Fiche de lecture n°2 : Energies alternatives	50

Introduction

« Au mépris de l'opposition d'une majorité des participants, la Commission Nationale du Débat Public a rendu un avis favorable au projet de Parc éolien marin de Courseulles-sur-Mer, composé de 75 éoliennes géantes. En donnant son feu vert à ce parc éolien qui s'étendra sur 50 km², cette commission gouvernementale a **donné son accord à la profanation du cimetière marin d'Arromanches et au saccage des plages du Débarquement** où, le 6 juin 1944, des milliers de soldats ont donné leur vie pour sauver la France et l'Europe de la tyrannie. La commission du gouvernement avait à choisir entre la collaboration avec les promoteurs éoliens et l'honneur de la France. Elle a choisi la collaboration et la France aura le déshonneur. » (Fédération Environnement Durable, *Libre Horizon veut reculer les éoliennes pour sauver la vue et les épaves*, source : <https://actu.fr/normandie/>)

L'opposition contre un projet éolien en mer se ressent bien dans cet extrait de communiqué, exprimée par la Fédération Environnementale Durable dont la mission première est la protection de la nature et de l'environnement. Plusieurs projets de parc éolien en mer (ou offshore) sont effectivement en cours en France, dont un à Courseulles-sur-Mer, sur le littoral de la Région Normandie. Ce dernier a obtenu un avis favorable par la Commission d'enquête publique et par la Commission Nationale du Débat Public, malgré des réticences exprimées par des habitants des communes concernées et par des associations. La plus importante raison de cette opposition vient notamment de la présence en mer de reliques historiques, et notamment du port artificiel Winston Churchill d'Arromanches-les-Bains, symbole du Débarquement de la Seconde Guerre Mondiale.

C'est dans ces circonstances conflictuelles qu'un nouveau projet va voir le jour, afin de satisfaire au mieux tous les acteurs impliqués, et notamment les habitants et les associations. L'acceptabilité sociale sera le maître mot et le facteur essentiel afin d'atteindre cet objectif. Le nouveau projet fera en sorte de suivre la ligne directrice déjà mise en place tout en trouvant des solutions et/ou des alternatives aux problèmes suscités.

L'intérêt sera d'essayer de répondre à la problématique suivante : « En quoi un projet de parc éolien offshore peut-il être synonyme de dénaturation paysagère et comment y remédier pour celui de Courseulles-sur-Mer ? »

En premier lieu, une explication du projet de parc éolien offshore sur la côte Normande sera donnée, ainsi que les problèmes évoqués par les habitants et les associations. En second lieu, le nouveau projet sera détaillé avec une réponse à chacun des problèmes émis. L'avis des habitants d'Arromanches-les-Bains sur ce dernier sera également entendu afin d'en connaître leur satisfaction.

Le projet actuel et les problèmes soulevés

I - Un projet de parc éolien offshore sur la côte Normande

Un enjeu énergétique à l'échelle européenne et nationale

L'augmentation de l'utilisation d'énergies renouvelables est un objectif prioritaire des politiques publiques menées en France et en Europe, en réponse au changement climatique. L'énergie renouvelable représente une énergie primaire inépuisable à très long terme [1]. Elle est directement issue de phénomènes naturels, liés à différentes énergies telles que le soleil, la terre ou la gravitation [1].

Face au changement climatique et à ses répercussions actuelles et futures, l'Union Européenne (UE) a fixé différents objectifs pour ces Etats membres, notamment sur la réduction de la dépendance aux énergies fossiles et ainsi sur la réduction d'émissions de Gaz à Effet de Serre (GES) [1]. En effet, selon l'Agence Internationale de l'Energie (AIE), les ressources fossiles fournissent déjà aujourd'hui 81% de la production énergétique mondiale [1]. Or, la demande d'énergie primaire va augmenter d'un tiers entre 2010 et 2035, au regard de la croissance démographique et économique mondiale [1]. La lutte contre le changement climatique est une démarche européenne majeure. L'Union Européenne a notamment adopté, en 2008, le « Paquet Climat Energie » consistant à réduire de 20% les émissions de GES mais également à réduire de 20% la consommation d'énergie et à atteindre 20% d'énergies renouvelables d'ici à 2020 [2].

En France, ce plan, sous le nom de Plan Climat-Energie Territoire (PCET) et agissant à l'échelle d'une commune ou d'une intercommunalité, a été repris dans le Grenelle de l'Environnement et plus spécifiquement dans la loi Grenelle II de 2010. L'objectif de développement des énergies renouvelables est de 23% de notre consommation énergétique d'ici 2020 [3].

Concernant plus particulièrement l'électricité, toujours en France, la consommation d'énergie a augmenté de 50% de 1991 à 2011, ceci étant dû à la croissance démographique, à l'augmentation du nombre de foyers, au développement du chauffage électrique, etc... [1]. Cette consommation continuera de croître, et ce de l'ordre de 4% à 7% par rapport à 2011 selon les scénarios [1].

Face à la lutte contre le changement climatique et à une demande croissante en électricité, l'installation d'éoliennes semble être une réponse adéquate en termes d'énergie renouvelable. En effet, la production électrique éolienne est renouvelable et non polluante : elle contribue à une meilleure qualité de l'air en n'émettant aucune émission de polluants et en luttant contre l'effet de serre [3]. La source d'énergie, le vent, est une ressource locale et renouvelable : les éoliennes concourent donc à l'indépendance énergétique et à la sécurité d'approvisionnement [3]. Dans le domaine de l'électricité, la Programmation Pluriannuelle des Investissements (PPI), issue de la politique énergétique nationale, prévoit notamment le développement de 19 000 MégaWatts (MW : Unité de puissance) d'installations éoliennes terrestres et de 6 000 en mer, à l'horizon 2020 [1]. Cette action d'envergure de planification et de concertation est dirigée par l'Etat [4]. Les objectifs de ce parc doivent respecter trois critères, ceux du développement durable : environnementaux, comme expliqué précédemment, économiques (performance du coût par

rapport à l'énergie substituée) et sociaux (acceptabilité des parcs, développement industriel et création d'emplois) [5]. Ce parc éolien de 25 000 MW devrait permettre d'éviter l'émission de 16 millions de tonnes de CO₂ par an [3]. A titre de comparaison, un habitant émet en moyenne 6,1 tonnes de CO₂ par an, en France (source : INSEE, 2008).

C'est dans ce contexte général que certains Etats membres de l'UE ont décidé de développer une politique particulière pour favoriser le développement des éoliennes maritimes [2]. Ainsi, en 2011, l'Etat français a lancé un premier appel d'offres de parcs éolien en mer, dont le développement est recommandé à hauteur d'une puissance installée de 30GW en 2020 par l'AIE [1]. Celui-ci porte sur une puissance maximale de 3 000 MW répartis sur 5 zones : le Tréport (dept 76), Fécamp (dept 76), Courseulles-sur-Mer (dept 14), Saint-Brieuc (dept 22) et Saint-Nazaire (dept 44) [3]. Tous ces projets ont été retenus, à l'exception du Tréport [3]. Ces zones propices à l'implantation de l'éolien en mer ont été identifiées lors d'instances de concertation, mise en place par les préfets des régions concernées [1]. Ces instances rassemblaient la plupart des parties prenantes : services de l'Etat, collectivités territoriales, représentants des porteurs de projets éoliens, usagers de la mer, l'IFREMER, l'ADEME, le SHOM, etc... [1]. Un deuxième appel d'offres a

été lancé en mars 2013 et a abouti à l'attribution de deux zones : îles d'Yeu et Noirmoutier et le Tréport [3]. Les zones d'implantation établies lors des deux appels d'offre permettent une bonne exploitation de l'énergie éolienne en mer car le vent y est plus fort et plus constant que sur la terre. La mer offre également de grands espaces libres [6]. Cependant, la mise en place d'éoliennes en mer est techniquement plus difficile que sur la terre, le raccordement électrique nécessite des câbles sous-marins jusqu'à la côte et la maintenance des éoliennes y est plus compliquée [6].

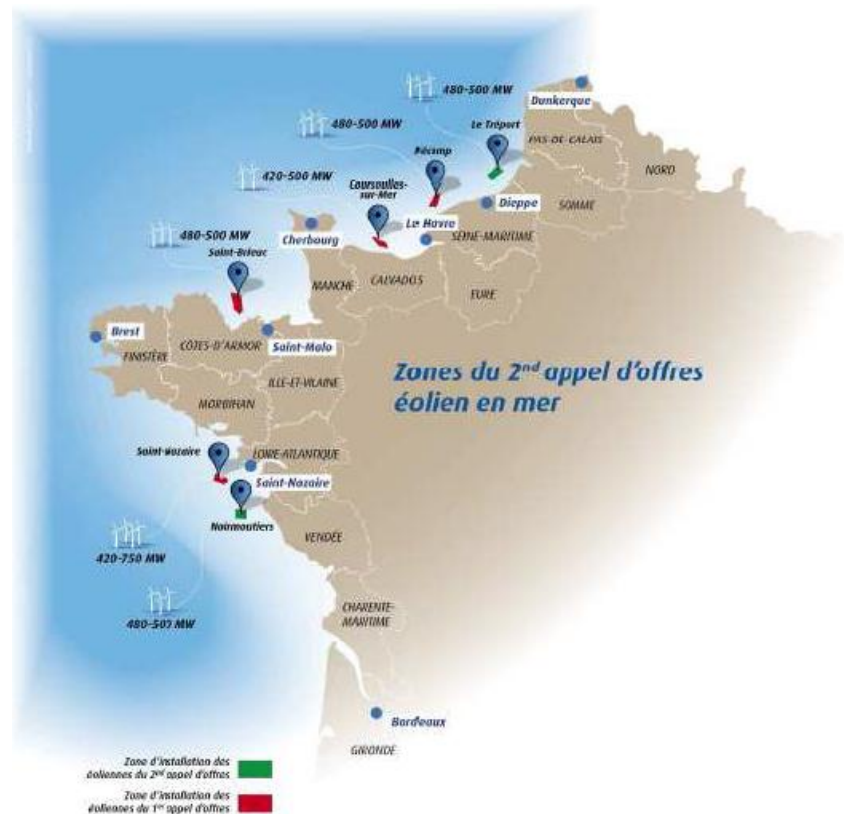


Figure 1 : Projets éoliens en cours en France (source : ADEME)

Ces appels d'offre sont les premiers effectués en France, contrairement à d'autres pays européens tels que le Royaume-Uni ou encore l'Allemagne. Il n'y a actuellement aucun parc éolien offshore sur le territoire national. Ceci explique notamment l'absence de document spécifique à l'éolien maritime [7]. Des documents régionaux et départements proposent cependant d'accompagner le développement des énergies marines renouvelables tel que l'éolien offshore : le Schéma Régional Climat Air Energie (SRCAE) et le Plan Climat-Energie Territorial (PCET), ce dernier évoqué précédemment. Le PCET, volet de l'Agenda 21, est un projet territorial de développement durable dont la finalité est la lutte contre le changement climatique et l'adaptation

du territoire [8]. Chaque collectivité de plus de 50 000 habitants doit en avoir un depuis 2012 [8]. Le parc éolien offshore répond à ses objectifs, avec comme partenaire l'ADEME [8].

La réglementation applicable aux parcs éoliens offshore implique la rencontre entre le droit de la mer, le droit de l'environnement et le droit de l'énergie. Ils n'ont pas de classement « Installation Classée pour la Protection de l'Environnement » (ICPE) mais leur régime juridique n'est pas simple [9]. Le parc doit notamment répondre à des documents stratégiques de façade maritime tels que le document de stratégie nationale pour la mer et le littoral (art. L219-1 du code de l'environnement), fixant des principes et des orientations générales concernant les espaces maritimes [10].

Le projet de parc éolien en mer de Courseulles-sur-Mer sera étudié dans ce rapport afin de comprendre le fonctionnement de l'implantation de ce parc et les différents problèmes soulevés au cours de ces démarches.

[Le projet de parc éolien en mer de Courseulles-sur-Mer : une réponse multi-acteurs aux objectifs européens](#)

« La Basse-Normandie est un territoire d'accueil propice à l'éolien en mer, elle dispose de tous les atouts pour ce projet : une façade maritime de 470 km, des vents forts et réguliers et des espaces industriels adaptés. La région est également réputée pour son tissu industriel et ses richesses naturelles : pêche professionnelle, industrie navale, agro-alimentaire. La région est reconnue pour son attrait touristique et ses lieux chargés de mémoire liés à la Seconde Guerre Mondiale. [...] »

Yvon André, Président de la société Eoliennes Offshore du Calvados et d'Eolien Maritime France

Le projet de parc éolien en mer de Courseulles-sur-Mer, en région Normandie (anciennement Basse-Normandie), a été autorisé suite à la désignation d'Eolien Maritime France (EMF) comme lauréat de l'appel d'offres de 2011, et donc comme maître d'ouvrage [1]. Cette zone a été définie et choisie pour son potentiel territorial, comme l'explique Yvon André, Président d'Eolien Maritime France. En effet, la connaissance du vent et de l'espace maritime sont deux éléments essentiels afin d'envisager l'implantation d'un parc éolien, son coût restant largement supérieur à celui d'un parc terrestre [5]. Le littoral de Basse-Normandie se prête relativement bien à l'implantation d'éoliennes offshore également par ses faibles profondeurs d'eau [11]. La région a fait le choix d'une gouvernance spécifique et efficace concernant les Energies Marines Renouvelables (EMR) : l'Ouest Normandie Energies Marines (ONEM) en est l'interlocuteur [12]. Ce projet s'inscrit dans les objectifs européens de 2020 de lutte contre le changement climatique et permettra de marquer une nouvelle dynamique économique et territoriale pour la région [13]. Par arrêté du 18 avril 2012, EMF a été autorisé à exploiter un parc éolien d'une puissance maximale de 450 MW [11]. L'investissement d'un projet comme celui-ci est bien supérieur à 1.5 milliards d'euros [5]. Le maître d'ouvrage a monté une société de projet, dénommée Eoliennes Offshore du Calvados (EOC), regroupant les maîtres d'œuvre du projet :

- EDF Energies Nouvelles France, filiale d'EDF : savoir-faire en matière de développement d'énergies renouvelables ;

- DONG Energy Wind Power : société danoise ayant une ancienneté de 20 ans dans l'éolien en mer ;
- Wpd Offshore : expertise technique et environnementale du site et connaissance du territoire et de ses acteurs ;
- Alstom : partenaire pour la fourniture des éoliennes [11].

Une société de projet représente une structure, dotée d'une personnalité juridique propre, mise en place par plusieurs partenaires afin de réaliser en commun un projet industriel complexe [11]. Le partenaire Alstom prévoit de créer quatre usines pour fabriquer les éoliennes : deux à Cherbourg (dept 50) et deux à Saint-Nazaire (dept 44) [11]. Le port de Caen-Ouistreham accueillera la base de maintenance [13].

Le parc éolien produira l'équivalent de la consommation électrique de 630 000 personnes, soit environ 40% des habitants de la région Basse-Normandie et permettra la création de 7 000 emplois [13].

Le parc envisagé par le maître d'ouvrage est constitué de 75 éoliennes de 6 MW de puissance unitaire, sur une surface de 50 km² [11]. Les éoliennes, transformant l'énergie du vent en énergie électrique, seront situées à environ 1 km les unes des autres et seront raccordées par des câbles électriques sous-marins à un poste électrique en mer [11]. Le groupe Alstom a choisi de n'utiliser que des éoliennes de type Haliade 150 dont la hauteur en bout de pôle est de 175m [13]. La profondeur des eaux dans la zone délimitée est entre 21 et 32 m, avec une distance aux côtes des éoliennes entre 10 et 16 km suivant le trait de côte [14]. La particularité de ce parc est également de concentrer 80% du volume de travail exclusivement en Basse-Normandie (ports de Cherbourg et de Caen-Ouistreham).

L'aspect administratif de l'implantation d'un parc éolien en mer reste relativement complexe. La figure 2 permet de synthétiser et de mieux comprendre le déroulement et l'implication des acteurs dans le projet éolien de Courseulles-sur-Mer.

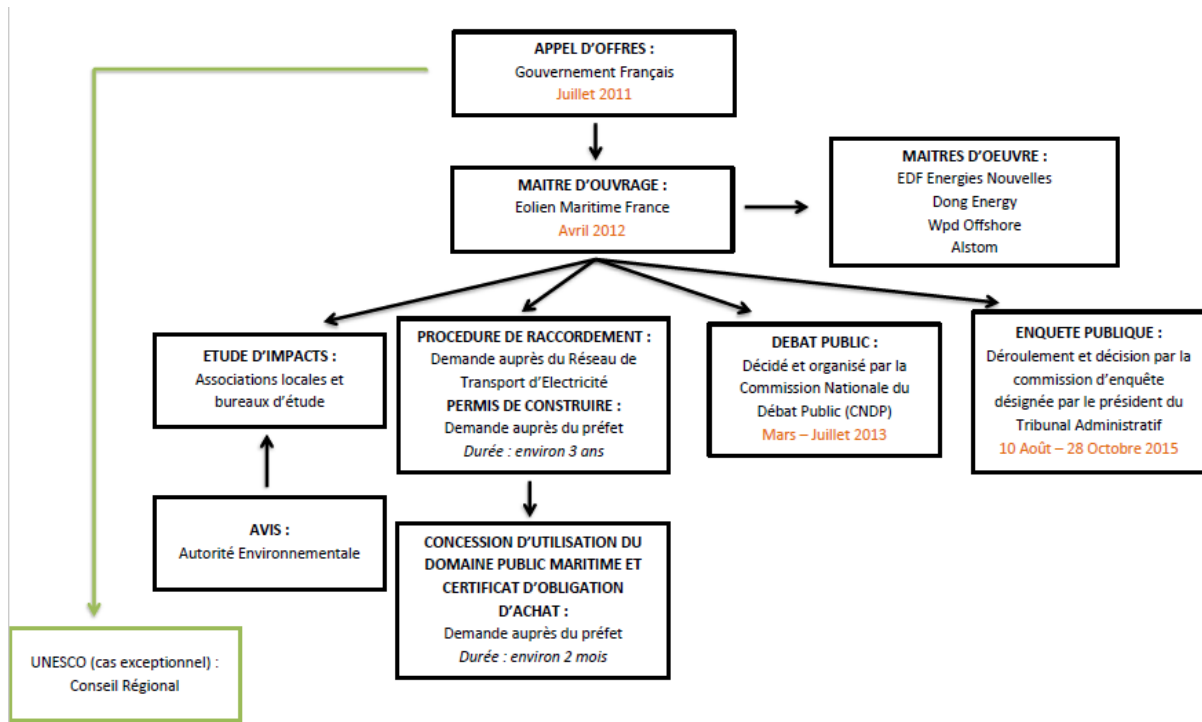


Figure 2 : Déroulement de l'implantation du parc éolien en mer de Courseulles-sur-Mer

Une étude d'impacts a tout d'abord été réalisée par des bureaux d'étude et des associations locales, depuis 2008. Elle est obligatoire pour tout projet de plus de 2.5 MW depuis la loi UH n°2003-590 du 2 juillet 2003 [5]. C'est à la fois un outil de protection de l'environnement, un outil d'information et un outil d'aide à la décision [5]. Elle a démarré au début du projet et évolue au fur et à mesure de son élaboration jusqu'à la consultation publique [5]. Un avis sur l'étude d'impacts est émis par l'Autorité Environnementale (AE).

Une procédure de raccordement au poste électrique maritime, puis terrestre, est ensuite formulée auprès du gestionnaire national du réseau : le Réseau de Transport d'Electricité (RTE), depuis la loi du 10 février 2000 [5]. Cette démarche intervient en parallèle de celle de l'obtention du permis de construire, obligatoire pour tout édifice de plus de 12m [5]. Le permis est accordé par le préfet après l'examen des avis et des conclusions du commissaire enquêteur par la commission départementale de la nature, des paysages et des sites [5]. Il s'obtient, dans le meilleur des cas, au bout de 3 ans [5].

Un débat public est ensuite organisé afin d'informer tous les acteurs concernés, et notamment le public. Il est décidé et organisé par la Commission Nationale de Débat Public (CNDP) [5]. Il s'est déroulé du 20 mars au 20 juillet 2013 pour le parc de Courseulles-sur-Mer [15]. Ce débat public a attiré près de 2 000 personnes sur 11 réunions publiques [15]. Cependant, celui-ci a suscité une certaine incompréhension du public notamment sur le choix des sites ayant été réalisé par l'Etat avant le lancement de l'appel d'offres, et donc sans leur consentement, et sur un manque de précision au niveau des études d'impacts [15].

Enfin, l'enquête publique est un élément essentiel afin d'informer et de solliciter le public pour obtenir des commentaires des suggestions et des contre-propositions [5]. Elle est devenue obligatoire pour toute installation de plus de 2.5 MW et est nécessaire pour la délivrance du permis de construire [5]. Elle s'est déroulée du 10 août au 28 octobre 2015.

En fin d'exploitation, il est prévu de démanteler le parc et de remettre le site en état [1].

Cette démarche d'implantation du parc éolien offshore de Courseulles-sur-Mer implique de bien comprendre sa situation et ses enjeux. Le débat public de 2013 a notamment suscité des questionnements et des incompréhensions sur ces sujets.

La prise en compte de dimensions physiques, environnementales et paysagères

La surface des zones maritimes sous juridiction française dépasse les 10 millions de km², dont 350 000 km² pour la France et la Corse [6]. L'élaboration de l' « Atlas éolien de l'espace maritime du département du Calvados » a permis, parmi cette surface de zones maritimes, d'identifier 3 000 km² de surface maritime théoriquement utilisables, dans la zone de 2 à 12 miles [11]. La limite de 12 miles, fixée par la Convention des Nations Unies sur le droit de la mer, correspond aux eaux territoriales où l'Etat côtier dispose de droits souverains sur la surface, les sous-sols et l'espace aérien (Annexe 1) [6]. En prenant en compte les zones militaires et de servitudes techniques maritimes, les servitudes portuaires et aéronautiques, les zones environnementales et les secteurs de pêche, la surface maritime utile se limite à 160 km² où les contraintes sont les plus faibles. Le représentant de la l'Etat en mer, en France, est le préfet maritime [6].

Le parc éolien offshore de Courseulles-sur-Mer se situe sur ce domaine public maritime, et impacte 17 communes littorales de par sa surface et sa visibilité. Plusieurs configurations du parc ont été envisagées par le maître d'ouvrage [1]. La première d'entre elles correspondaient à une production d'électricité optimale avec 83 éoliennes pour une capacité totale de 498 MW (Annexe 2) [1]. Cependant, une partie du parc se situait sur le gisement principal de coquilles Saint-Jacques, secteur primordial de pêche dans le Calvados [1]. L'évolution de cette configuration a amené à mieux prendre en compte les enjeux de la pêche : 83 éoliennes sur un périmètre plus resserré et des distances entre éoliennes de 750m (Annexe 3) [1]. Néanmoins, cette proposition restait toutefois trop éloignée des attentes des pêcheurs professionnels [1].

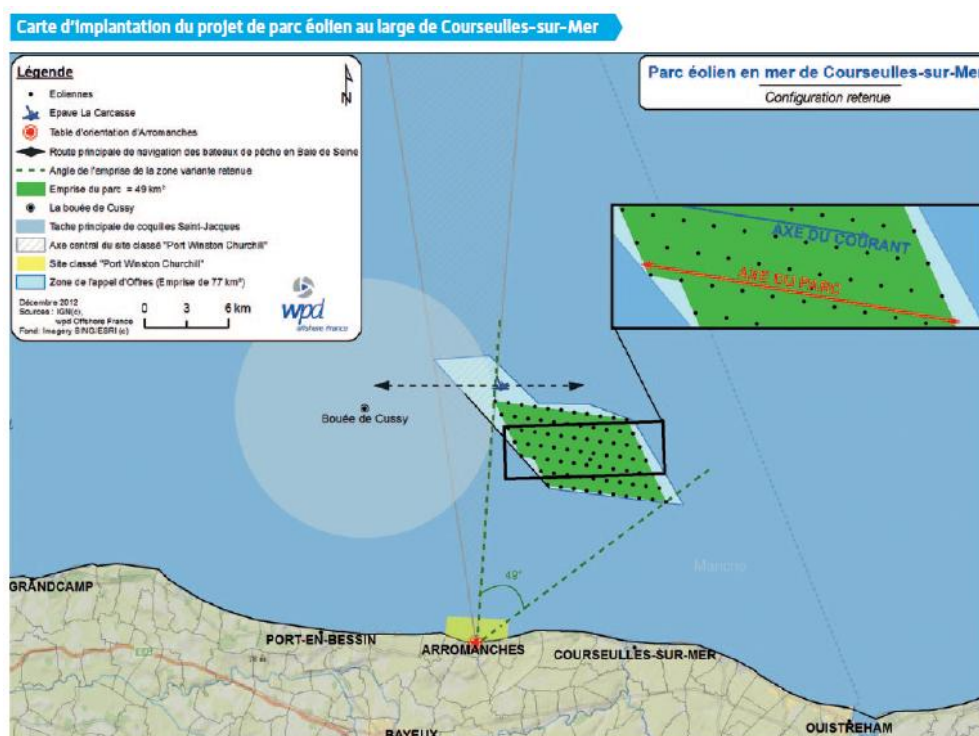


Figure 3 : Carte d'implantation du projet éolien en mer de Courseulles-sur-Mer (source : Eolien Maritime France)

Le projet retenu pour l'appel d'offres a une implantation avec un nombre d'éoliennes réduit à 75, pour une capacité totale de 450 MW [1]. Il se trouve en dehors du gisement principal de coquilles Saint-Jacques et respecte l'orientation des lignes de courant pour ne pas perturber les activités de pêche [1]. La distance à la côte des éoliennes est entre 10 et 20 km [14].

La pêche est un usage de la mer ayant une place très importante sur la côte Normande. 258 navires armés en pêche ont été répertoriés dans le département du Calvados, travaillant au sein de cinq activités différentes : les casiers, les activités conchylicoles, les lignes de traîne, le chalutage de fond et les dragues [11]. La délimitation du parc a donc été réfléchi en concertation avec un grand nombre de ces professionnels dès 2007 : elle se trouve en dehors du gisement de coquilles Saint-Jacques et en dehors des zones d'intense chalutage [16]. La disposition des éoliennes et des câbles a été proposée afin que la pêche puisse continuer au sein du parc (demande d'autorisation auprès du préfet maritime acceptée) [16].

Une étude d'impacts environnementaux a également été effectuée afin d'en limiter les conséquences lors des phases de chantier, d'exploitation et de démantèlement. Les retours d'expérience sur l'éolien en mer en Europe ont permis de montrer des effets négligeables jusqu'à présent sur la faune marine et sur les oiseaux [3]. Les mammifères marins peuvent être dérangés par le bruit lié aux travaux mais des protocoles visant à les repousser de la zone de danger seront employés pour ne pas les perturber [17]. Ils reviendront ensuite sur la zone dès la fin des travaux [17]. Concernant les oiseaux, des impacts très négligeables ont été signalés : les risques de collision sont faibles et un large espacement des éoliennes permet un couloir de déplacement [18]. De plus, l'implantation d'éoliennes provoque, après moins d'un an, un effet récif : les ressources n'y seront que plus abondantes [18]. Cependant, les avis sont très partagés sur ce sujet, ce qui a été démontré au sein du Débat Public [15]. Des associations comme le Comité Régional pour la Protection et l'Aménagement de la Nature (CREPAN) y sont très favorables, au contraire de la Fédération Environnement Durable ou encore le Groupement Régional des Associations de Protection de l'Environnement (GRAPE) jugeant le site de Courseulles-sur-Mer comme un mauvais choix [15].

La question paysagère a également suscité de nombreux débats lors du débat public. En effet, le parc éolien se situe dans une zone où l'histoire a une place essentielle. Le point crucial a été la compatibilité des éoliennes avec les plages du Débarquement du 6 juin 1944 de la Seconde Guerre Mondiale [15]. Pour certains Britanniques, Canadiens et Américains, l'implantation du parc constituerait une profanation de la mémoire ; pour d'autres étrangers, il incarnerait un symbole de paix nationale [15]. Côté français, les positions sont également très diverses [15]. Les habitants de la commune d'Arromanches-les-Bains sont très partagés sur ce sujet, leur territoire maritime comprenant un port artificiel symbolisant un événement historique à ne pas dénaturer.

[II - Un problème paysager au cœur de ce projet](#)

[Le paysage : notions et étude pour le projet](#)

La notion de paysage a été définie dans le Préambule de la Convention Européenne du paysage à Florence, le 20 octobre 2000. Il y est écrit que le paysage « [...] participe de manière

importante à l'intérêt général sur les plans culturel, écologique, environnemental et social [...] » ; « [...] est partout un élément important de la qualité de vie des populations [...] » ; « [...] constitue un élément essentiel du bien-être individuel et social, et [...] sa protection, sa gestion et son aménagement impliquent des droits et des responsabilités pour chacun. »

Conscient de l'enjeu paysager du projet, le maître d'ouvrage a missionné le bureau d'étude SETUP Environnement pour réaliser une étude sur l'insertion paysagère [19]. L'agence SETUP est un bureau d'études et de conseils, regroupant une équipe pluridisciplinaire de spécialistes dans de nombreux domaines tels que l'aménagement, le paysage ou encore les énergies renouvelables [20]. L'étude paysagère a été réalisée en 2009, puis remise à jour en 2011 et en 2014 lors des modifications de délimitation du parc [19]. Elle s'appuie sur les orientations du Guide de l'étude d'impacts de l'environnement des parcs éoliens du Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement Durable et de l'Aménagement du Territoire (MEDDADT) [20]. Les différents enjeux, économiques, patrimoniaux ou paysagers, du territoire ont pu être identifiés dans un rayon de plus de 30 km autour du projet [19].

Différentes aires d'étude ont été définies, sur lesquelles a été analysée la perception du site éolien, depuis des points de vue proches et lointains, mais également à partir de sites emblématiques, historiques et touristiques [20]. La commune d'Arromanches-les-Bains et son port artificiel Winston Churchill, site classé, sont compris dans l'aire d'étude éloignée, et plus précisément le rétro-littoral qui s'étend sur l'ensemble de la bande littoral, représentant une surface de 133 km² [20].



Figure 4 : Le port artificiel Winston Churchill d'Arromanches-les-Bains (source : Calvados Tourisme)

Ont également été définis neuf grandes unités paysagères et les points de visibilité du parc [19]. L'unité paysagère de la commune d'Arromanches-les-Bains représente les côtes à falaises verticales et rectilignes du Bessin.

Comme évoqué précédemment, la région Normandie possède un littoral chargé d'histoire : elle a été le lieu d'une bataille emblématique de la Seconde Guerre Mondiale [19]. Les plages du Débarquement en sont un réel patrimoine. Différents enjeux ont été identifiés dont un en lien avec la fréquentation de nombreux lieux de mémoire liés notamment à la Seconde Guerre Mondiale [20]. Il représente l'ensemble des sites ponctuels et plages du Débarquement dont en fait partie Arromanches-les-Bains : c'est un enjeu paysager marqué sur des sites ponctuels et des zones étendues [20]. De nombreux visiteurs sont présents tout au long de l'année, et surtout lors des

commémorations. La commune d'Arromanches-les-Bains est située à une distance de 12.4 km de la première ligne d'éoliennes (*Annexe 4*).

Au-delà de cette étude paysagère, il est à noter que le paysage renferme une notion objective et une notion subjective [20]. La notion objective comporte des données mesurables et observables par tous telles que la nature du sol, la végétation en place, le relief,... [20]. Au contraire, la notion subjective comporte des données sensibles propres à chacun et qui sont liées à son propre regard sur les choses [20]. Cette dernière, étroitement liée à l'éducation et aux références culturelles, est également à associer avec la notion de temps puisqu'un paysage ne sera jamais le même à un instant t et à un instant t+1 [20].

Un projet d'avenir pour la plupart des élus des communes impliquées

La société EOC a présenté une demande d'enquête pour le projet de parc éolien en mer de Courseulles-sur-Mer [21]. Une commission d'enquête a ainsi été désignée par Monsieur le Président du Tribunal Administratif de Caen le 10 mars 2015 [21]. Cette dernière est appelée à donner ses conclusions et ses avis sur les demandes d'autorisation relatives au projet [21]. L'enquête publique souhaitée porte sur deux demandes :

- Une demande de concession d'utilisation du domaine public maritime ;
- Une autorisation au titre de la loi sur l'eau pour les travaux [21].

La période initiale définie pour l'enquête publique, par les membres de la commission et la Direction Départementale des Territoires et de la Mer (DDTM) du Calvados, était du 26 mai 2015 au 24 juillet 2015, soit 60 jours [21]. La publication prochaine de modifications réglementaires a conduit le pétitionnaire à demander le report du début de l'enquête au 24 août 2015, puis au 10 août 2015 [21]. Au final, le public a disposé de 80 jours pour prendre connaissance de ce projet et de s'exprimer s'il le souhaitait [21].

Globalement, sont concernés 33 lieux pour l'enquête publique, répartis sur 17 communes ou communautés de communes, ainsi que la DDTM du Calvados [21]. Le dossier mis à la consultation du public était composé de 14 classeurs, représentant un ensemble de plus de 5 000 pages [21]. Une étude d'impacts était présente au sein de ce dossier [21].

A l'exception des deux permanences qui se sont déroulées le jour de l'ouverture de l'enquête publique où les cinq membres de la commission étaient présents, toutes les autres ont été tenues par un voire deux commissaires enquêteurs, expliqué par l'intérêt présumé du public [21]. Il y a eu 16 sites de permanence dont la commune d'Arromanches-les-Bains [21]. Celle-ci a tenu quatre permanences (le plus grand nombre étant de cinq pour deux communes) et, au cours de celles-ci, 20 personnes ont échangé avec les membres de la commission sur le projet (42 personnes pour la communes de Courseulles-sur-Mer ; 21 personnes pour la communes de Bernières)[21].

Le public a donc pu s'exprimer sur ce projet, ainsi que les élus des communes impliquées (*Annexe 5*). Sur les 17 communes, 11 sont favorables à l'implantation du parc éolien au large de Courseulles-sur-Mer, dont la commune d'Arromanches-les Bains [21]. En effet, les élus voient d'un bon œil l'utilisation d'énergies renouvelables et considère ce parc comme un attrait touristique supplémentaire pour la région. Quatre communes sont favorables mais sous certaines conditions, évoquées dans l'Annexe 5. Peuvent être cités l'impact visuel à minimiser, l'impact sur les espèces vivantes à réduire au maximum pendant le chantier, le souhait de compensation financière pour le tracé, etc. Enfin, deux communes n'ont pas une position favorable au projet : Bernières-sur-Mer

(deux pour, trois contre, 13 abstentions) et Luc-sur-Mer (quatre pour, 17 contre). Les motivations de ces deux dernières n'ont pas été évoquées dans l'enquête publique.

D'une manière générale, les élus des communes semblent relativement favorables au projet de parc éolien en mer au large de Courseulles-sur-Mer, tout comme la commune d'Arromanches-les-Bains. Les réticences semblent donc venir tout particulièrement du public et ainsi des habitants des communes liées à ce projet, dont le paysage risque d'être perturbé.

Des réticences au niveau du public

Au cours de l'enquête publique, le public a pu exprimer son avis soit par internet, soit par courrier, soit en se déplaçant dans les différents lieux de dépôt des registres [21]. Les avis déposés sont très partagés au sujet du paysage [21]. Le public étant favorable au projet voit une compatibilité entre le patrimoine historique et les éoliennes, incarnées comme un enjeu pour l'avenir [21]. Cependant, de nombreux dépôts ont exprimé un avis tranché sur le sujet [21]. La commune d'Arromanches-les-Bains a compté 65 dépôts lors de l'enquête publique, dont 26 faisant partie de l'association Libre-Horizon, défavorable au projet [21]. 42 avis négatifs ont été émis portant sur deux principaux points :

- La proximité du parc éolien des côtes et du port artificiel Winston Churchill d'Arromanches-les-Bains ;
- L'absence totale de concertation sur le choix du site [21].

La proximité du parc, et donc la volonté de son éloignement, est un élément étant revenu à plusieurs reprises [21]. La comparaison avec des parcs éoliens offshore en Allemagne a également été évoquée pour montrer la possibilité de recul des éoliennes, les parcs là-bas y étant plus éloignés des côtes [21]. Les associations et les habitants défavorables ont mené des pétitions, quatre au total. L'association Libre-Horizon, se battant pour un parc éolien hors de vue, a réussi à obtenir 211 signatures, toutes communes confondues [21]. La fédération Basse-Normandie Environnement, quant à elle, en a obtenu six [21]. La famille Jolly, habitant la commune d'Arromanches-les-Bains, et prônant la proximité des éoliennes avec le port artificiel, a eu trois signatures [21]. Enfin, les habitants d'Arromanches-les-Bains demandent qu'une action de mécénat soit menée par la société EOC pour la sauvegarde du port : 155 signatures ont été obtenues [21]. Douze autres associations se sont révélées être contre le projet de parc éolien d'un point de vue paysager, pour toutes les communes impliquées [21]. En octobre 2016, huit associations ont posé un recours contre le parc, afin de contester l'autorisation d'implantation et d'exploitation, fournie par la préfecture du Calvados [22]. Certaines associations sont opposées à l'éolien d'une manière générale, d'autres s'inquiètent de la dénaturation du paysage lié à la mémoire historique, les dernières se préoccupant des impacts environnementaux des parcs éoliens offshore [22]. Ce recours n'a finalement pas abouti.

En définitive, la commission d'enquête publique considère que : « l'impact visuel du parc sera une réalité indiscutable, même si l'intensité de la perception des éoliennes variera suivant les lieux et la météorologie, mais elle estime, toutefois, que cette perception ne sera pas de nature à transformer les caractéristiques essentielles du paysage marin » [21].

Des propositions d'alternatives ou d'accompagnement du projet ont tout de même été exprimées par le public, pour la commune d'Arromanches-les-Bains [21]. La première est le recul du projet de dix km, en réponse à la proximité du parc éolien des côtes et du port artificiel Winston

Churchill, avec une comparaison avec l'Allemagne comme expliqué précédemment [21]. La deuxième est une demande d'une action de mécénat d'EOC pour sauvegarder le port artificiel à Arromanches-les-Bains [21]. Enfin, une demande d'associer au projet a été évoquée, en l'aval de l'enquête publique, notamment par la création d'une commission locale d'information (CLI) [21].

D'autres éléments, en plus du contexte paysager, ont été exprimés par le public à Arromanches-les-Bains, concernant le projet de parc éolien en mer [21]. Les habitants et les associations posent notamment des doutes sur la rentabilité du projet, mais également sur les conséquences pour le milieu marin et l'avifaune [21].

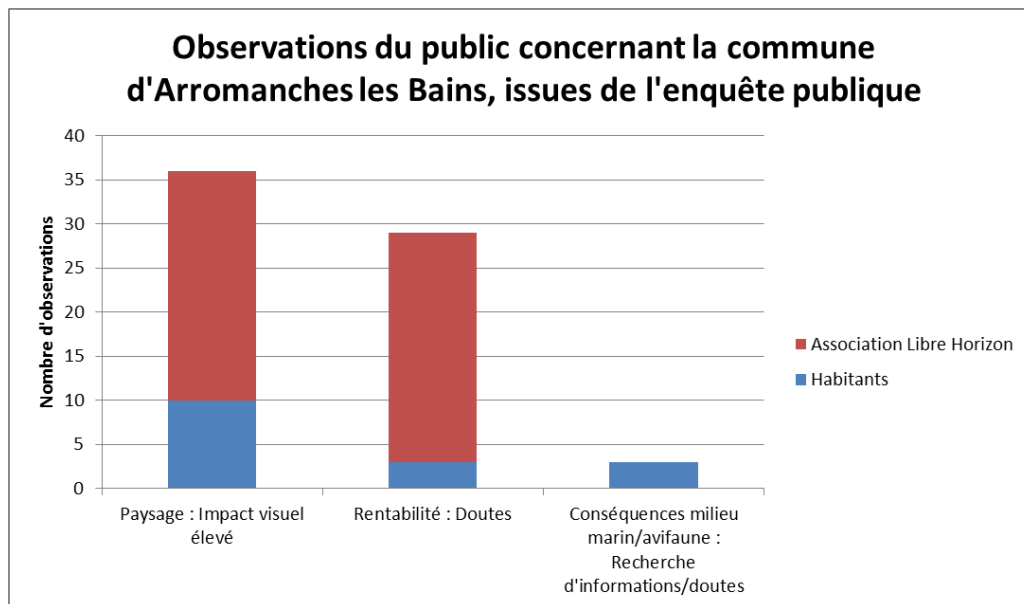


Figure 5 : Observations du public concernant la commune d'Arromanches-les-Bains, informations tirées de l'enquête publique

III – Un public douteux quant à la rentabilité et à l'impact environnemental du projet

Une potentielle rentabilité contestée

« On voit aujourd'hui le plus grand projet éolien du monde (prétendu parc éolien en mer de Fécamp) se construire à 90 km des côtes anglaises à un prix très inférieur à celui de Courseulles-Arromanches. C'est la triple peine pour nous : un prix très élevé, aucune filière locale, un site mémoriel profané sous nos yeux. »

Elsa Jolly, Présidente de l'association Libre-Horizon

La figure 5 montre des doutes exprimés par le public d'Arromanches-les-Bains quant à la rentabilité du projet de parc éolien offshore de Courseulles-sur-Mer. Trois habitants l'ont évoqué, ainsi que 26 personnes faisant partie de l'association Libre-Horizon [21]. Toutes communes confondues, l'enquête publique a montré quatre points de discordance :

- Le coût trop élevé de l'électricité produite par ces parcs ;

- Le coût élevé pour les contribuables et le faible rendement face aux impacts économiques (pêche) et paysagers ;
- Une surproduction française actuelle d'électricité ;
- L'empreinte carbone élevée lors de la fabrication d'une éolienne [21].

Les opposants au projet estiment qu'il y a une disproportion entre le coût élevé de mise en place du parc éolien et les nuisances qu'il occasionnera ; et sa faible contribution à la production énergétique en raison d'un fonctionnement intermittent des éoliennes et de leur rendement insuffisant [21]. Le maître d'ouvrage, EMF, y a répondu en valorisant la réalisation des objectifs ambitieux, fixés par le Parlement, en matière de diversification des sources d'énergies et de croissance du recours aux énergies renouvelables [21]. L'éolien maritime en est une des composantes et nécessite un investissement initial important de la part du maître d'ouvrage et de ses fournisseurs [21]. Quant au rendement, il rappelle que les éoliennes fonctionneront 90% du temps et produiront autant d'électricité que si elles fonctionnaient 33% du temps à pleine puissance [21]. Cela équivaudrait à 15% de la consommation de la région Basse-Normandie [21]. Cependant, sur les plaquettes d'information au public, il est inscrit que le parc éolien de Courseulles-sur-Mer répondrait à 40% de la consommation des habitants de Basse-Normandie.

De plus, les opposants ont évoqué un financement choquant par les contribuables ou les consommateurs du surcoût de l'électricité d'origine éolienne par rapport à celle de la filière nucléaire [21]. Cela aurait pour résultat la génération de profits pour les industriels exploitants [21]. Selon le maître d'ouvrage, le choix a été fait, par les pouvoirs publics, de faire financer le surcoût par les consommateurs d'électricité [21]. La future montée en puissance de la filière éolienne permettrait l'abaissement des coûts alors que le coût du MWh d'origine nucléaire est appelé à augmenter, compte-tenu des investissements qui seront nécessaires [21].

Enfin, concernant la surproduction française émise par les opposants, EMF conteste cette idée, le réseau français étant tantôt exportateur, tantôt importateur d'électricité (interconnexion européenne). De plus, le développement des énergies renouvelables permet de compenser la fermeture de centrales thermiques à charbon et de minorer le recours à la production thermique pour assurer la sécurité de l'approvisionnement [21].

La commission d'enquête a conclu ce sujet en considérant que le projet s'inscrit dans le cadre de la politique énergétique nationale actuelle et dans l'objectif de porter à 23% la part des énergies renouvelables dans la consommation totale d'énergie, d'ici 2020 [21]. Elle exprime tout de même le besoin d'améliorer l'information de la population sur les données générales de la politique énergétique et sur les enjeux envisagés [21].

Des doutes sur les conséquences pour le milieu marin et l'avifaune

Au cours de l'enquête publique, trois habitants d'Arromanches-les-Bains se sont exprimés quant à des doutes sur les conséquences pour le milieu marin et l'avifaune (*Figure 5*). Toutes communes confondues, quatre remarques principales, par les habitants, ont été faites :

- Un suivi à faire sur les espèces halieutiques et mais aussi sur les espèces benthiques ;
- Pas de comptages effectués en octobre pour les oiseaux marins : mois de migration ? ;
- Pourquoi ne pas avoir prévu la technique des rideaux de bulles pour effaroucher les mammifères marins (technique pour atténuer le bruit sous-marin) ?

- La vitesse de rotation des pales pourrait être la cause de véritables « hachoirs à oiseaux » [21].

Ces éléments évoqués sont donc axés sur des doutes et des recherches d'information.

Contrairement à ce qui aurait pu être prévu, l'impact du projet de parc éolien de Courseulles-sur-Mer sur le milieu marin et l'avifaune a fait l'objet de relativement peu d'observations de la part du public [21]. Une quarantaine d'habitants se sont exprimés à ce sujet [21]. La plupart des remarques ont été exprimées par des associations, à partir des réserves et des critiques émises par l'AE, donnant son avis sur l'étude d'impacts [21]. Ces associations sont principalement des institutions de défense ou de protection de l'environnement, d'assise régionale ou nationale [21]. Peuvent être citées : le GRAPE, le CREPAN ou France Nature Environnement (FNE) [21]. Ces dernières ne se sont pas exprimées lors des permanences de la commune d'Arromanches-les-Bains, d'où leur absence sur la figure 5. L'association Libre Horizon n'a pas exposé d'avis sur les impacts environnementaux lors des permanences d'Arromanches-les-Bains, ce qui n'empêche qu'elle considère que l'étude d'impacts sur le milieu marin et l'avifaune, expliquée précédemment, est insuffisante [21]. Son avis s'est plus axé sur le problème paysager, élément le plus important pour cette association.

Les opposants au projet ont fait le constat de l'insuffisance de l'étude d'impacts, critiques reprises de l'AE. Les principaux points de divergence portent sur les risques de perte de repères pour les mammifères durant la phase de construction du projet et sur les possibilités de collision pour les oiseaux marins ou les chiroptères [21]. Dans son avis, l'AE soulève des questions sur le niveau plus réduit en mer qu'en terre des connaissances et des méthodologies disponibles pour réaliser l'étude d'impacts [21]. Elle regrette que la décision de développer l'énergie éolienne offshore n'ait pas été accompagnée d'un effort de l'Etat pour compléter les connaissances sur le sujet [21].

En réponse à ces oppositions, la commission d'enquête publique fait observer que le secteur du projet fait l'objet d'études menées ou diligentées par les services de l'Etat depuis 2009 [21]. Elle relève que l'AE a jugé la description de l'état initial comme étant de qualité et globalement complète [21]. La commission d'enquête, jugeant les réponses du maître d'ouvrage aux recommandations de l'AE pertinentes, considère alors que le dossier est satisfaisant en matière de mesures d'évitement et de réduction d'impacts [21]. Ces mesures sont détaillées et le calendrier présenté jusqu'au démantèlement du parc [21]. Cependant, cette appréciation devra être confirmée par de nombreuses mesures de suivi d'impacts, en phase de construction et d'exploitation [21].

[Le territoire national et au-delà : éléments de comparaison](#)

Le projet de parc éolien en mer de Courseulles-sur-Mer pose ainsi différents points de discordance auprès des habitants et des associations, principalement au niveau du paysage. Ce constat est le même pour les autres projets du premier appel d'offres de l'Etat français. La question des paysages a été le sujet le plus mouvementé lors des débats publics de Fécamp et de Saint-Brieuc [23]. La commission de débat public de Saint-Brieuc note que, pour certains opposants, il y a une contradiction entre la politique française d'incitation à la préservation des paysages et le développement de l'éolien [23]. Concernant le projet de Fécamp, sept associations de défense de l'environnement ont déposé un recours, notamment la Société pour la protection des paysages et

de l'esthétique de la France [24]. Dans leur communiqué, ces opposants disent vouloir empêcher la destruction du site emblématique d'Etretat et de ses falaises [24]. Un recours a également été déposé pour le projet de parc éolien de Saint-Nazaire [25]. Une réclamation a été faite pour l'étude d'une alternative de recul du projet plus au large, de cinq à dix km, pour une zone de biodiversité à protéger, mais également pour l'impact visuel [25].

L'éolien offshore en France pose ainsi des problèmes dans son acceptabilité, en particulier envers les habitants. La plupart des recours déposés proposent un éloignement des parcs plus vers le large afin d'obtenir un moindre impact sur le paysage mais également pour éviter leur installation dans des zones de pêche ou de vulnérabilité écologique.

Le Royaume-Uni, leader dans le secteur de l'éolien offshore, va implanter le plus grand parc éolien en mer à 131 km de Hull, ville portuaire du nord-est du pays [26]. Cette distance aux côtes est largement supérieure à celle des projets de parc en France (entre 10 et 20 km). L'installation de ce parc éolien aussi éloignée s'explique par des fonds marins de relativement faible profondeur, allant de 18 à 63 mètres [26]. Cette position géographique dispose de l'atout majeur de non visibilité depuis les côtes [26]. Cependant, au-delà de 40 mètres de profondeur, l'implantation devient difficile et très coûteuse.

En Allemagne, les parcs éoliens se situent généralement entre 30 et 40 km de distance des côtes, voire plus [27]. Un parc au large de Borkum, accueillant 12 machines de 5 MW, se trouve à 45 km au large [27]. Ce constat a notamment été fait par les habitants d'Arromanches-les-Bains, demandant un retrait du parc de Courseulles-sur-Mer, impliquant un impact visuel moins fort.

Ces éléments de discordance pour le parc éolien en mer au large de Courseulles-sur-Mer m'ont amené à essayer de trouver une solution, voire une alternative à l'éolien. Le patrimoine historique de la région et notamment de la commune d'Arromanches-les-Bains accentue ce souhait. L'implantation des parcs éoliens offshore sur les territoires anglais et allemands vont me permettre de répondre, en partie, aux problèmes exposés et d'essayer de satisfaire les habitants de la commune, ainsi que les associations, tout en ne compromettant pas les avis favorables exprimés pour ce parc.

Alternative au projet de parc éolien en mer de Courseulles-sur-Mer

I – L'échelle globale et l'échelle locale imbriquées dans ce nouveau projet

Entre éoliennes et hydroliennes : le projet en mer

Suite aux propositions des habitants d'Arromanches-les-Bains, le projet de parc éolien en mer de Courseulles-sur-Mer se trouvera plus éloignée de la côte Normande. En effet, la profondeur du milieu marin permet un recul léger sans atteindre les 40 mètres de profondeur, hauteur où l'implantation des éoliennes offshore devient significativement plus compliquée et plus coûteuse. Selon l'Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la MER (IFREMER), la profondeur est de 30 mètres au niveau du projet de parc éolien de Courseulles-sur-Mer (*Annexe 6*). L'éloignement restera donc restreint : chaque ligne d'éoliennes sera reculée d'un km des côtes, afin de limiter l'impact visuel. La profondeur restera autour des 30 mètres. Le périmètre sera ainsi sensiblement similaire : les secteurs de pêche ne seront pas plus impactés que pour le projet actuel, notamment le parc de coquilles St Jacques se situant à l'ouest du parc. La zone de chalutage intense se situant au nord du projet ne sera pas non plus touchée par un recul d'un km (source : IFREMER).

Pour limiter d'autant plus l'atteinte au paysage, 12 éoliennes seront supprimées comme le montre la figure 6 : la première ligne correspondant à 11 éoliennes et une éolienne à l'ouest. Celles-ci sont les plus visibles du point de vue de la commune d'Arromanches-les-Bains.

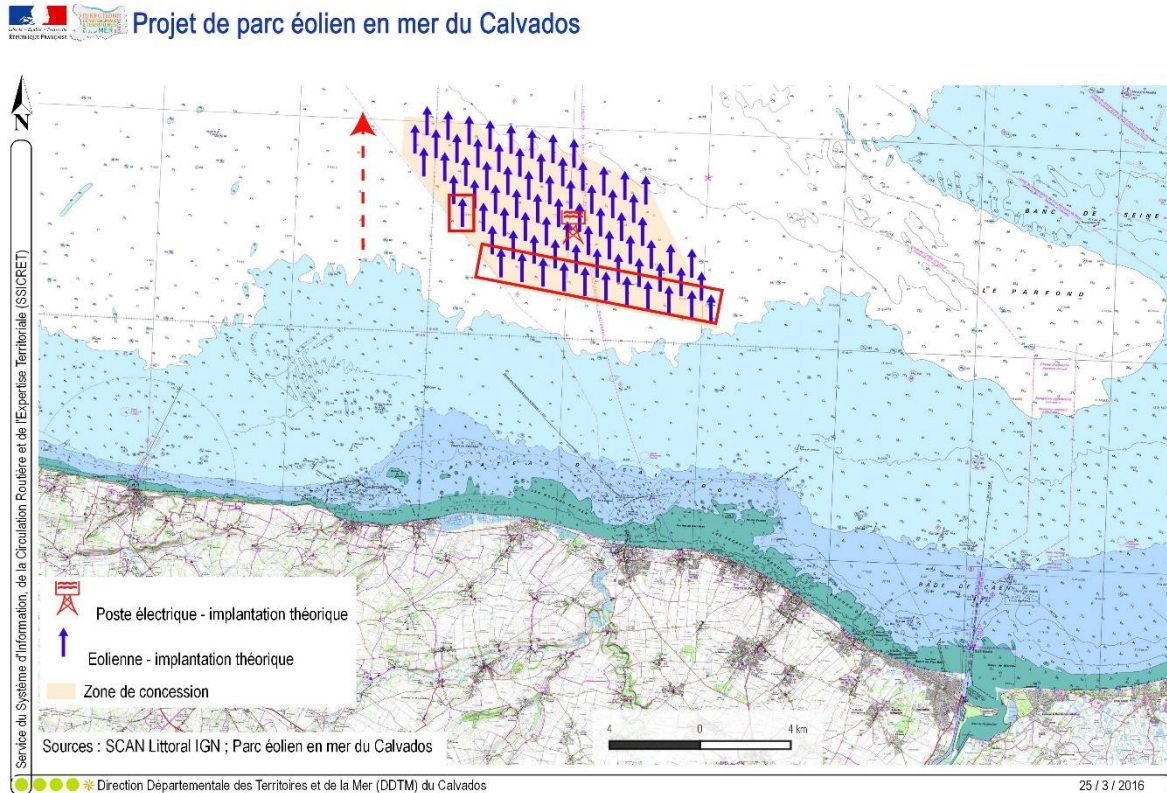


Figure 6 : Le projet de parc éolien en mer du Calvados modifié (sources : SCAN Littoral IGN - Parc éolien en mer du Calvados)

Ces éoliennes seront remplacées par des hydroliennes, qui permettent de transformer l'énergie cinétique des courants marins en électricité et qui sont subaquatiques [28]. Le nombre d'hydroliennes installé sera calculé en fonction du rendement et de la rentabilité, afin de pallier au manque de la puissance éolienne non négligeable. Elles seront implantées sur la même ligne que la première ligne d'éoliennes supprimées.

Le choix de garder des éoliennes a été effectué afin de conserver une puissance énergétique relativement élevée avec un nombre d'installations plus réduit qu'avec des hydroliennes.

Cette modification du projet d'EMF sera accompagnée de spots d'énergies renouvelables en milieu terrestre, dans la commune d'Arromanches-les-Bains.

Entre panneaux solaires et éoliennes domestiques : le projet en milieu terrestre

La modification en mer du projet de parc éolien du maître d'ouvrage EMF sera accompagnée de l'implantation de deux types d'énergies renouvelables terrestres : des panneaux solaires et des éoliennes domestiques. Cela permettra d'augmenter la part d'énergies renouvelables en France mais également la production électrique pour la région Normandie.

Des fermes de panneaux solaires seront implantées dans la commune d'Arromanches-les-Bains [29]. L'énergie solaire reste, comme le vent, une ressource inépuisable. Elle est également très fiable car il n'existe pas de risque de rupture [29]. Cette énergie, bien que peu sollicitée dans



Figure 7 : Ferme de panneaux solaires en Allemagne (source : écoco2.com)

la région, permettra un gain de production non négligeable. L'installation de petits panneaux photovoltaïques sera privilégiée, comme le montre la figure 7 : 4*3 modules. La possibilité, pour les habitants, d'en poser chez eux sera également soutenue et guidée par la commune. L'entretien et le coût de fonctionnement sont faibles [29]. Cependant, le coût de l'installation reste relativement important [29]. Des aides financières et la vente de l'électricité, auprès de fournisseurs, permettent tout de même de rentabiliser l'installation en quelques années [29].

Une volonté de gouvernance participative sera mise en avant pour la promotion d'installation d'éoliennes domestiques. La gouvernance participative relève d'un mode de décision démocratique, notamment par le don de pouvoir auprès d'une population locale. Le choix reviendra ainsi aux habitants d'implanter ou non une ou plusieurs éoliennes domestiques sur leur terrain, afin de pallier à leur souhait de modifier voire de supprimer le parc éolien en mer de Courseulles-sur-Mer. Les éoliennes domestiques permettent la production d'électricité autonome pour les besoins du foyer en question [30]. Ce secteur est en développement important aux Etats-Unis et en Grande-Bretagne notamment (15 000 petites éoliennes installées en Grande-Bretagne en 2009) [5]. En France, l'éolien domestique peine à décoller, la faute sans doute à la suppression du crédit d'impôt pour l'installation d'une éolienne depuis janvier 2016. Des aides financières pourront être fournies par la commune, le département et/ou la région, grâce à des fonds et à des taxes fournies avec l'implantation du parc éolien offshore de Courseulles-sur-Mer.

Une imbrication globale/locale

Le parc éolien et la ferme hydrolienne sont des projets à grande échelle, dont le point de départ provient de décisions européennes. De multiples acteurs sont impliqués de l'échelle nationale à l'échelle communale, comme défini précédemment. La ferme hydrolienne comprend sensiblement les mêmes acteurs. Cette dernière sera composée de 36 hydroliennes, ce qui en fera un dispositif de large envergure. Le plus important projet hydrolien au monde se trouve dans l'Ain, en aval du barrage de Génissiat [31]. Il se compose de 39 hydroliennes, immergées sur 2 km [31]. Ce projet se situera sur le fond du Rhône, fleuve traversant l'Ain [31].

En milieu maritime, les fermes pilotes d'hydroliennes sont beaucoup plus réduites en taille. Un appel d'offres a été lancé en France concernant deux zones : la première à Paimpol-Bréhat constituée de deux hydroliennes ; la deuxième sur le site du Raz Blanchard constitué de sept hydroliennes [32]. La ferme hydrolienne, accolée au parc éolien en mer de Courseulles-sur-Mer, sera ainsi une innovation nationale mais également européenne. L'énergie marine par les hydroliennes n'est que très peu exploitée actuellement : aucune hydrolienne commerciale n'est en service pour l'instant. Le Royaume-Uni a cependant pris une longueur d'avance avec plusieurs machines testées [33].

Le souhait d'une implication locale dans les énergies renouvelables domine également ce projet. Les panneaux solaires implantés dans la commune d'Arromanches-les-Bains permettront aux habitants de s'intéresser aux énergies renouvelables et d'en comprendre leur importance. L'installation de panneaux solaires sur la toiture de sa maison sera aussi promue par la commune avec un point d'information au sein de la mairie de la commune. Il sera composé d'un classeur, situé à l'entrée de la mairie. Ce dernier réunira des précisions sur les énergies renouvelables locales, en général, et notamment sur la possibilité d'implantation d'éoliennes domestiques sur le terrain de particuliers intéressés : explication générale, tarifs, avantages, inconvénients, modèles disponibles,... Les élus pourront également renseigner les habitants intéressés. Les énergies terrestres locales pourront être en partie financées par des ressources financières compensatoires par rapport au projet de parc éolien en mer. En effet, en plus de l'impôt sur les sociétés s'appliquant aux parcs éoliens offshore, les exploitants sont redevables d'une taxe, s'élevant à 6 350 850 €/an pour le projet de Courseulles-sur-Mer [3]. Cette taxe vient s'ajouter au « fonds national de compensation de l'énergie éolienne en mer », dont les ressources sont réparties à 50% aux communes littorales où des installations sont visibles [3]. La proximité du point d'information pourra permettre une implication plus importante des habitants pour les énergies renouvelables.

Le projet en détail sera expliqué dans la suite de ce rapport afin de bien se rendre compte des réponses aux discordances évoquées lors de l'enquête publique de l'actuel projet de parc éolien en mer de Courseulles-sur-Mer.

II – Des hydroliennes : une réponse aux problèmes évoqués

Une réponse au problème paysager

Plusieurs types d'énergies marines renouvelables existent actuellement. Le choix pour le projet de parc éolien en mer de Courseulles-sur-Mer s'est porté sur l'énergie hydrolienne, issue des courants. Une installation hydrolienne peut être assimilée à une éolienne sous-marine [6]. L'eau de la mer actionne les hélices des hydroliennes ; chaque turbine transforme l'énergie mécanique de l'eau en électricité grâce à un alternateur [34]. L'eau, tout comme le vent, représente une énergie renouvelable et stockable [34].

En 2009, la production totale d'électricité primaire en France représentait 124 000 Ktep, dont 5 300 Ktep en hydroélectrique (barrages hydroélectriques et hydroliennes confondus) [35]. En Basse-Normandie, la production totale d'électricité primaire représentait 4 571 Ktep soit 3.7% du total national, dont 0.1% d'énergie hydroélectrique [35].

La façade maritime de la Basse-Normandie offre d'importantes perspectives de développement pour les Energies Marines Renouvelables (EMR) [35]. La région dispose d'atouts majeurs concernant l'hydrolien [35]. Le potentiel est considérable : il est considéré à près de 3 000 MW (comparable à la puissance d'une centrale nucléaire) [35]. L'implantation d'hydroliennes sur le littoral normand permettra d'augmenter la part d'EMR dans la région.

Ces dispositifs étant sous-marins, le problème paysager sera en partie pallié. Les hydroliennes ne se verront pas. Les éoliennes seront plus éloignées qu'initialement, comme

expliqué précédemment, et la première ligne sera supprimée. Cela suggère une vue réduite des 63 éoliennes restantes.

Aucun recours n'a été effectué sur les deux fermes pilotes françaises. Leur implantation est en cours et n'a pas l'air de poser de problèmes particuliers. Cette procédure semble ainsi plus simple que pour les éoliennes.

De plus, l'éolien offshore, dit « posé » et maîtrisé, n'arrive pas encore à maturité au contraire de l'hydrolien [36]. La France est au premier plan dans ce secteur, contrairement à l'éolien offshore où l'Europe du Nord est très en avance sur le sujet [36]. Après les sites expérimentaux et les fermes pilotes, selon le magazine « Mer et Marine », il s'agit de lancer des appels d'offres pour des parcs hydroliens dits « commerciaux » [36]. Ces parcs seraient dotés d'un grand nombre de marches [36]. Ceci pourra être incarné par la mise en place des 36 hydroliennes au large de la côte Normande et juste devant le parc éolien offshore de 63 éoliennes.

Une réponse aux doutes sur la rentabilité

Comme évoqué précédemment, des hydroliennes remplaceront la première ligne d'éoliennes supprimée : 72 MW d'énergie seront alors perdus ($12 \text{ éoliennes} * 6 \text{ MW} = 72 \text{ MW}$). Ce sont alors 36 hydroliennes qui seront implantées, avec une puissance unitaire de 2 MW. Celles-ci permettront de pallier à l'énergie supprimée.

Les hydroliennes seront disposées sur deux lignes : celle des éoliennes supprimées et celle de la deuxième ligne d'éoliennes, maintenant reculée d'un km. 18 hydroliennes seront disposées par ligne, chacune espacées d'environ 585m en prenant en compte un diamètre de 16 à 20m chacune ; la longueur du parc faisant environ 10km. Le socle des hydroliennes est sensiblement de la même taille que le diamètre. Le périmètre est ainsi conservé aux abords des plages, afin que la pêche soit au minimum perturbée par ce changement. La zone de chalutage se trouvant en dehors du périmètre établi et la profondeur des eaux étant relativement importante, les hydroliennes ne semblent pas être un problème pour la pêche. Les petits pêcheurs pourront circuler au sein de ce parc.

Les hydroliennes installées fonctionneront avec les courants de marée. A l'emplacement considéré, ceux-ci varient entre 2 et 4 m/s selon la moyenne des marées de mortes eaux et de vives eaux (*Annexe 7*). Pour une hydrolienne placée à un courant de 2.5 m/s, le diamètre de 20m permettra une puissance de 1MW [28]. Si le courant monte à 4m/s, l'hydrolienne n'en sera que plus performante. La durée de fonctionnement à pleine puissance atteint environ 4 000h/an contre 3 300h/an pour les éoliennes offshore [6]. Le ratio entre l'énergie produite sur une période donnée et l'énergie que l'hydrolienne aurait produite, durant la même période, à un fonctionnement permanent à puissance nominale est ainsi de 46 à 57% contre 30 à 35% pour l'éolien offshore [28]. Les hydroliennes sont beaucoup plus petites que les éoliennes mais leur puissance est similaire du fait de la masse volumique de l'eau, environ 800 fois plus élevée que le vent [28]. Cependant, Les coûts d'investissements

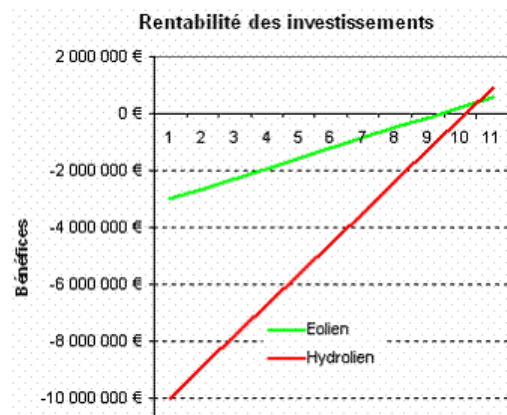


Figure 8 : Rentabilité des investissements hydroliens et éoliens (source : tpehydroliennes.webnode.fr)

pour les hydroliennes sont très élevés, de l'ordre du double voire du quadruple comparé aux éoliennes [28]. La rentabilité est néanmoins un facteur positif pour l'implantation d'hydroliennes : elles sont plus rentables à long terme que l'éolien, comme le montre la figure 8.

L'investissement d'hydroliennes pour pallier à l'énergie éolienne dans le projet de parc de Courseulles-sur-Mer semble ainsi être une alternative intéressante. Il reste maintenant à déterminer les impacts concernant le milieu marin et l'avifaune.

Une réponse aux doutes et incertitudes concernant le milieu marin et l'avifaune

Malgré quelques réticences évoquées lors de l'enquête publique par les habitants d'Arromanches-les-Bains, la commission d'enquête publique a conclu à un dossier satisfaisant en matière de mesures d'évitement et de réduction d'impacts. En effet, les études menées ont été jugées par l'AE comme étant de qualité et satisfaisante concernant la description de l'état initial. Le parc éolien offshore ne semble donc pas être un frein quant au développement et à la dynamique du milieu marin et de l'avifaune. De plus, les fondations permettront de créer un nouvel habitat pour les espèces marines, impact plutôt positif [1]. En effet, les retours des parcs existants montrent que les fondations peuvent être colonisées et donc la biodiversité n'en sera que plus accrue [1].

L'implantation d'hydroliennes devra également faire l'objet d'études d'impacts, et notamment environnementales. Le premier élément à considérer concerne la signature acoustique initiale des fonds marins [37]. En effet, il est important de savoir si la présence d'hydroliennes impacte ou non le mode de communication par écholocation des mammifères marins [37]. Néanmoins, cela reste compliqué à analyser actuellement étant donné qu'aucune ferme hydrolienne n'a encore vu le jour en France [37]. Une extrapolation aux dimensions du futur parc est nécessaire, afin d'avoir une vue globale [37]. Ce bruit acoustique généré par les hydroliennes pourra être atténué grâce à des rideaux de bulles, comme un habitant d'Arromanches-les-Bains l'a fait remarquer au cours de l'enquête publique. Ce système est composé de tuyaux percés et immergés au fond de la mer tout autour d'une source de bruit [38]. Ces tuyaux sont reliés à des compresseurs, permettant la génération d'un panache de bulles [38]. Ces dernières absorbent et réfléchissent une partie de l'énergie des ondes, diminuant ainsi l'amplitude et l'énergie des ondes [38].

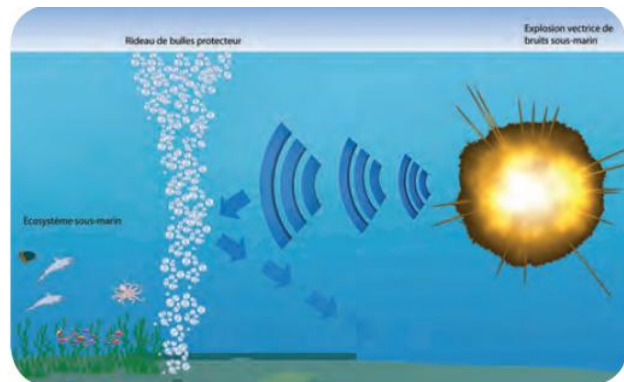
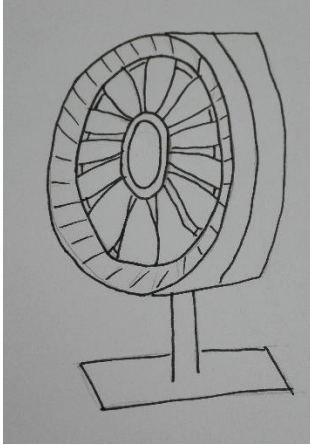


Figure 9 : Système du rideau de bulles (source : bibliographie [38])

De plus, il est important de s'interroger sur la possible collision d'espèces marines avec les dispositifs hydroliens. Des chercheurs du Pacific Northwest National Laboratory ont cherché à répondre à cette question et ont conclu qu'au vu de la vitesse de rotation de l'hydrolienne, les mammifères marins s'en tiraient sans problème [39].



Un type spécifique d'hydrolienne sera créée afin d'avoir un minimum d'impact environnemental, comme le montre la figure 10. En effet, une ouverture au milieu du dispositif permettra aux poissons et autres espèces de passer relativement facilement, tout en évitant le mur visuel simulé par les pales aplaties et rapprochées.

Figure 10 : Hydrolienne minimisant l'impact environnemental

L'espacement des hydroliennes sera également un point non négligeable concernant le déplacement des espèces dans le milieu marin.

De plus, tout comme les éoliennes, les structures immergées permettront une colonisation de la faune et de la flore (effet récif) et les zones créées en arrière des hydroliennes serviront d'abri aux crustacés ou encore aux poissons (effet refuge) [37].

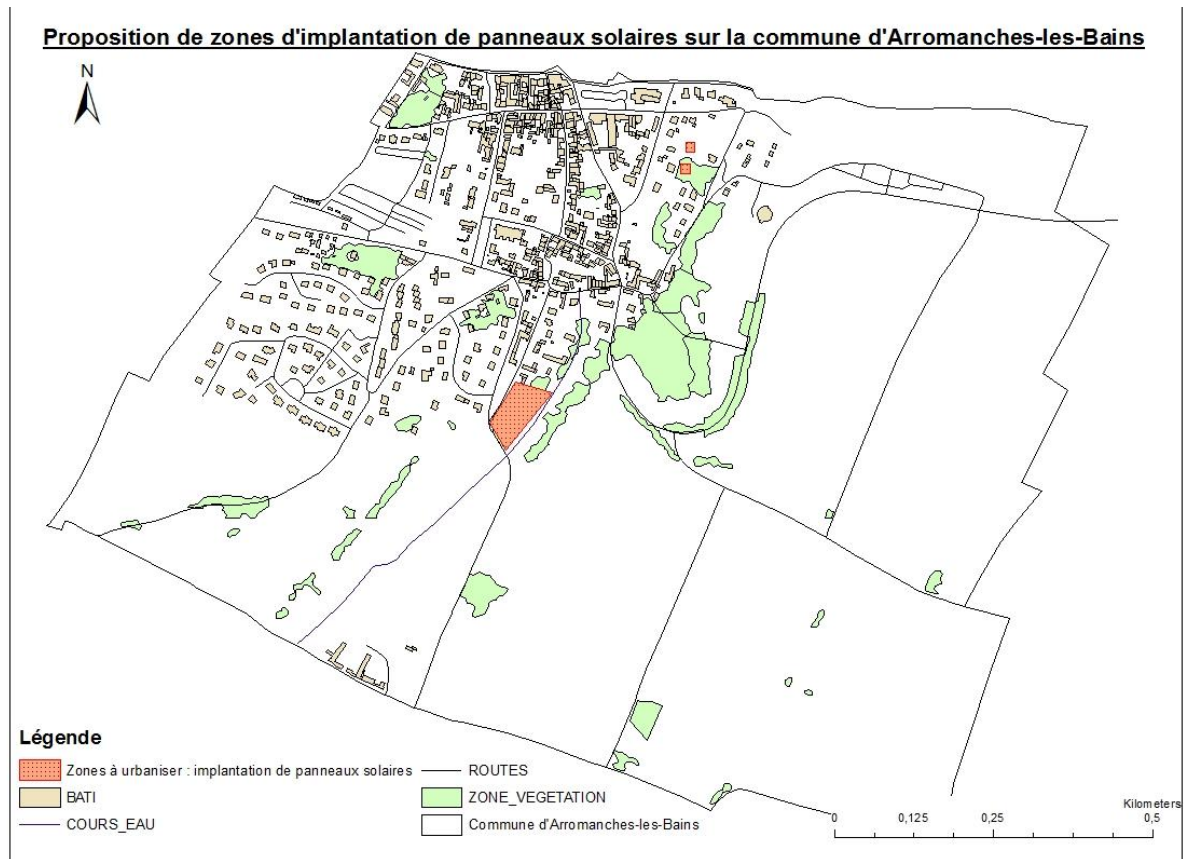
Les études d'impacts concernant le parc éolien offshore mais également le parc hydrolien devront être continues pendant les phases de construction, d'exploitation et de démantèlement.

III – L'implication des acteurs locaux quant aux énergies renouvelables : spots terrestres

L'implantation de panneaux solaires à Arromanches-les-Bains

En complément du parc éolien offshore et du parc hydrolien, situés tous deux en mer, une volonté d'implantation d'énergies renouvelables terrestres complète ce projet. Cela permettra une production d'énergie plus importante pour la commune et la diversification des énergies renouvelables installées. De plus, les acteurs locaux seront d'autant plus impliqués dans ces types d'énergies s'ils se trouvent à l'origine et à proximité de dispositifs énergétiques renouvelables.

L'implantation de panneaux solaires à Arromanches-les-Bains sera un premier pas vers les énergies renouvelables terrestres. Leur emplacement a été déterminé grâce au Plan Local d'Urbanisme (PLU) de la commune. Deux secteurs sont effectivement à urbaniser : l'entrée de ville sud-est et le coteau est [40]. Sur l'entrée de ville sud-est, une parcelle d'environ 5 000 mètres carrés est classée « A Urbaniser ». Le choix a été fait d'implanter 100 mètres carrés ou 2 * 50 mètres carrés de panneaux solaires soit une puissance énergétique d'environ 350 kWh par an. Sur le coteau est, deux parcelles de 225 mètres carrés sont classées « A Urbaniser ». Le choix a été fait d'implanter deux parcelles de 20 mètres carrés soit une puissance énergétique d'environ 140 kWh/an. Les puissances des panneaux solaires ont été calculées grâce à l'irradiation solaire moyenne de la région Normandie qui est d'environ 3.5 kWh/an/m². Ces parcelles installées n'empêcheront pas l'urbanisation de la commune d'Arromanches-les-Bains étant donné qu'elles ne couvrent qu'une superficie réduite des zones à urbaniser.



Carte 1 : Proposition de zones d'implantation de panneaux solaires à Arromanches-les-Bains

Au niveau du coût, les panneaux solaires photovoltaïques restent relativement cher, bien que leur prix soient à la baisse : de 0.25 à 0.5 € sans stockage de l'énergie produite et de 1 à 1.5 € avec stockage par cellule installée [6]. En effet, les cellules photovoltaïques impliquent l'utilisation d'une quantité importante de silicium électronique, qui est un matériau cher [6]. Malgré cela, les panneaux solaires sont souvent moins cher à l'investissement, rentables et sans concurrence [6].

Les habitants d'Arromanches-les-Bains seront également sensibilisés à ce type d'énergies renouvelables et auront la possibilité d'avoir toutes les informations nécessaires en mairie sur l'implantation de panneaux solaires sur leur propre terrain, tout comme pour les éoliennes domestiques.

[La promotion d'installation d'éoliennes domestiques](#)

Comme évoqué précédemment, en plus de l'installation de parcelles de panneaux solaires, les habitants pourront avoir le choix quant à l'implantation ou non d'une ou plusieurs éoliennes domestiques sur leur terrain. L'énergie produite par une éolienne domestique peut être soit revendue en intégralité à EDF, soit employée pour une consommation électrique personnelle et le surplus revendu à EDF au tarif du prix d'achat [41]. Une éolienne domestique a l'avantage d'occasionner aucune pollution, ni déchets et elle ne modifie ni la faune ni la flore [41]. Elle peut couvrir les besoins partiels d'un foyer [41]. Cependant, ce dispositif peut engendrer un fond sonore [41].

L'installation d'une éolienne domestique doit, de préférence, faire l'objet d'une étude de faisabilité, réalisée par un professionnel [42]. L'éolienne choisie dépend des besoins électriques du foyer en question et doivent être mis en relation avec les caractéristiques de l'éolienne, à savoir la puissance nominale et maximale, la vitesse moyenne du vent et la production annuelle moyenne [42]. Il faut compter, en moyenne, entre 10 000 et 15 000 € d'investissements : une aide de la commune et/ou de l'Etat ne sera alors pas négligeable pour les habitants intéressés [30]. La rentabilité se calcule en fonction des aides fiscales accordées et des économies réalisées sur la consommation d'électricité [42]. Cela représente un acte citoyen fort.

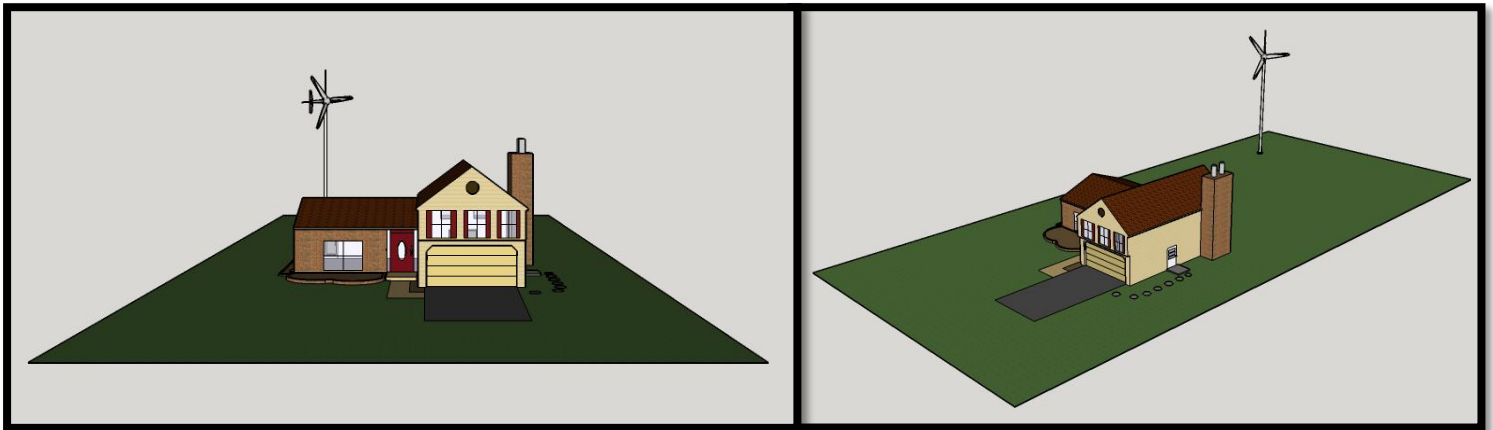


Figure 11: Simulation de l'implantation d'une éolienne domestique sur un terrain

Il existe actuellement deux types d'éoliennes domestiques [42]. Les éoliennes horizontales, comme le montre la figure 11, ont une hélice qui tourne face au vent [42]. Elles peuvent générer du bruit avec le frottement de l'air sur les pales et leur installation requière un espace dégagé [42]. L'éolienne verticale, moins répandue, représente une roue tournant sur un axe [42]. Elle n'émet, quant à elle, aucun bruit mais fonctionne par un vent faible [42].

Pour l'implantation d'une éolienne domestique, la zone ne doit être ni protégée ni classée, et un permis de construire est obligatoire pour les éoliennes de plus de 12 mètres de haut [30]. Un accord de voisinage est également obligatoire [30].

[Les avis des habitants d'Arromanches-les-Bains et alentour sur le projet](#)

Un questionnaire a été réalisé afin d'avoir un avis sur le nouveau projet par les habitants d'Arromanches-les-Bains (Annexe 8). Celui-ci a été déposé dans la salle d'attente du médecin de la commune, n'ayant pas pu me déplacer. 22 réponses ont été recueillies en une semaine et quatre jours (du lundi 8 mai 2017 au vendredi 19 mai 2017).

Toutes communes confondues, 50% d'hommes et 50% de femmes ont répondu à ce questionnaire, montrant une certaine mixité dans les réponses.

Au niveau de l'âge, les plus de 50 ans représentent une part relativement importante avec 63.64%. Viennent ensuite les 18-30 ans avec 22.73%, les moins de 18 ans avec 9.09% et les 30-50 ans avec 4.55%.

Au niveau des catégories socio-professionnelles, ce sont celles de l'Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques (INSEE) qui ont été utilisées. Les retraités occupent la plus grande part avec 31.82%. 27.27% de personnes sans activités professionnelles et 18.18% de

cadres et professions intellectuelles supérieures ont également répondu au questionnaire. Pour le reste des catégories, le pourcentage est relativement faible (*Annexe 9*).

Sur les 22 répondants, 15 personnes vivent à Arromanches-les-Bains en résidence principale, contre 7 personnes dans des communes aux alentours.

Avis sur le projet actuel d'EMF :

Tableau 1 : Avis des habitants d'Arromanches-les-Bains sur le projet actuel d'Eolien Maritime France

	Nombre de répondants d'Arromanches-les-Bains	Part de répondants d'Arromanches-les-Bains (%)
Pour le projet	8	53,33
Contre le projet	0	0,00
Avis mitigé sur le projet	7	46,67

Concernant le projet actuel d'EMF, les habitants d'Arromanches-les-Bains ayant répondu au questionnaire sont plutôt pour ou ont un avis mitigé. Aucun commentaire n'a été émis quant aux avis mitigés. Pour les habitants d'autres communes, trois personnes sont pour le projet, trois personnes ont un avis mitigé et une personne est contre le projet pour des raisons paysagères.

Avis sur la mise en place d'hydroliennes :

Tableau 2 : Avis des habitants d'Arromanches-les-Bains sur la mise en place d'hydroliennes

	Nombre de répondants d'Arromanches-les-Bains	Part de répondants d'Arromanches-les-Bains (%)
Pour les hydroliennes	15	100,00
Contre les hydroliennes	0	0,00

Concernant l'implantation d'hydroliennes, les répondants d'Arromanches-les-Bains ont tous un avis positif, tout comme ceux des communes aux alentours.

Avis sur les panneaux solaires implantés dans la commune et les panneaux solaires pour particuliers :

Tableau 3 : Avis des habitants d'Arromanches-les-Bains sur l'implantation de panneaux solaires dans la commune

	Nombre de répondants d'Arromanches-les-Bains	Part de répondants d'Arromanches-les-Bains (%)
Pour les panneaux solaires dans la commune	13	86,67
Contre les panneaux solaires dans la commune	2	13,33

L'implantation de panneaux solaires semble être ressentie comme positif pour les habitants de la commune : 86.67% sont favorables. Les deux personnes défavorables expriment un manque de place à Arromanches-les-Bains.

Tableau 4 : Avis des habitants d'Arromanches-les-Bains sur l'implantation de panneaux solaires sur leur terrain

	Nombre de répondants d'Arromanches-les-Bains	Part de répondants d'Arromanches-les-Bains (%)
Pour les panneaux solaires particuliers	6	40,00
Contre les panneaux solaires particuliers	9	60,00

Au contraire, 60% des répondants de la commune ne sont pas prêts à investir dans des panneaux solaires sur leur terrain, pour leur propre consommation : certains étant étudiants et/ou vivants encore chez leurs parents, d'autres en location ou encore d'autres trouvant cela cher.

Avis sur les éoliennes domestiques :

Tableau 5 : Avis des habitants d'Arromanches-les-Bains sur l'implantation d'éoliennes domestiques sur leur terrain

	Nombre de répondants d'Arromanches-les-Bains	Part de répondants d'Arromanches-les-Bains (%)
Pour les éoliennes domestiques	2	13,33
Contre les éoliennes domestiques	13	86,67

Concernant les éoliennes domestiques, le même constat, mais accentué, est observé que pour les panneaux solaires pour particuliers. En effet, 86.67% des répondants d'Arromanches-

les-Bains ne sont pas prêts à mettre une éolienne domestique sur leur terrain, notamment pour des questions de bruit et de paysage.

Résultats globaux et interprétation :

D'un point de vue général, la mise en place d'hydroliennes pour remplacer quelques éoliennes et atténuer le problème paysager est accueilli comme un élément très positif, tout comme les panneaux solaires implantés dans la commune.

Au contraire, les actes citoyens d'implantation de panneaux solaires ou d'éoliennes domestiques sur les terrains des particuliers semblent encore être des éléments réfractaires pour les habitants, notamment pour le coût. Les personnes de plus de 50 ans ont une part importante dans l'approbation des panneaux solaires, toutes communes confondues (81.82% des plus de 50 ans sont favorables). Pour les éoliennes domestiques, 14.29% sont également favorables.

Le coût d'investissement et d'entretien est un facteur relativement important pour les particuliers. Deux personnes sur 22 réponses sont prêtes à investir dans ces dispositifs, alors que 20 personnes pensent qu'une ou plusieurs aides de la commune et/ou de l'Etat est indispensable. En effet, l'investissement pour les énergies renouvelables est relativement considérable.

Conclusion

Le projet de parc éolien en mer de Courseulles-sur-Mer suscite de nombreuses réticences des habitants et des associations, notamment paysagères, environnementales et de rentabilité. La réponse principale, pour le nouveau projet, est le retrait de 12 éoliennes, en première ligne, et l'installation de 36 hydroliennes à la place. Le reste du parc éolien offshore subira également un retrait d'un kilomètre vers le large. Le paysage en sera alors moins dénaturé, la visibilité des éoliennes étant réduite au maximum. Les questions environnementales et de rentabilité ont aussi été prises en compte dans cette réponse.

Dans ce nouveau projet, la volonté d'implication des acteurs locaux dans les énergies renouvelables est ressentie comme un élément indispensable de sensibilisation. Ainsi, des parcelles de panneaux solaires photovoltaïques seront mises en place sur la commune d'Arromanches-les-Bains, ainsi qu'une promotion de certaines énergies renouvelables à installer sur le terrain de particuliers.

L'imbrication d'échelles globales et locales rythme ce nouveau projet malgré quelques réticences d'investissement des habitants dans des énergies domestiques. Au contraire, l'implantation d'hydroliennes et de panneaux solaires dans la commune est accueillie comme un élément positif.

Bibliographie/Sitographie

[1] : Eoliennes Offshore du Calvados, Dossier du maître d'ouvrage pour le débat public ayant eu lieu de mars à juillet 2013 : *Projet de parc éolien au large de Courseulles-sur-Mer*, Conception : Patrimages.

[2] : Guihery, Laurent (dir.), Camille, Dagonne, *L'éolien offshore en Europe : état des lieux, politiques, impacts*, Université Lumière Lyon 2, 2010.

[3] : ADEME, *Cahier d'acteur : L'éolien en mer*, mars 2017.

[4] : Eolien Offshore du Calvados, *Contexte énergétique et éolien en mer*, mai 2015.

[5] : Rapin, Marc, Jean-Marc Noël, *L'énergie éolienne : du petit éolien à l'éolien offshore*, secondé par l'Usine Nouvelle et l'ADEME, Dunod, Seconde édition, février 2014.

[6] : Bonal, Jean (dir.), Rossetti, Pierre (dir.), *Energies alternatives*, omnisciences, Coll. Ecrin, 2007.

[7] : Lettre des Juristes de l'Environnement, *Les conditions d'implantation d'un parc éolien en mer*, 2011, <http://www.juristes-environnement.com/>, site consulté le 26 février 2017.

[8] : Cellule Développement Durable du Conseil Général du Calvados, *Plan Climat-Energie Territorial du Conseil Général du Calvados*, mars 2015.

[9] : Environnement Magazine, *Les éoliennes offshore, la concrétisation ?*, 2012, <http://www.environnement-magazine.fr/>, site consulté le 04 mars 2017.

[10] : Legifrance, *Code de l'environnement : Gestion intégrée de la mer et du littoral*, 2016, <http://www.legifrance.gouv.fr/>, site consulté le 27 février 2017.

[11] : ADEME, *Potentiel éolien maritime de Basse-Normandie*, Caen, Libre cours, novembre 2014.

[12] : Ouest Normandie Energies Marines, *Courseulles-sur-Mer, 75 éoliennes au large*, <http://www.ouest-normandie-energies-marines.fr/>, site consulté le 25 février 2017.

[13] : EDF Energies Nouvelles, Dong Energy, Alstom, *Brochure de présentation du projet : une énergie d'avenir pour votre territoire*, Conception : EnQuetedeCom, janvier 2014.

[14] : Eolien Maritime France, *Le projet éolien en mer du Calvados*, 2012.

[15] : Leyrit, Christian, Président de la Commission Nationale du Débat Public, *Bilan du débat public : Projet de parc éolien en mer au large de Courseulles-sur-Mer*, Paris, 11 septembre 2013.

[16] : Eolien Maritime France, *Pêche et parc éolien en mer, quelle cohabitation ?*, mai 2015.

[17] : Eolien Maritime France, *Synthèse de l'étude Mammifères Marins*, mai 2015.

- [18] : Eolien Maritime France, *Synthèse de l'étude Avifaune*, mai 2015.
- [19] : Eolien Maritime France, *Synthèse de l'étude paysagère*, mai 2015.
- [20] : SETUP Environnement, *Etude paysagère, Projet de parc éolien en mer au large de Courseulles-sur-Mer*, Caen, octobre 2014.
- [21] : Commission d'enquête publique, *Enquête publique « Parc éolien offshore au large de Courseulles-sur-Mer » : Conclusions et avis de la commission d'enquête publique*, Caen, 11 janvier 2016.
- [22] : Actu Environnement, *Eolien en mer : les recours contre les parcs s'enchaînent*, octobre 2016, <https://www.actu-environnement.com/>, site consulté le 7 avril 2017.
- [23] : Actu Environnement, *Eolien offshore : les débats publics ont rendu leur verdict*, octobre 2013, <https://www.actu-environnement.com/>, site consulté le 7 avril 2017.
- [24] : France Info, *Sept associations déposent un recours contre le parc éolien en mer de Fécamp – Etretat (Seine-Maritime)*, août 2016 : <http://france3-regions.francetvinfo.fr/>, site consulté le 7 avril 2017.
- [25] : France Info, *Saint-Nazaire : des associations déposent un recours contre le projet de parc éolien*, juillet 2016 : <http://france3-regions.francetvinfo.fr/>, site consulté le 7 avril 2017.
- [26] : La Croix, *Le Royaume-Uni implante le plus grand parc éolien en mer*, octobre 2015 : <http://www.la-croix.com/Ethique/Environnement/>, site consulté le 10 avril 2017.
- [27] : Energies de la mer, *L'Allemagne investit dans l'éolien offshore*, octobre 2007 : <http://www.energiesdelamer.eu/>, site consulté le 10 avril 2017.
- [28] : Connaissances des énergies, *Fiche pédagogique des hydroliennes*, mai 2016, <http://www.connaissancedesenergies.org/>, site consulté le 20 avril 2017.
- [29] : Consoneo, *Les avantages et les inconvénients des panneaux solaires photovoltaïques* : <http://energies-renouvelables.consoneo.com/>, site consulté le 22 avril 2017.
- [30] : Eolienne pour particulier, *Eolienne pour particulier, le guide des utilisateurs d'éoliennes*, octobre 2016, <http://www.eolienne-particulier.info/>, site consulté le 22 avril 2017.
- [31] : France Inter, *La CNR, Compagnie Nationale du Rhône, va installer des hydroliennes sur le fleuve*, mars 2017 : <https://www.franceinter.fr/>, site consulté le 30 avril 2017
- [32] : E-RSE, *Hydroliennes : quelle technologie pour le futur ? Le projet DCNS – OpenHydro*, octobre 2016, <http://e-rse.net/>, site consulté le 30 avril 2017.

[33] : Le Monde, *Eoliennes, hydroliennes... : où en sont les énergies marines en France ?*, juin 2016, <http://www.lemonde.fr/energies/>, site consulté le 01 mai 2017.

[34] : ENGIE, *Hydroélectricité*, <http://www.engie.com/>, site consulté le 01 mai 2017.

[35] : DREAL, *Le référentiel des territoires : Basse-Normandie, L'énergie*, Caen, avril 2014.

[36] : Mer et Marine : toute l'actualité maritime, *La France donne un coup d'accélérateur à l'hydrolien et à l'éolien flottant*, mai 2016, <https://www.meretmarine.com/fr>, site consulté le 05 mai 2017.

[37] : Espace des sciences, *Quel impact sur la vie marine ?*, février 2015, <http://www.espace-sciences.org/sciences-ouest/>, site consulté le 05 mai 2017.

[38] : Jacq, Guillaume, Michel Arrigoni, Laurent Richier, *Atténuation du bruit sous-marin par rideaux de bulles*, mai 2016, <http://www.ensta-bretagne.fr/>, site consulté le 11 mai 2017.

[39] : Le Monde, *L'impact environnemental de l'hydrolien reste difficile à analyser*, Dublin, octobre 2012, <http://www.lemonde.fr/planete/>, site consulté le 11 mai 2017.

[40] : Conseil Municipal d'Arromanches-les-Bains, *Elaboration du Plan Local d'Urbanisme, Approbation*, Arromanches-les-Bains, 24 octobre 2014.

[41] : Energies Nouvelles, *Le petit éolien pour les particuliers, l'éolienne domestique*, <http://www.energies-nouvelles.net/eolienne-domestique-petit-eolien/>, site consulté le 14 mai 2017.

[42] : ENGIE, *L'éolienne domestique, une solution rentable ?*, <https://particuliers.engie.fr/>, site consulté le 14 mai 2017.

Acronymes

Union Européenne : UE
Plan Climat-Energie Territoire : PCET
Gaz à Effet de Serre : GES
Agence Internationale de l'Energie : AIE
Commissariat Général au Développement Durable : CDGG
Programmation Pluriannuelle des Investissements : PPI
Mégawatts : MW
MégaWatt Heure : MWh
Schéma Régional Climat Air Energie : SRCAE
Installation Classée pour la Protection de l'Environnement : ICPE
Eolien Maritime France : EMF
Eoliennes Offshore du Calvados : EOC
Autorité Environnementale : AE
Commission Nationale du Débat Public : CNDP
Comité Régional pour la Protection et l'Aménagement de la Nature : CREPAN
Groupement Régional des Associations de Protection de l'Environnement : GRAPE
Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement Durable et de l'Aménagement du Territoire : MEDDADT
France Nature Environnement : FNE
Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la MER : IFREMER
Kilotonne d'équivalent pétrole : Ktep (1 GWh = 0.086 Ktep)
Plan Local d'Urbanisme : PLU
KiloWatt Heure : kWh
Institut National de Statistiques et des Etudes Economiques : INSEE

Table des figures

Figure 1 : Projets éoliens en cours en France (source : ADEME).....	8
Figure 2 : Déroulement de l'implantation du parc éolien en mer de Courseulles-sur-Mer.....	11
Figure 3 : Carte d'implantation du projet éolien en mer de Courseulles-sur-Mer (source : Eolien Maritime France).....	12
Figure 4 : Le port artificiel Winston Churchill d'Arromanches-les-Bains (source : Calvados Tourisme).....	14
Figure 5 : Observations du public concernant la commune d'Arromanches-les-Bains, informations tirées de l'enquête publique	17
Figure 6 : Le projet de parc éolien en mer du Calvados modifié (sources : SCAN Littoral IGN - Parc éolien en mer du Calvados).....	22
Figure 7 : Ferme de panneaux solaires en Allemagne (source : écoco2.com)	23
Figure 8 : Rentabilité des investissements hydroliens et éoliens (source : tpehydroliennes.webnode.fr)	25
Figure 9 : Système du rideau de bulles (source : bibliographie [38]).....	26
Figure 10 : Hydrolienne minimisant l'impact environnemental.....	27
Figure 11: Simulation de l'implantation d'une éolienne domestique sur un terrain	29

Table des tableaux

Tableau 1 : Avis des habitants d'Arromanches-les-Bains sur le projet actuel d'Eolien Maritime France	30
Tableau 2 : Avis des habitants d'Arromanches-les-Bains sur la mise en place d'hydroliennes	30
Tableau 3 : Avis des habitants d'Arromanches-les-Bains sur l'implantation de panneaux solaires dans la commune.....	31
Tableau 4 : Avis des habitants d'Arromanches-les-Bains sur l'implantation de panneaux solaires sur leur terrain.....	31
Tableau 5 : Avis des habitants d'Arromanches-les-Bains sur l'implantation d'éoliennes domestiques sur leur terrain.....	31

Table des cartes

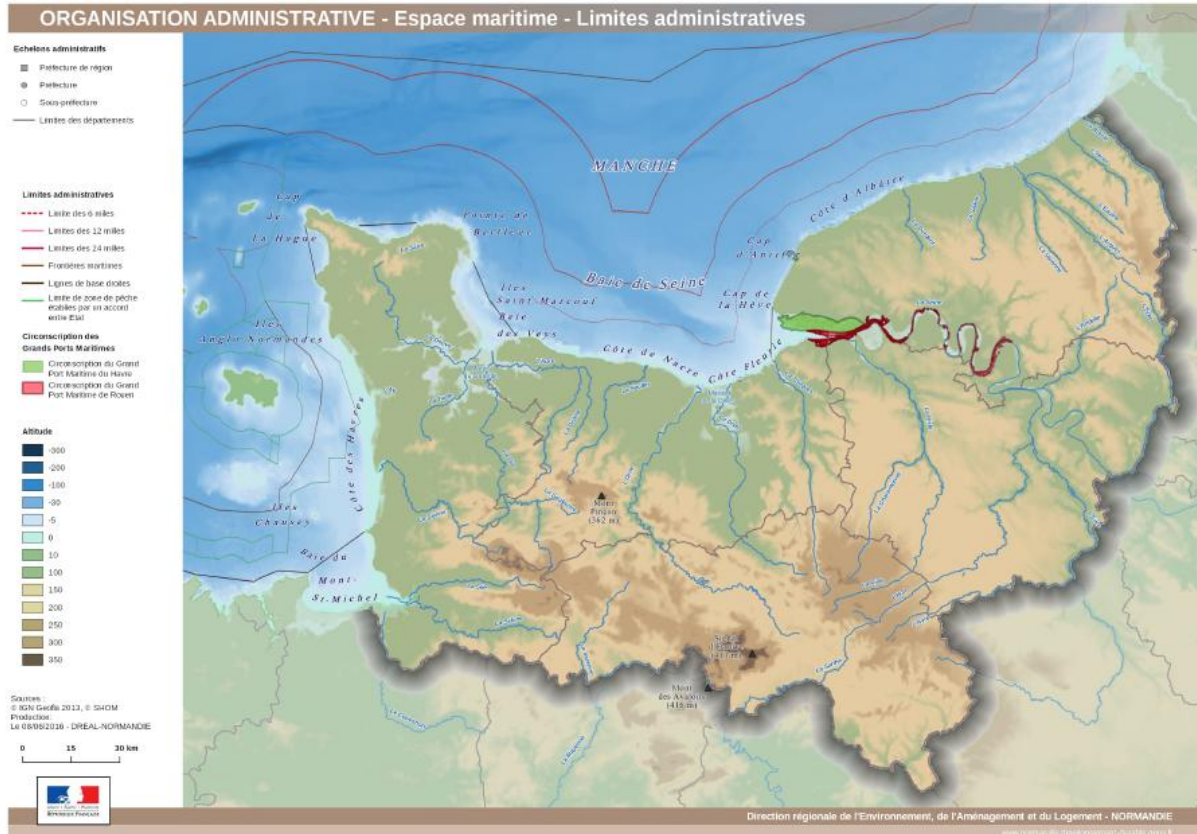
Carte 1 : Proposition de zones d'implantation de panneaux solaires à Arromanches-les-Bains.....	28
---	----

Annexes

Annexe 1

Organisation administrative de l'espace maritime du Cavaldos

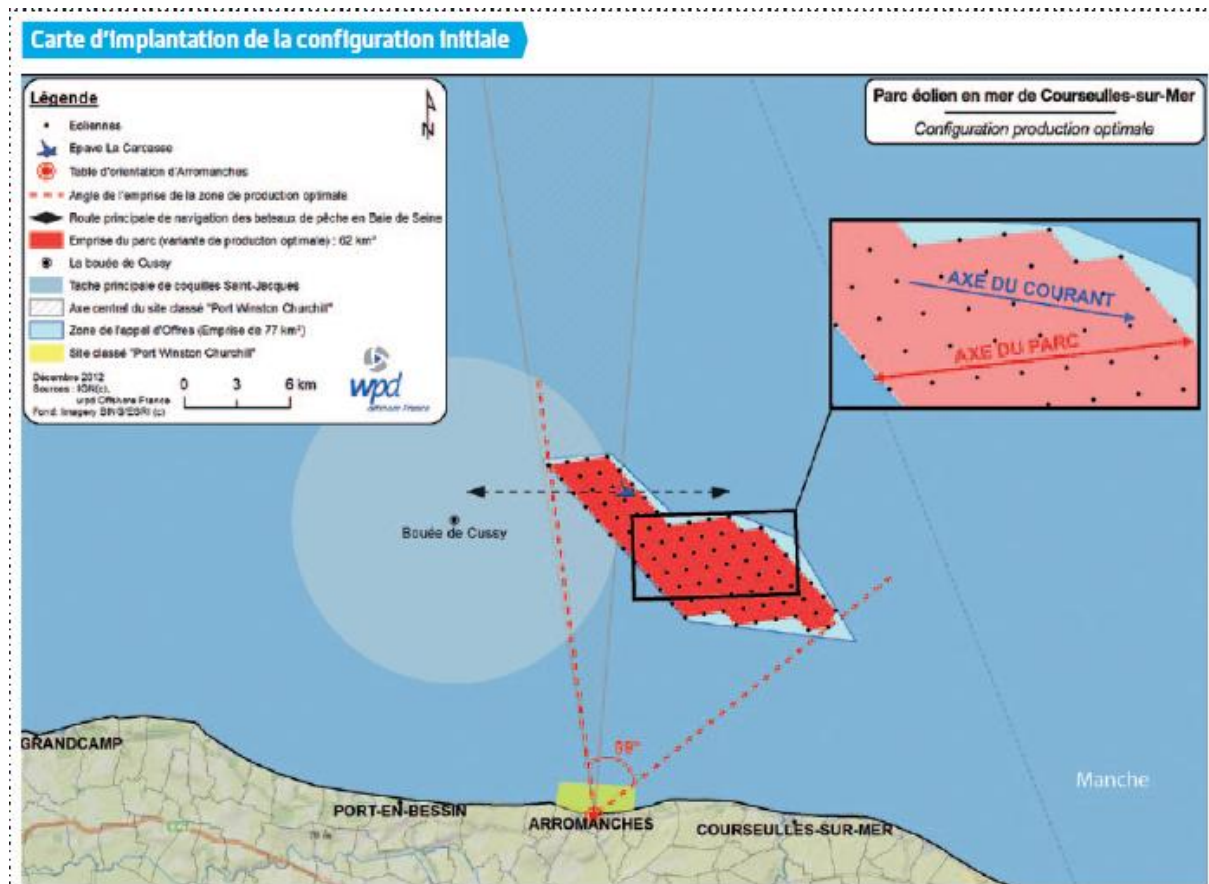
Source : DREAL-Normandie



Annexe 2

Carte d'implantation de la configuration initiale

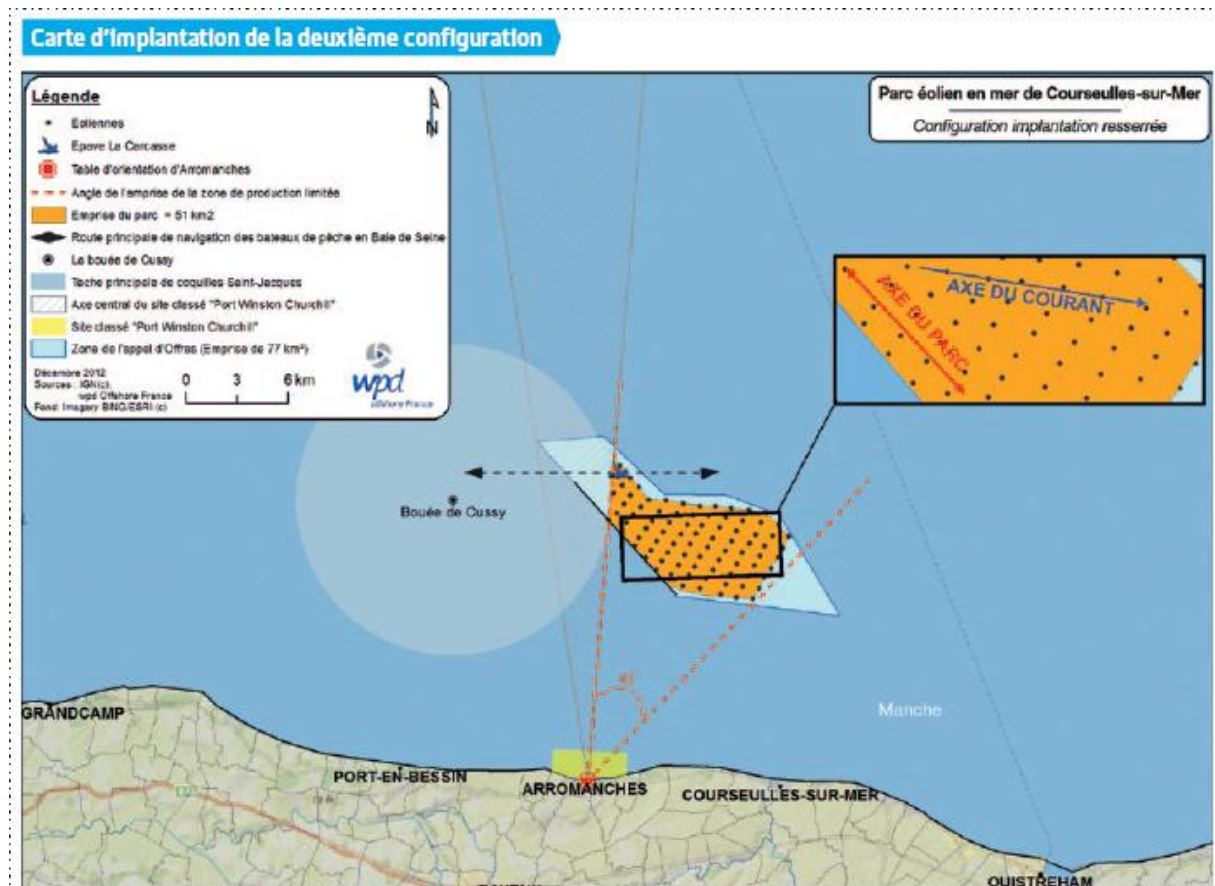
Source : Eolien Maritime France



Annexe 3

Carte d'implantation de la deuxième configuration

Source : Eolien Maritime France



Annexe 5

Avis des élus des communes impliquées dans le projet

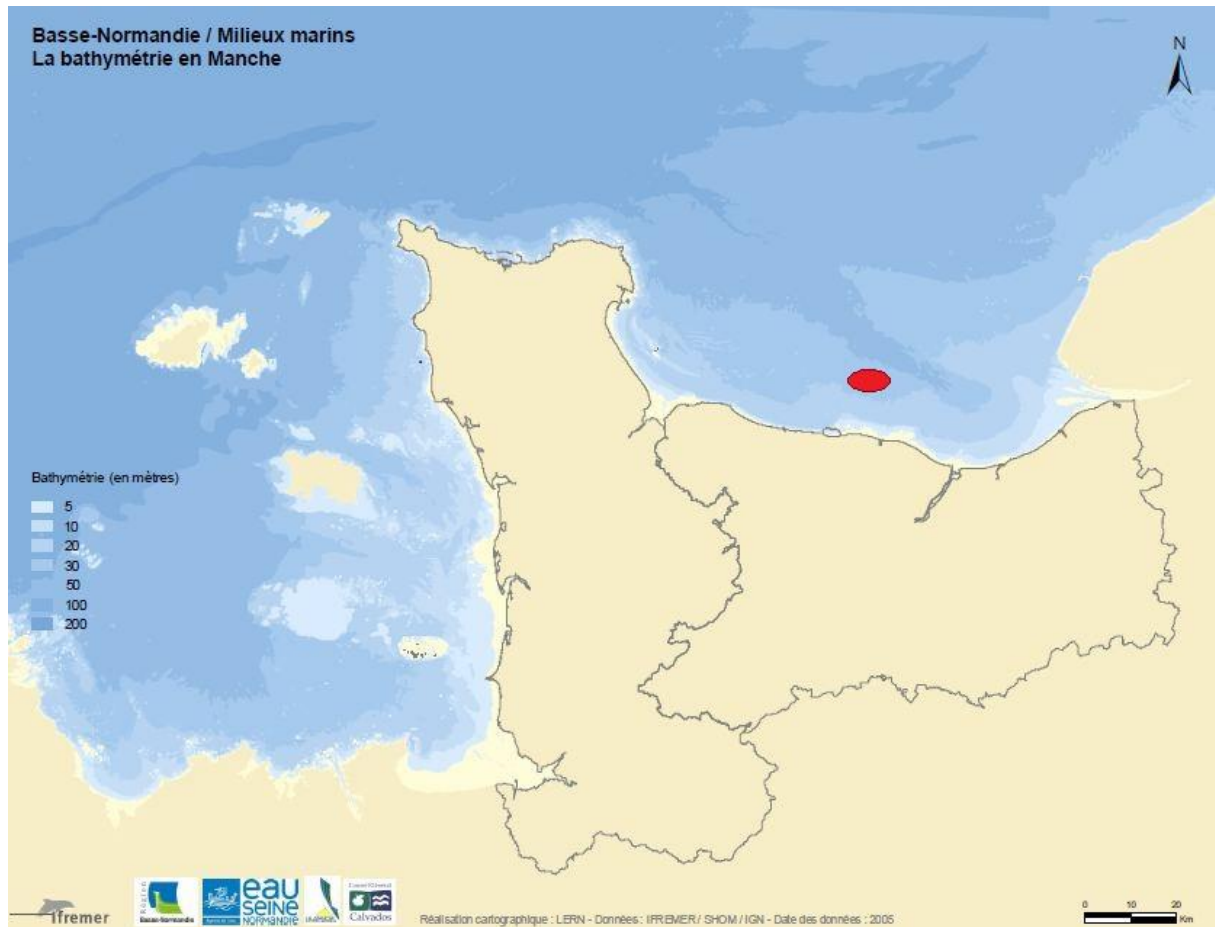
Tiré de l'enquête publique

Communes concernées	Population (2014) - Source : INSEE	Favorable	Favorable sous conditions	Contre	Sans avis	Conditions
Arromanches les Bains	532	X				
Asnelles	593	X				
Bernières-sur-Mer	2 348			X		
Colleville Montgomery	2 347	X				
Commes	383	X				
Courseulles-sur-Mer	4 165	X				
Graye-sur-Mer	626		X			Impact sur les espèces vivantes à réduire au maximum pendant le chantier; éclairage nocturne du parc à limiter; mesures d'atténuation de l'impact visuel; suivi rigoureux des espèces affectées par le chantier
Hermanville-sur-Mer	2 973		X			Souhait de compensation financière pour le tracé
Langrune-sur-Mer	1 701	X				
Lion-sur-Mer	2 421		X			Impact visuel à minimiser; impact sur les écosystèmes et l'érosion littorale à minimiser
Longues-sur-Mer	624	X				
Luc-sur-Mer	3 160			X		
Manvieux	129	X				
Merville-Franceville	2 187	X				
Meuvaines	143	X				
Ouistreham	9 253	X				
Port-en-Bessin-Huppain	1 950		X			Connaître les interdictions de pêche et les distances à respecter pendant la phase de chantier; connaître le montant des indemnités pour les pêcheurs

Annexe 6

Situation du projet de parc éolien en mer de Courseulles-sur-Mer et bathymétrie dans la Manche

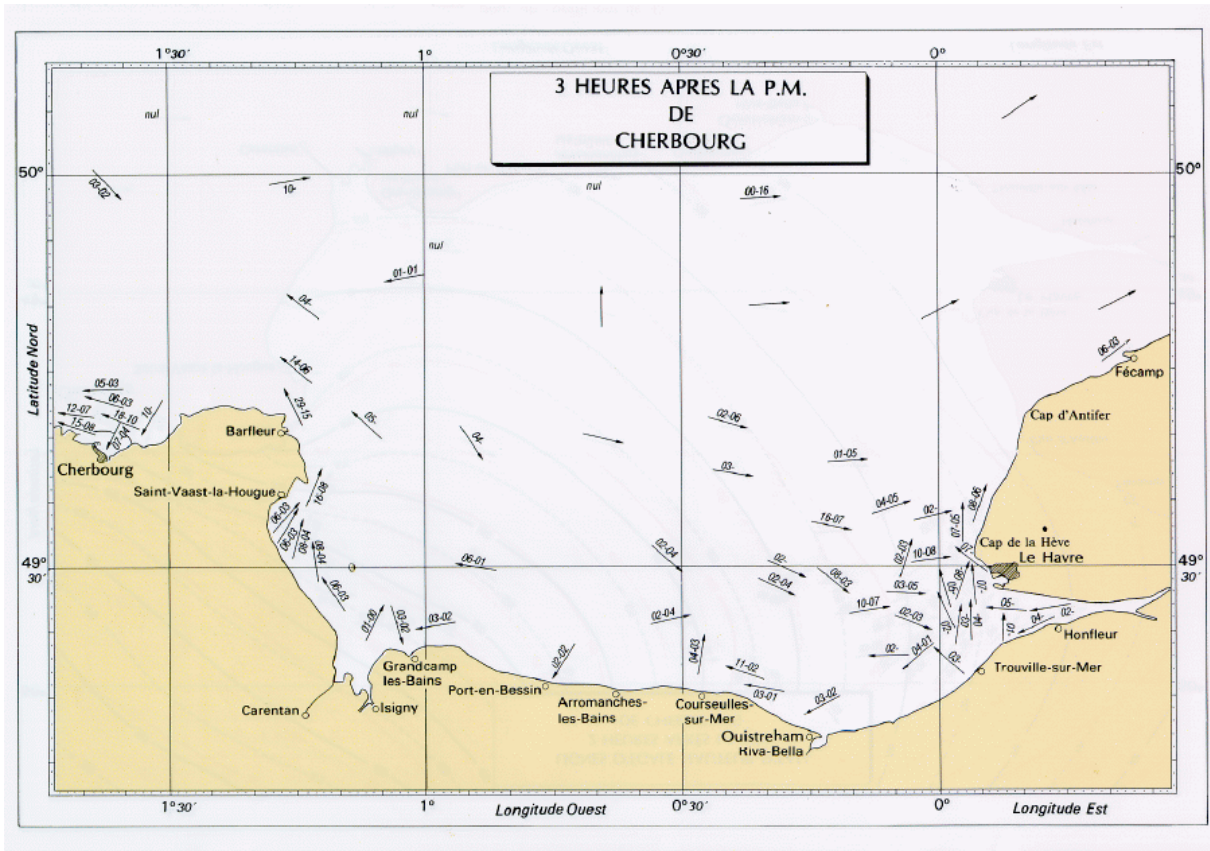
Source : IFREMER



Annexe 7

Les courants de marée dans la Manche

Source : Service Hydrographique et Océanique de la Marine (SHOM)



Annexe 8

Questionnaire fourni aux habitants d'Arromanches-les-Bains et alentour

Questionnaire pour un projet d'étudiante ingénieur (Victoria DEMETTRE)

Etant actuellement étudiante en troisième année d'école d'ingénieurs en Aménagement et Environnement à Tours, je réalise un projet sur la commune d'Arromanches les Bains, y ayant vécu et mon père y étant médecin.

Suite au futur projet de parc éolien offshore de Courseulles sur Mer et aux différentes opinions, notamment visuelles, je propose une alternative aux éoliennes. Une réponse à ce questionnaire me permettrait de cibler vos attentes et vos avis. Merci d'avance.

Profil socio-démographique

Vous êtes :
 : Un homme : Une femme

Vous avez :
 : Moins de 18 ans : 18 – 30 ans : 30 – 50 ans : Plus de 50 ans

Votre catégorie socio-professionnelle :
 : Agriculteurs exploitants
 : Artisans, commerçants et chefs d'entreprise
 : Cadres et professions intellectuelles supérieures
 : Professions intermédiaires
 : Employés
 : Ouvriers
 : Retraités
 : Autres personnes sans activité professionnelle

Vous habitez :
 : Arromanches les Bains
 : Communes alentours
Laquelle ?
 : Autre :

Si vous vivez à Arromanches les Bains, vous logez :
 : En résidence principale
 : En résidence secondaire

Le projet envisagé :

Conservé le parc éolien jusqu'à la commune d'Arromanches et mettre des hydroliennes (turbines hydrauliques, donc sous l'eau) à la place serait-elle une bonne alternative paysagère selon vous ?

: Oui

: Non

Si non :

Pourquoi ?

Seriez-vous prêt à installer des panneaux solaires photovoltaïques chez vous ?

: Oui

: Non

Si non :

Pourquoi ?

Seriez-vous prêt à installer une éolienne domestique chez vous, permettant de répondre aux besoins énergétiques en électricité de votre habitation ?

: Oui

: Non

Si non :

Pourquoi ?

Seriez-vous prêt à investir un minimum dans ces deux équipements ?

: Oui

: Non, une aide financière de l'Etat ou de la commune est inévitable

L'implantation de 3 parcelles de panneaux solaires photovoltaïques sur la commune d'Arromanches les Bains vous semble-t-elle judicieuse afin de pallier au rendement énergétique des éoliennes prévues à Arromanches les Bains ?

: Oui

: Non

Si non :

Pourquoi ?

Etes-vous pour ou contre le projet actuel du parc éolien de Courseulles sur mer ?

: Pour

: Contre

: Avis mitigé

Commentaires éventuels :

.....
.....
.....

Annexe 9

Part de répondants au questionnaire en fonction de la catégorie socio-professionnelle

	Nombre de personnes	Part de répondants (%)
Agriculteurs exploitants	1	4,55
Artisans commerçants et chefs d'entreprise	0	0,00
Cadres et professions intellectuelles supérieures	4	18,18
Professions intermédiaires	1	4,55
Employés	2	9,09
Ouvriers	1	4,55
Retraités	7	31,82
Autres personnes sans activité professionnelle	6	27,27

Annexe 10 : Diagramme de Gantt

	01 au 15	16 au 28	01 au 15	16 au 31	01 au 15	16 au 30	01 au 15	15 au 28
RECHERCHE D'INFORMATIONS								
Projet du parc éolien de Courseulles-sur-Mer								
Acteurs du projet								
Rendez-vous avec M. LA TUR, adjoint au maire d'Arromanches-les-Bains								
Synthèse des documents fournis par la mairie								
Plan de l'état initial								
REFLEXION SUR LE PROJET								
Réflexion générale								
Entretien téléphonique avec l'entreprise INNOVENT								
Recherches sur les hydroliennes : rentabilité et impacts								
Recherches sur l'énergie solaire : rentabilité et impacts								
Application à Arromanches-les-Bains								
Plan du projet								
RENDU ECRIT								
Modélisations								
Rédaction du rapport								

Fiche de lecture n°1 : L'énergie éolienne : du petit éolien à l'éolien offshore

Date de publication :

Seconde édition déposée en Février 2014 (première édition déposée en 2010)

Edition :

Dunod

Auteurs :

Marc RAPIN et Jean-Marc Noël

Secondé par L'Usine Nouvelle et l'ADEME



L'Usine Nouvelle :

L'Usine Nouvelle est un magazine hebdomadaire français consacré à l'économie et aux technologies dans le monde industriel. Il est écrit par le Groupe Industrie Services Info (GISI).

L'ADEME :

L'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (ADEME) est un établissement public français. Il a été créé en 2011 et est à caractère industriel et commercial. L'ADEME a souvent des missions de coordination, de facilitation et de réalisation d'opérations, notamment dans la protection de l'environnement et la maîtrise de l'énergie.

Résumé :

« L'objectif de cet ouvrage opérationnel, richement illustré, est de comprendre les développements, les enjeux et les problématiques actuels et futurs de l'éolien.

Cette seconde édition met l'accent sur les parcs offshore, des solutions techniques jusqu'aux actuels projets français. Une nouvelle partie est également réservée au montage d'un parc éolien : étude des gisements, aspects économiques, administratifs et environnementaux, dimensionnement, etc., illustrée de cas judicieusement choisis en France et dans le monde.

L'énergie éolienne est un guide pratique indispensable pour tous les ingénieurs et techniciens en énergétique (recherche, études, production, etc.), mais aussi pour toute personne curieuse de découvrir cette technologie en plein essor. »

(Source : Quatrième de couverture de l'ouvrage)

Apports de l'ouvrage pour mon PIND :

Cet ouvrage m'a permis de mieux comprendre les enjeux et le fonctionnement de l'éolien offshore. Je me suis surtout intéressée à la partie « Montage d'un parc éolien » (pp. 229 – 287). Celle-ci m'a vraiment fait comprendre les différents volets nécessaires au montage d'un projet éolien, à partir de la recherche d'un site jusqu'à la constitution du dossier de demande d'implantation. Le schéma d'acteurs, réalisé dans la partie de l'état initial du projet d'EMF, et son explication ont notamment été, en grande partie, inspirés de cet ouvrage.

Fiche de lecture n°2 : Energies alternatives

Date de publication :

21 Février 2016

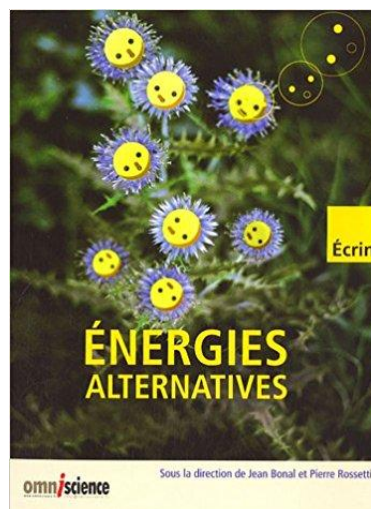
Edition :

Omniscience – Collection : Ecrin

Auteurs :

Sous la direction de Jean BONAL et Pierre Rossetti

Plusieurs auteurs ont contribué à l'écriture de cet ouvrage selon leur spécialisation : spécialistes des plus grandes institutions (CNRS, CEA, ADEME, BRGM,...) et de l'industrie (EDF-GDF, Saipem, HydroHelix Energies,...).



Résumé :

« La Terre a mis des millions d'années à fabriquer le pétrole, le gaz, le charbon et l'uranium dont nous tirons l'essentiel de notre énergie. Quelques siècles suffiront à épuiser ces ressources fossiles, et quelques années seulement à leur faire atteindre des prix prohibitifs. De plus, leur consommation participe à des modifications climatiques sans précédent dans l'histoire humaine, et crée des déchets et des risques d'accidents qui sont au cœur des réflexions actuelles. Le monde va-t-il continuer sur la voie de cette boulimie énergétique ? Peut-être pas si nous réagissons dès à présent : des alternatives sont possibles ! Les énergies renouvelables et une bonne dose de prise de conscience citoyenne sont parmi les solutions qui s'offrent à nous pour enrayer cet engrenage infernal. [...]

C'est à cette réflexion que ce livre nous invite. [...]

Cet ouvrage rassemble les informations les plus récentes et les plus pertinentes, il nous propose un état des lieux synthétique de toutes les énergies renouvelables et nous présente sans artifice leur véritable potentiel. [...] »

(Source : Quatrième de couverture de l'ouvrage)

Apports de l'ouvrage pour mon PIND :

Cet ouvrage m'a permis de me faire une réflexion sur les différents types d'énergies renouvelables pouvant être mis en place. Il m'a été très utile pour la partie projet, et notamment afin d'acquérir des connaissances sur les énergies des mers mais également sur l'énergie solaire. Je me suis axée, en premier lieu, sur le chapitre « L'énergie des mers » (pp. 133 – 141) m'ayant permis de compléter ma partie sur l'éolien offshore et de me lancer dans un projet hydrolien. Le chapitre sur « L'énergie solaire » (pp. 39 – 65) m'a également fait m'intéresser à ce type d'énergie renouvelable, afin de compléter mon projet.

L'ouvrage est assez complet en termes d'explication du fonctionnement, des coûts et des rendements énergétiques ; tout en comparant les énergies entre elles.



35 allée Ferdinand de Lesseps
37200 TOURS

Sous la direction de :

BREVET Nathalie

DEMETTRE Victoria

Proposition d'une alternative au projet de parc éolien en mer sur la commune d'Arromanches-les-Bains (14)

Résumé :

L'Etat français a lancé, en 2011, un appel d'offres pour quatre projets de parcs éolien en mer (ou offshore), dont un se situant à Courseulles-sur-Mer, en Région Normandie. Ce projet a été autorisé suite à la désignation d'Eolien Maritime France comme lauréat de l'appel d'offre et ainsi comme maître d'ouvrage. Il touche plusieurs communes littorales dont celle d'Arromanches-les-Bains. Cependant, des réticences ont été exprimées notamment d'un point de vue paysager. En effet, un port artificiel, issu du Débarquement de la Seconde Guerre Mondiale, est présent en mer à Arromanches-les-Bains. Ce sont des reliques historiques que les éoliennes dénatureraient selon des habitants des communes touchées par le projet et des associations. Des doutes ont également été émis quant à l'impact sur le milieu marin et l'avifaune et quant à la rentabilité du parc éolien offshore.

Ainsi, afin de satisfaire au mieux tous les acteurs impliqués dans le projet, le choix de retirer 12 éoliennes (première ligne visible depuis la côte) et d'implanter 36 hydroliennes à la place, pour combler le manque énergétique engendré, a été choisi. Le parc éolien sera également retiré d'un kilomètre vers le large. De plus, l'implication des acteurs locaux dans le développement des énergies renouvelables est un point important de ce nouveau projet : des panneaux solaires seront implantés dans la commune ainsi que la promotion d'installation d'énergies domestiques, par la mairie.

L'imbrication des échelles globales et locales est le maître mot de ce nouveau projet, avec une implication à toutes les échelles pour le développement des énergies renouvelables en Région Normandie.

Mots Clés : Energies renouvelables, éoliennes, hydroliennes, multi-scalaire

Localisation géographique : Normandie, Calvados, 14

**DAE3 Pind
2016-2017**