



Réseau Transnational Atlantique

**Développement des énergies marines
renouvelables : conditions de succès dans
les régions du RTA de l'Arc Atlantique**

Sommaire général

PRÉAMBULE	5
PROPOSITIONS ET RECOMMANDATIONS	9
ÉTAT DE L'ART ET TECHNOLOGIE	25
ASPECTS POLITIQUES ET PROCÉDURES JURIDIQUES	42
ENJEUX ÉCONOMIQUES ET FINANCIERS	42
APPROCHE SOCIALE ET ENVIRONNEMENTALE	42
ANNEXES	42

PRÉAMBULE

L'objectif principal de l'étude transnationale du RTA est le suivant:

« Afin de saisir l'opportunité offerte par l'Espace atlantique en termes de ressources marines, ce travail a pour objectifs principaux d'identifier les obstacles possibles au développement des énergies marines renouvelables dans les régions atlantiques :

- › *obstacles d'ordre juridique,*
- › *administratif,*
- › *économique,*
- › *social et*
- › *environnemental,*

et de définir des recommandations qui permettent ou contribuent à lever ces obstacles.»

Introduction de l'étude

La volatilité des prix des combustibles fossiles et leur inégale répartition géographique font de la question énergétique l'un des principaux enjeux du développement économique futur. À ces considérations économiques et géopolitiques qui entraînent une certaine insécurité, s'ajoute maintenant la reconnaissance de l'impact des activités humaines sur le réchauffement climatique par les émissions de gaz à effet de serre. De ce constat, résulte un double défi de diversification du bouquet énergétique et de préservation de l'environnement par la lutte contre l'effet de serre. Il devient nécessaire de substituer les énergies fossiles par des énergies renouvelables ayant des répercussions minimales sur l'effet de serre.

Pour cette raison, les énergies renouvelables sont devenues un élément fondamental de la politique énergétique. L'Union européenne a fixé l'objectif ambitieux de faire en sorte que d'ici 2020, 20% de la consommation d'énergie soit basée sur des énergies renouvelables. Bien que cet objectif ait été accepté par les membres de l'UE, tous les pays européens n'en sont pas au même niveau. Alors que pour certains les énergies renouvelables assurent déjà une part importante de leur énergie primaire, d'autres sont relativement peu avancés dans ce domaine. De plus les ressources renouvelables sont inégalement réparties au sein de l'UE. Chaque pays est libre de composer son bouquet énergétique renouvelable, de manière adaptée, pour atteindre les objectifs définis.

La caractéristique des régions du Réseau Transnational Atlantique vient de ce qu'elles partagent une façade maritime commune, l'Océan Atlantique, qui présente des défis et des opportunités pour l'avenir. Les énergies marines renouvelables sont l'une de ces opportunités et la collaboration entre les régions du RTA peut apporter une contribution importante à leur réussite.

Méthode de travail

Le Comité d'orientation du RTA, lors de sa réunion du 23 avril 2008, à Santander, a décidé d'engager une étude sur les obstacles au développement des énergies marines renouvelables dans l'Arc Atlantique. Pour cela, un groupe de travail a été constitué, sous la présidence du CES de Cantabrie, qui a désigné D. Andrés Prieto Gala, conseiller de ce CES et professeur du Département de l'ingénierie des communications à l'Université de Cantabrie pour conduire les travaux du groupe. La mission de Vice-président a été confiée au CESR de Poitou-Charentes et assurée par M. Michel Hortolan, celle de rapporteur pour les propositions a été confiée au CES de la Communauté Autonome du Pays Basque et assurée par Da Arantza Lopez De Munain Zulueta.

Le Groupe de travail créé conformément à la Lettre de mission approuvée par le Comité d'orientation, a réalisé l'étude, sans financement externe. Le travail a été structuré en quatre sections, correspondant aux quatre groupes, avec des approches ouvertes et une composition dynamique.

- Section technologie et état de l'art : CES de Cantabrie, CESR de Bretagne et ISQ Lisbonne ;
- Section juridique, réglementaire et politique: CESR d'Aquitaine et CES de la CAPB ;
- Section économique et financière: CES de Galice et CESR des Pays de la Loire;
- Section Sociale et Environnementale: CESR Poitou-Charentes et ISQ Lisbonne.

La collecte d'informations dans toutes les régions représentées, la collecte d'information a été réalisée à l'aide de questionnaires à réponses ouvertes traités par chacune des sections, remplis par chaque région membre.

Le travail a été assuré grâce à l'appui d'experts et à des entretiens avec différents acteurs concernés par les principales questions émergeant sur le sujet. Les organisations membres du RTA, à travers leurs conseillers économiques et sociaux et leur propre représentativité, ont apporté au groupe une expression de la société civile. Des conférences et des présentations ont également été organisées par le groupe de travail avec des débats. Des entreprises de différents secteurs ont été contactées (production et distribution électrique, fabricants de composants et d'équipements, etc.), ainsi que les organisations professionnelles, les syndicats, les organisations environnementales, les autorités des différentes administrations concernées, les organismes de développement, les universités, les organisations de pêcheurs et représentants des autres usagers de la mer, etc.

Le groupe de travail s'est réuni régulièrement, afin de partager les informations collectées et de produire une réflexion originale, collective et partagée, sur chacun des thèmes traités et dans chacune des régions. Les réunions de travail suivantes ont eu lieu :

- Santander : 17 juin 2008
- Rennes : 5 novembre 2008
- Lisbonne : 13 mars 2009
- Orkney : 2 et 3 juillet 2009
- Bilbao : 28/29 septembre 2009
- Bordeaux : 19 février 2010
- Santiago de Compostella : 27 mai 2010

Une visioconférence s'est également tenue simultanément entre tous les membres du Groupe de travail dans les villes de Bidart, El Ferrol et de Nantes, le 20 novembre 2009.

Des outils de travail collaboratifs en ligne ont par ailleurs été utilisés afin de faciliter l'échange d'informations et le partage de documents.

Le rapport de synthèse issu du travail réalisé a été ratifié et validé par l'instance représentative de chacun des membres du RTA, puis il a été officiellement validé par le Comité d'Orientation du RTA.

Le rapport de synthèse issu du travail réalisé présente dans un premier temps les propositions communes retenues par les partenaires et les appuie dans un second temps par une analyse partagée des quatre dimensions explorées que sont :

- › l'état de l'art et la technologie, préalable indispensable permettant connaître et de comprendre les ressources énergétiques marines, les moyens de les exploiter, et les atouts dont disposent les régions atlantiques pour le faire,
- › les aspects politiques et les procédures juridiques montrant précisément les engagements des pays et des régions pour le développement des énergies marines, ainsi que les freins identifiés,
- › les enjeux économiques et financiers inhérents à l'émergence de nouvelles activités,
- › l'approche sociale et environnementale garante d'un développement harmonieux de ces nouvelles technologies.

La rapidité des évolutions que connaît le sujet dans toutes ces dimensions, en raison de son importance et des enjeux qui y sont liés, conduit à dater ce rapport à la fin du mois de juin 2010, les nouveaux développements ne pouvant y apparaître.

Remerciements

Je tiens à remercier les membres du groupe de travail et les experts externes de l'effort collectif et de l'implication personnelle dont ils ont fait preuve à chaque moment.

Tôt ou tard, l'Europe aura besoin de toutes les sources d'énergie dont elle dispose. J'espère que cette modeste contribution sur les énergies marines renouvelables contribuera à atteindre cet objectif.

Andrés Prieto Gala

Président du Groupe de Travail de " Energies marines renouvelables " du RTA

PROPOSITIONS ET RECOMMANDATIONS

INTRODUCTION

Le changement climatique, la nécessité de réduire les émissions de gaz à effet de serre dans l'atmosphère, la dépendance écrasante des combustibles fossiles, les incertitudes relatives à l'approvisionnement énergétique actuel et futur, et l'escalade des prix de l'énergie qui s'ensuit, se sont érigés ces dernières années en sujets d'intense préoccupation politique. Ils orientent les objectifs des politiques climatiques et énergétiques des pays de notre entourage européen vers la soutenabilité environnementale, la sécurité et l'indépendance énergétiques, la compétitivité économique.

Dans ce cadre, les énergies renouvelables jouent un rôle fondamental qu'a reconnu l'Union européenne : en 2007, elle a pris l'engagement de transformer l'Europe en une économie à haute efficacité énergétique et à faibles émissions de gaz à effet de serre, en décidant de réduire de 20% ce type d'émissions, d'économiser 20% de la consommation d'énergie et d'atteindre un objectif de 20% d'énergie renouvelable dans la consommation totale d'énergie de l'Union européenne à l'horizon 2020.

L'engagement politique s'est doté de garanties légales grâce à la Directive 2009/28/CE relative à la promotion de l'utilisation de l'énergie produite à partir de sources renouvelables, qui oblige les États membres à adopter les mesures nécessaires pour atteindre l'objectif global de 20% d'énergies renouvelables en 2020 dans l'ensemble de l'Union européenne. Cet engagement, qui fixe des objectifs juridiquement contraignants, constitue un important jalon dans l'impulsion donnée aux énergies renouvelables, qui se poursuivra au-delà de 2020, et ouvre un horizon d'opportunités pour le développement de nouvelles sources et technologies d'énergies renouvelables ainsi que des secteurs économiques liés à ces dernières.

Dans ce contexte, la mer représente une immense source d'énergie propre et inépuisable, pratiquement inexploitée et les eaux de nos régions atlantiques recèlent d'excellentes ressources énergétiques marines. De l'Écosse au Portugal, l'Arc Atlantique est l'espace disposant des meilleures ressources en vagues d'Europe, avec une densité énergétique supérieure à la moyenne mondiale ; l'énergie des courants a un caractère plus localisé à l'intérieur de l'Arc, avec des emplacements aux excellentes possibilités ; la ressource éolienne y est intense et soutenue.

L'Europe assiste actuellement à un important déploiement de l'éolien offshore posé qui, sous l'impulsion des grandes entreprises du secteur énergétique européen, émerge comme une des principales opportunités de croissance de l'industrie éolienne mondiale. D'après des données de l'EWEA¹, on prévoit l'installation de 43 GW² de puissance éolienne marine pour 2020 et de 150 GW pour 2030. Au Royaume-Uni, les parcs éoliens marins en fonctionnement, en construction et adjugés d'ici 2020 totalisent une puissance de 33 GW.

Néanmoins, ces projets se développent presque exclusivement sur les vastes plates-formes continentales du Nord de l'Europe dont les eaux sont peu profondes. Les régions atlantiques du RTA qui, exception faite de certaines enclaves de la façade française et de la Galice, atteignent à quelques km de la côte des profondeurs non viables techniquement pour la technologie actuelle, ne participent pas à cet essor. Seul l'éolien offshore flottant peut permettre de s'affranchir en partie de la profondeur d'eau. Mais il représente une rupture technologique par rapport à l'éolien offshore

¹ Association Européenne pour l'Énergie Éolienne

² 1 GW= 1 000 000 KW

posé dont l'essor résulte d'un prolongement en mer d'une technologie terrestre, et demande en conséquence des efforts de recherche et développement (R&D) et de démonstration permettant de résoudre les questions techniques et de réduire ses coûts élevés. Tant que cette technologie flottante ne progressera pas, l'ensemble des régions atlantiques du RTA, et plus particulièrement des régions comme celles du Nord de la Péninsule Ibérique, de l'Aquitaine ou du Portugal, pourront difficilement tirer un profit énergétique des vents marins.

L'énergie des vagues et des courants est encore à un stade précoce de son développement. Il existe des projets au stade de prototype et de démonstration, mais on est encore très loin d'un déploiement commercial ou à grande échelle. En effet, l'exploitation de l'énergie des vagues et des courants repose aujourd'hui sur des technologies non-compétitives, dont les coûts sont élevés et la fiabilité technique limitée en raison de leur complexité technologique, de leur retard en matière de recherche et de développement par rapport à d'autres énergies renouvelables, et des spécificités que pose un milieu agressif et peu connu comme le milieu marin.

Par conséquent, le bilan actuel d'utilisation des énergies marines dans les régions atlantiques du RTA est infime. Il restera à un niveau symbolique si on n'agit pas de façon volontariste. Les énergies marines renouvelables constituent en effet pour les régions atlantiques une source énergétique dont l'intérêt est indéniable en raison de leur caractère d'énergies propres et locales et du développement potentiel d'une nouvelle industrie dans les économies régionales. Pour ne pas passer à côté des avantages environnementaux, économiques et sociaux associés aux énergies marines renouvelables, il nous faut adopter une position déterminée et très proactive. Elle devra faire porter ses efforts prioritairement sur l'avance technologique des énergies marines atlantiques d'excellence, les vagues, les courants et l'éolien offshore flottant. Une fois leur maturité acquise, l'objectif est d'encourager leur déploiement à grande échelle, en abordant non seulement les questions technologiques, mais aussi les conditions environnantes susceptibles de jouer en faveur de cet objectif, ainsi que de leur acceptation sociale.

Il s'agit d'une tâche de grande envergure et à perspectives multiples qui, au-delà des questions de concurrence susceptibles de se poser entre les différentes régions, permet d'envisager au stade précoce et actuel de son développement, de vastes domaines d'intérêt commun qu'une approche mettant l'accent sur le travail conjoint et coordonné, permettrait de faire avancer de façon rapide et efficiente.

Un préalable : volonté politique et stratégies à long terme

Le développement d'un nouveau secteur énergétique et industriel comme celui qui est lié aux énergies marines renouvelables sur l'Arc Atlantique constitue un défi d'envergure, exigeant une vision à long terme et une volonté politique forte pour la mener à bien. Le panorama comparé des régions atlantiques révèle un dynamisme inégal, avec un déploiement d'initiatives et de projets dispersés. Il est indispensable d'insérer ces initiatives dans des stratégies régionales à long terme, capables de mobiliser autour de la réalisation d'objectifs quantitatifs définis, des instruments, des moyens et des ressources ainsi que l'ensemble de la communauté scientifique, technologique, industrielle, les acteurs économiques et sociaux et la société. La détermination d'objectifs est très importante puisque ces derniers marquent une direction claire pour les opérateurs, et apportent stabilité et sécurité dans les investissements.

C'est aussi pour cette raison que l'implication déterminée des États dans un cadre de coopération et d'entente sera indispensable, même si les régions littorales sont les plus directement concernées, les plus grandes bénéficiaires et celles qui ont le plus conscience des possibilités offertes par les ressources de la mer pour le développement des énergies marines. Bien que le choix des énergies marines parmi la gamme d'éventuelles technologies renouvelables soit clair pour les régions côtières dotées de ressources, il peut ne pas l'être autant au niveau national. La France, le Portugal et

l'Espagne doivent tirer profit de l'élaboration et de la prochaine présentation à la Commission européenne des Plans nationaux d'action pour le respect des engagements pris par chaque État en ce qui concerne les objectifs d'énergies renouvelables fixés à l'horizon 2020. Cela permettra au pari sur les énergies marines renouvelables de gagner force et crédibilité grâce à des objectifs ambitieux et des stratégies alignées en vue de leur réalisation.

De même, un plus fort engagement de l'Union européenne en faveur des énergies des vagues et des courants est indispensable, car si l'éolien offshore figure parmi les modalités énergétiques à promouvoir en priorité, le reste des énergies marines ne fait l'objet que d'une attention secondaire.

Dans cette perspective, les conclusions et recommandations des Conseils économiques et sociaux des régions atlantiques du RTA se proposent d'encourager le développement des énergies marines renouvelables dans cette zone géographique. Pour tenir compte de l'approche nécessairement différente, deux phases doivent être considérées dans ce développement : d'abord, une phase pilote ou expérimentale, permettant d'atteindre la maturité des différentes technologies, c'est le cas pour l'énergie des vagues, des courants et l'éolien offshore flottant au stade actuel de son développement; puis, lorsque cette maturité est atteinte, une phase de déploiement commercial. Cette dernière n'est d'actualité que pour l'éolien offshore posé, seule technologie mature aujourd'hui, mais elle doit d'ores et déjà être anticipée pour les autres technologies encore en développement.

Enfin, les CESR des régions atlantiques du RTA proposent des recommandations visant à optimiser le développement des activités dans leurs régions, ainsi que des conclusions finales.

I. MESURES POUR LE PROGRÈS TECHNOLOGIQUE DES ÉNERGIES MARINES RENOUVELABLES JUSQU'À LEUR MATURITÉ TECHNOLOGIQUE

Mis à part l'éolien en mer classique, les énergies marines ne se manifestent pas encore comme source énergétique alternative, réalisable techniquement et économiquement. Leur développement sera le fruit d'une stratégie à long terme dans laquelle on intégrera des mécanismes de soutien adéquats dès les premières phases de R&D jusqu'à la phase de démonstration de viabilité à échelle réelle et en pleine mer qui marque le stade préindustriel de développement. Ceci exige d'articuler de puissantes politiques publiques de soutien à la recherche et à la technologie, particulièrement focalisées sur ces énergies, accompagnées d'enveloppes financières de grande ampleur. En fait, le financement est une barrière critique dans le développement technologique de ces énergies. Ceci impose aussi la mise en place d'infrastructures spécifiques et d'autres moyens d'accompagnement, ainsi qu'une série de mesures créant un cadre régulateur et administratif propice. Les efforts des régions doivent être accompagnés aussi bien par les États que par l'Union européenne.

Les mesures recommandées par chacune de ces sections sont développées ci-dessous plus en détail, ainsi que les recommandations visant à encourager la coopération interrégionale dans le financement et la création d'infrastructures de recherche et d'essais.

I.1 Soutien des Régions et des États au financement du développement technologique

Le développement des technologies de la mer exige d'importants capitaux, très supérieurs à ceux qu'exigent d'autres énergies renouvelables. Aux coûts de mise au point d'un prototype résistant aux conditions marines, il faut ajouter tous les coûts découlant de l'installation et des essais en mer, d'abord dans des conditions protégées, puis dans des conditions réelles de pleine mer ; aussi le

capital nécessaire augmente-t-il au fur et à mesure des phases de développement, sans aucun rapport avec les revenus que l'on peut en tirer à court et à moyen terme.

Dans ces conditions, les insuffisances et les intermittences du financement sont à l'origine de nombreux échecs et incidents dans les projets d'énergies marines, qui expliquent en grande partie le retard technologique du secteur. Dans le domaine des vagues et des courants, ce sont essentiellement de petites et moyennes entreprises qui sont impliquées dans le développement technologique et connaissent des difficultés, très souvent insurmontables, pour réunir le capital nécessaire. L'éolien offshore flottant est en revanche beaucoup plus à la portée des grandes entreprises gazières et pétrolières qui disposent de davantage de possibilités économiques.

L'absence logique de demande du marché et de rentabilité économique pour les technologies en développement imposent le recours à un système d'incitation publique qui, pour être efficace, doit garantir le financement à long terme des projets, depuis la mise au point d'un prototype jusqu'à la démonstration en mer à l'échelle réelle. Ce système d'incitation publique doit mobiliser des outils appropriés pour chacune des phases de développement. En ce sens, la voie suivie par le Royaume-Uni montre une expérience réussie qui peut servir de modèle pour la conception et l'utilisation d'instruments financiers : elle mobilise à la fois des subventions pour les phases de R&D, et des mesures de soutien aux revenus lorsque les machines entrent en phase de production électrique, avec des certificats d'obligation d'achat qui s'ajoutent au prix du marché. D'autres instruments comme les tarifs de rachat sont également nécessaires.

Il est souhaitable que les subventions à la R&D s'inscrivent dans le cadre de fonds spécialement dédiés aux énergies marines. Leur effet catalyseur en sera accru. Dans tous les cas, les aides directes à la R&D devront être attribuées prioritairement aux projets présentant le plus grand potentiel de succès, compte tenu du nombre très important de concepts en développement, en particulier pour l'exploitation de l'énergie des vagues où aucune technologie dominante n'est encore apparue. Il est souhaitable d'avancer désormais vers une convergence technologique.

1.2. Infrastructures de recherche et d'essais

Il est indispensable de mettre à la disposition des développeurs de technologies des infrastructures destinées à la recherche, aux essais et à la démonstration de leurs machines, aussi bien en bassin pour les modèles réduits, qu'en mer pour la démonstration à taille réelle. Le financement de ces infrastructures, par le secteur public, permettra d'une part de décharger les développeurs du fardeau financier et logistique associé à la localisation d'emplacements idoines, au raccordement au réseau terrestre pour les essais en mer, à la recherche d'embarcations, d'installateurs, d'équipes de suivi... et d'autre part facilitera l'engagement dans ces phases. Les infrastructures d'essai s'avèrent d'une importance capitale puisqu'elles fournissent aux développeurs non seulement des informations sur le comportement des machines à l'essai, mais aussi des données précieuses sur l'état du milieu marin et l'impact des machines sur ce milieu.

Il existe déjà des installations de ce type, en fonctionnement ou en cours de réalisation, tant dans les régions atlantiques d'Espagne et de France que du Portugal, plus nombreuses pour l'exploitation de l'énergie des vagues que des courants. Dans la même dynamique, il est urgent de créer aussi des plates-formes d'essais pour l'éolien offshore flottant, aujourd'hui inexistantes dans les régions du RTA. C'est particulièrement vrai en Espagne qui, bien que figurant parmi les leaders mondiaux du déploiement éolien terrestre et de la technologie éolienne, ne possède encore aucun parc éolien marin. Cela concerne surtout le nord de la péninsule ibérique où l'installation de parcs éoliens flottants est envisagée comme l'option d'exploitation commerciale des énergies de la mer la plus proche dans le temps. C'est vrai aussi sur toute la façade atlantique française et portugaise où la

nécessité d'adopter des mesures incitatives pour l'énergie éolienne offshore flottante est également considérée comme urgente.

Il est d'autre part proposé de créer des centres technologiques se consacrant spécifiquement aux énergies marines renouvelables, ainsi qu'aux autres domaines de connaissance connexes, ayant une incidence sur ces énergies. Cela concerne tout particulièrement les sciences et technologies marines (conception des machines, matériaux, comportement en mer), ainsi que la connaissance de l'environnement marin. L'impulsion de clusters constitués autour du développement des énergies marines, qui existent déjà dans certaines régions atlantiques, prend une importance croissante, car de tels outils peuvent générer des synergies et accélérer le processus de développement technologique, nécessaire aux énergies marines renouvelables. Le processus d'apprentissage se produit aussi bien entre les différents acteurs de la recherche, les développeurs et les entreprises dans la chaîne d'approvisionnement de chaque technologie d'énergie marine qu'à un niveau horizontal, entre les différentes technologies d'énergie marine.

C'est l'objectif qu'ont poursuivi, en France, les signataires d'Ipanema, en s'appuyant sur le développement de démonstrateurs et de sites d'essais.

C'est également la tendance qui semble marquer les grands projets de recherche sur les énergies marines renouvelables, plus récemment apparus. Des consortiums multidisciplinaires spécialisés tant dans les différents aspects relatifs à chacune des technologies énergétiques marines, que dans les sciences marines, au niveau de la recherche et des entreprises, comme Ocean Lider³ ou Marina⁴ semblent prendre le relais pour les projets communs de plusieurs groupes homogènes de partenaires. Les transferts de savoir-faire entre différentes technologies comme l'éolien offshore, le houlomoteur ou l'hydrolien, de même que la contribution du secteur des plates-formes parapétrolières, peuvent constituer un pas important vers des économies d'échelle, dans la recherche d'intérêts communs et pour des progrès technologiques plus rapides. Cela permettra également d'étudier la faisabilité de la création de parcs mixtes où cohabiteraient différentes formes d'exploitation des énergies marines, avec une meilleure utilisation des espaces marins et des rendements plus élevés, si tant est que les synergies soient prouvées.

I.3. Coopération interrégionale dans le financement et la réalisation d'infrastructures de recherche et d'essais

La coopération entre les régions atlantiques pour la création des différents types d'infrastructures cités plus haut est importante. Elle permet d'éviter le chevauchement d'infrastructures entre régions proches (comme celles destinées aux essais) et d'employer les fonds de façon plus performante à partir d'un effort partagé. La coordination de champs de recherche par régions en fonction de leurs capacités et de leurs spécialités respectives est à rechercher, de même que des accords de mutualisation des investissements et d'utilisation partagée, des accords de mise en commun des résultats, de coopération entre les équipes de recherche, etc. La mise en commun des informations

Ipanema, Initiative partenariale nationale pour l'émergence des énergies marines, rassemble une centaine de signataires (chercheurs, industriels, opérateurs, acteurs publics, usagers) qui s'engagent à fédérer leurs efforts pour le développement des énergies marines en France.

³ Ocean lider, avec un budget de 30 millions d'euros, est annoncé comme le plus grand projet mondial de R & D des énergies marines renouvelables. Composé de 19 entreprises et 25 centres de recherche espagnols, il vise à développer les technologies pour l'implantation d'installations exploitant l'énergie des vagues et des courants.

⁴ MARINA, "Marine Renewable Integrated Application Platform", un récent projet financé par le 7^e programme-cadre pour la R&D de l'Union européenne de 12,8 millions d'euros, associe 17 entreprises, centres de technologie et universités de 12 pays de l'UE afin d'établir les bases technologiques pour une intégration viable et compétitive de différentes sources d'énergie marines renouvelables dans une même plate-forme marine en eaux profondes.

relatives à la création et à la gestion des infrastructures elles-mêmes est également utile à des fins d'apprentissage à partir des expériences de création et de gestion.

Il est important de favoriser la création par les régions atlantiques, de plates-formes interrégionales intégrées, tant pour la recherche que pour la connaissance et l'échange d'expériences entre entreprises du secteur. Cela concerne à la fois des développeurs de technologie ou des entreprises appartenant à la chaîne d'approvisionnement ou à différents domaines de spécialisation scientifique ou technologique marines, permettant de répondre de concert à des enjeux communs et de générer une masse critique en vue de postuler pour des programmes européens. Pour les mêmes raisons, la création de clusters interrégionaux d'énergies marines est également très importante.

À ces fins, il peut être utile d'encourager des agences ou organismes, comme le Wave Energy Center au Portugal, et la plateforme technologique pour le développement des énergies marines en cours de constitution en France atlantique. De tels organismes peuvent en effet assurer la promotion des énergies marines renouvelables à l'échelle nationale, régionale et interrégionale avec pour mission spécifique la sensibilisation aux énergies marines de la société et des entreprises, potentiellement intéressées scientifiquement et technologiquement par les énergies marines. Ces organismes peuvent conduire le travail de recherche et de mise en contact de partenaires susceptibles de promouvoir la création de plates-formes technologiques interrégionales ou de partenariats visant à mettre en place des projets communs ou présenter des candidatures à des programmes européens.

I.4. Contribution de l'Union Européenne

Le soutien aux énergies des vagues et des courants qu'il faut exiger de l'Union européenne mérite une mention à part. La dimension européenne des énergies marines est évidente en raison de leur capacité à contribuer aux objectifs communautaires, du nombre important de régions ayant des intérêts en la matière et de l'existence de technologies dans lesquelles l'Europe détient un leadership mondial, susceptible de générer d'importants bénéfices en termes économiques et d'emploi et qui pourrait être perdu face à l'essor des États-Unis ou de la Chine.

L'Union européenne a défini, dans son Plan Stratégique Européen pour les Technologies énergétiques (Plan SET) de novembre 2007, les enjeux technologiques auxquels elle doit faire face dans le domaine de l'énergie et de la réduction d'émissions de gaz à effet de serre dans l'atmosphère pour 2020. Le développement de l'éolien offshore, y compris flottant, figure dans ce plan et est intégré, à ce titre, dans une initiative industrielle européenne pour l'énergie éolienne.

Cependant, l'exploitation de l'énergie des vagues et des courants ne figure pas parmi celles dont la répercussion prévisible à l'horizon 2020 sera faible. Elle n'apparaît même pas parmi celles qui doivent concentrer des efforts accrus en vue de la naissance d'une nouvelle génération de technologies permettant d'atteindre des objectifs plus ambitieux pour 2050. C'est pourquoi, les parties prenantes des énergies marines renouvelables doivent se mobiliser, afin de générer une masse critique suffisante, capable d'identifier les priorités du secteur au niveau européen. Elles doivent transmettre à l'Union européenne leur vision du développement des énergies marines (vagues et courants), de ses potentialités, ses demandes et ses besoins, particulièrement dans l'Arc Atlantique, rendant possible une Initiative Industrielle Européenne prochaine dans le cadre du Plan SET sur les énergies marines renouvelables, comme elle existe pour l'énergie éolienne, y compris offshore et pour d'autres énergies renouvelables. Pour l'instant, même si on constate l'absence dans les instances européennes des parties prenantes, les premières initiatives commencent à émerger dans le but d'y apporter des diagnostics partagés sur les énergies marines renouvelables et d'exercer l'influence nécessaire pour attirer davantage l'attention des structures européennes de coopération et de soutien au développement d'énergies « décarbonées ».

En plus d'une Initiative Industrielle Européenne pour l'énergie des vagues et des courants, il est souhaitable d'accorder une attention particulière aux énergies marines dans le cadre des Programmes-cadre de Recherche. Cette démarche devrait être assortie d'un budget spécifique et croissant, d'une sensibilité spéciale pour les besoins de financement des projets d'énergies marines dans les régions de l'Arc Atlantique pour la période de programmation des fonds structurels européens après 2013. Elle pourrait s'accompagner d'un assouplissement du régime des aides d'État avec le relèvement du plafond des aides destinées à des projets d'énergies marines renouvelables. De même, il faudrait prendre en compte les réseaux électriques en mer et à terre de l'Arc Atlantique dans le cadre de la politique des Réseaux Transeuropéens d'Énergie et leur financement.

1.5. Aspects socio-économiques de cette étape

La création d'infrastructures de recherche et d'essais génère, même à des stades précoces du développement technologique, une activité économique. En particulier, les centres d'essais attirent des développeurs étrangers qui viennent tester leurs machines, et stimulent la chaîne de production. La mise en place des dispositifs destinés à être testés requiert des entreprises d'ingénierie, des biens d'équipement et de montage, pour trouver une nouvelle orientation et un marché pour leur activité. En outre, les centres d'essais ont besoin de services logistiques adéquats pour les installations, de services portuaires. Émergent également des sociétés de services aux développeurs, comme des consultants et gestionnaires, de nouveaux métiers autour des besoins de l'installation et de la maintenance des équipements en mer.

Il est très important à ce stade qu'une prise de conscience s'opère sur les nouvelles opportunités d'activité et d'emploi qui résultent de ces domaines, par l'information du secteur industriel et des activités de services, par le développement de formations permettant de répondre aux besoins immédiats de la mise au point des dispositifs d'essais, par l'incorporation à moyen et long terme des compétences spécifiques aux énergies marines renouvelables dans les centres de recherche et dans les entreprises.

1.6. Aspects administratifs et juridiques pour les installations de sites d'essais en mer

L'installation en mer de convertisseurs d'énergies marines implique une démarche administrative qui peut être un processus long, coûteux et constituer un carcan bureaucratique épuisant, compte tenu du caractère novateur de ces dispositifs, de la multiplicité de questions dont la législation sur les installations en mer envisage le respect, et du manque de préparation des administrations pour l'appliquer aux énergies marines. En conséquence, les projets peuvent connaître d'importants retards, des coûts encore plus élevés que ceux inhérents aux projets et dans certains cas, même des abandons.

La législation régissant ces procédures doit être la plus claire et la plus simple possible, compte tenu du fait qu'il s'agit d'émettre des autorisations concernant des projets expérimentaux de petite envergure ; les exigences à remplir pour l'obtention de ces autorisations devraient donc être simplifiées pour éviter que cette démarche ne devienne un nouvel obstacle dans la longue course du développement d'une technologie d'énergie marine. En ce sens, la réglementation en Espagne, donnant lieu à une procédure simplifiée pour ce type de projets est un exemple à suivre; cette procédure demande néanmoins un certain rodage, ainsi qu'une prise de conscience de la part des organismes administratifs de l'intérêt d'une mise en œuvre souple et rapide, permettant de surmonter les difficultés de son application à des dispositifs largement méconnus. La procédure

portugaise pour l'autorisation d'installations dans la Zone Pilote est également un modèle à suivre car elle propose une démarche simple pour des dispositifs dont on présume, de par leurs dimensions modestes, un faible impact sur le milieu marin.

Par ailleurs, l'installation de sites d'essais en mer est rendue plus aisée par l'existence d'atlas des ressources d'énergies marines qui indiquent les emplacements maritimes propices au déploiement de ces dispositifs en raison des potentialités de la ressource et de l'absence d'obstacles d'ordre légal, environnemental ou socio-économique. En ce sens, les atlas des ressources sont des outils devant être généralisés dans les régions atlantiques en tant qu'instruments facilitant le développement de technologies énergétiques marines. Leur élaboration est étroitement liée à la connaissance des ressources énergétiques marines et à l'estimation de leur potentiel. Il est nécessaire de développer les techniques d'évaluation et de prédiction des ressources, afin d'en améliorer la quantification et le potentiel. Il existe de larges possibilités de collaboration entre les régions atlantiques dans ce domaine et dans celui de l'amélioration de la connaissance collective du milieu marin et littoral par l'échange d'informations entre les différents laboratoires spécialisés existants dans les régions atlantiques. La coopération interrégionale devrait être encouragée par les projets européens.

La localisation d'emplacements adaptés à l'installation de dispositifs d'énergies marines renouvelables est en effet étroitement liée au problème de l'insertion d'une nouvelle activité dans un espace marin dans lequel coexistent différents usages et autour desquels peuvent naître des relations de conflit, tels que la pêche, le tourisme, la navigation maritime, les zones réservées à l'usage militaire. La résolution de ces conflits, et plus encore leur prévention, sont essentielles pour le développement des énergies marines, au risque sinon de voir naître une opposition systématique de certains usagers de la mer, susceptible de s'étendre à d'autres couches de la société et créer une situation de blocage allant à l'encontre des énergies marines. L'acceptabilité sociale est une condition cruciale pour les énergies marines. Le suivi de ces orientations est une clé dans cet objectif :

- › Mettre en oeuvre des actions de sensibilisation importantes en direction des citoyens, en soulignant particulièrement les avantages que les énergies marines sont susceptibles d'apporter à la société en général et, notamment, aux communes côtières proches de projets énergétiques marins, en termes de reconversion d'activités, de diversification économique et de nouvelles opportunités d'emploi. Il est également important d'inclure les avantages que peuvent offrir les énergies marines, leur impact n'est pas toujours négatif et elles peuvent apporter des effets positifs.
- › Réaliser les études précitées en collaboration avec les professions concernées par tout projet d'installation marine, d'essais ou de démonstration, ce qui permet une implication dès le début du projet.

II. MESURES VISANT A FAVORISER LA PHASE DE DEPLOIEMENT COMMERCIAL

Après les conclusions et les recommandations pour promouvoir le développement des technologies d'énergie marine jusqu'à leur maturité, les CESR des régions atlantiques du RTA proposent des recommandations destinées à promouvoir la phase de déploiement commercial de la technologie à maturité. Cette phase ne concerne aujourd'hui que l'énergie éolienne offshore posée, mais il est d'ores et déjà nécessaire d'anticiper les perspectives d'avenir, pour les technologies d'exploitation de l'énergie des vagues, des courants et de l'éolien flottant encore en développement. La phase de déploiement commercial couvre les aspects liés à l'amélioration technologique et au financement, les infrastructures d'installation en mer et la logistique, le régime juridique, les impacts sur l'environnement, et la nécessaire concertation avec les différents usagers du milieu marin.

II.1. Technologie et financement

Une fois démontrée l'efficacité d'une ou plusieurs technologies dans les domaines des vagues, des courants et de l'éolien offshore flottant, et une fois la phase de déploiement commercial entamée, le soutien public direct sera toujours nécessaire, mais de manière plus limitée, puisque les mécanismes de marché joueront un rôle prépondérant. Les projets de parcs houlomoteurs, de parcs hydroliens et de parcs éoliens flottant seront promus par des investisseurs privés dont les retours économiques seront soutenus par des mécanismes comme le tarif d'achat, les obligations d'achat d'énergies marines, ainsi que par les possibilités offertes par le marché du carbone grâce à la vente des permis d'émissions.

Ceux-ci peuvent valoriser les économies d'émissions de CO₂ dans l'atmosphère obtenues en produisant une énergie propre et compenser les coûts plus élevés de production. En ce sens, le calcul des coûts réels de production de tous les types d'énergie est nécessaire afin de faire ressortir les subventions et les appuis externes.

C'est le cas actuellement de l'énergie éolienne offshore posée qui a pris le devant parmi les énergies marines, puisqu'il s'agit d'un transfert en mer de la technologie commerciale terrestre. Même si, comme nous l'avons dit précédemment, son application dans les régions atlantiques du RTA est très limitée, il s'agit d'une technologie qui connaît déjà un déploiement commercial à grande échelle et dont les perspectives de développement dans les prochaines années sont très positives. L'Union européenne souhaite qu'à l'horizon 2020, 10% de l'électricité européenne provienne de l'énergie éolienne offshore et que cette dernière apporte une contribution essentielle aux objectifs européens d'augmentation de la part des énergies renouvelables et de réduction d'émissions de CO₂ dans l'atmosphère.

En l'état actuel de son développement, l'énergie éolienne offshore exige encore un soutien à la R&D et à la démonstration visant à résoudre des questions techniques nécessaires pour amarrer une technologie initialement terrestre, pour avancer sur la voie de l'apprentissage et réduire les coûts. Les mécanismes de marché de soutien aux revenus décrits plus haut permettent actuellement le développement de parcs éoliens marins offshore en mer du Nord et en mer Baltique et sont à l'origine du succès des appels à projets de parcs au Royaume-Uni.

En tant que secteur intégré avec sa matrice terrestre dans la Plate-forme Européenne d'Énergie Éolienne et élément constitutif d'une Initiative Industrielle Européenne, l'énergie éolienne offshore dispose d'une feuille de route définie. Les énergies des vagues et des courants auront également besoin d'activités de R&D et de démonstration pour améliorer leur conception, leur performance, etc. et réduire les coûts. Aussi, encore une fois, est-il important de revendiquer leur intégration dans une Initiative Industrielle Européenne ou dans d'autres initiatives qui peuvent apparaître dans le même objectif d'accélération du développement et du déploiement à grande échelle de technologies « décarbonées », sur la base d'un modèle collectif européen de planification, et de mise en œuvre de la recherche et de la démonstration avec des programmes à grande échelle.

L'environnement favorable pour l'exploitation de parcs d'énergies marines, aussi bien houlomoteurs, hydroliens, qu'éoliens dans leurs différentes modalités requiert, en sus d'actions dans les domaines technologiques et financiers, des actions sur d'autres volets clés.

II.2. Infrastructures logistiques et installation

Pendant la phase du déploiement commercial des énergies renouvelables, l'installation en mer d'infrastructures, toujours plus importantes, est nécessaire de manière à optimiser la capacité de

production. La production et l'installation de ces générateurs, nécessite un développement adéquat de la chaîne logistique et de transport, tant en termes d'infrastructures que de superstructures. Les besoins logistiques sont accentués par le court espace de temps pendant lequel les interventions en mer sont possibles du fait des conditions météorologiques. Cette fenêtre de temps est réduite sur la façade atlantique à une période de seulement six mois, qui s'étend de mai / juin à septembre / octobre. Cette limitation dans le temps exige une capacité logistique plus grande tant de stockage de machines, que du nombre d'unités de transport et d'installation, qui doivent travailler dans le même temps durant cette fenêtre.

Ce sont essentiellement sur les espaces portuaires que se concentrent les besoins logistiques. L'adaptation ou la construction de nouvelles infrastructures nécessitent des délais importants, généralement supérieurs à deux ans, et ne sont pas supportables économiquement par des opérateurs privés, en raison des coûts élevés induits.

Les besoins logistiques identifiés à partir de l'exemple du port allemand de Bremerhaven pour l'installation d'éoliennes posées en mer du nord, concernent à la fois les surfaces nécessaires au stockage, les espaces bords à quai, la capacité de charge des quais, le tirant d'eau. En raison des difficultés probables et du coût du transport des machines à terre, la distance entre le lieu d'assemblage de la machine, le port et le futur parc en mer devrait être la plus réduite possible.

En termes de superstructures, la construction de bateaux et de barges spécialisés, spécialement conçus ou adaptés pour ces activités apparaît nécessaire. La flotte existante à l'heure actuelle peut difficilement satisfaire la demande d'installation d'éoliennes en Mer Baltique et en Mer du Nord, de sorte que tout développement ultérieur des nouvelles énergies marines renouvelables ne sera possible que par la construction, dès aujourd'hui, de nouveaux navires. La construction de bateaux de ce type requiert généralement plus de deux ans, sans compter l'attente liée à la capacité de production de ces équipements par les chantiers navals.

Par conséquent, les pays et régions qui veulent s'assurer un développement efficace et dans les meilleurs délais, des énergies renouvelables marines doivent en même temps développer les infrastructures et superstructures nécessaires à leur déploiement.

II.3. Un cadre juridique clair, simple et stable

Il faut que les régions atlantiques du RTA possédant des eaux peu profondes puissent bénéficier de l'essor que connaît actuellement l'éolien offshore posé et que, dans les années à venir, soient installés des parcs éoliens marins permettant de contribuer aux objectifs énergétiques fixés pour 2020. C'est le cas notamment en France, où les questions relatives à l'obtention des autorisations nécessaires à l'installation de parcs marins exigent d'être examinées dans un nouveau cadre.

Dans le futur, le déploiement commercial de parcs exploitant les énergies marines requerra une législation qui prenne en compte ces développements, tant en France qu'en Espagne et au Portugal. Par conséquent, il est essentiel que le cadre juridique soit clair, simple et stable afin que les investisseurs disposent de toutes les données et ne soient pas confrontés aux incertitudes et aux pertes économiques résultant d'un cadre changeant ou de dispositions de contenu ambigu.

Deux procédures doivent être engagées de manière simultanée dans le domaine des législations et réglementations :

Une procédure administrative d'instruction des projets : développer la coordination

L'espace maritime est une compétence de l'État dans tous les pays de l'Arc Atlantique.

Il pourrait être proposé que les États de cet espace s'orientent vers une organisation comparable à celle développée par la procédure espagnole pour l'instruction des dossiers (pour l'éolien offshore). Le guichet unique représente une nette progression. Toutefois, le nombre de procédures administratives est encore considérable et la coordination administrative alliant les différents niveaux de compétences administratives reste une dimension insuffisamment appréhendée. Le système le plus efficace pour tenir compte à la fois des compétences de chaque administration et des Régions et collectivités territoriales impliquées à minima par le raccordement terrestre serait la mise en place d'une seule commission rassemblant tous les services administratifs pour faciliter l'examen commun d'un projet et limiter les redondances de procédure.

Une procédure de concertation à caractère territorial

L'introduction d'un nouvel usage sur le domaine maritime nécessite une concertation qui n'est prévue pour le moment qu'en France dans les enquêtes publiques et, dans les commissions nautiques pour le cadre très particulier de la sécurité de la navigation. Il importe donc de préciser le rôle de chacun des acteurs, et en particulier des territoires, pour l'introduction d'un nouvel usage dans le milieu. La nécessité de la concertation et surtout d'implication des territoires concernés dans cette démarche conduit à proposer une commission ou conférence en partenariat entre l'État et la collectivité régionale. Son objet serait d'associer dans une concertation préalable tous les acteurs directement impliqués dans un projet : territoires et État, porteur du projet, gestionnaires de réseau, autres usagers (en premier lieu les pêcheurs et les autres agents économiques). Une telle conférence existe déjà en Bretagne, avec la participation conjointe de l'État, de la Région et de l'ensemble des parties prenantes pour la planification de l'éolien offshore posé aujourd'hui, des autres énergies marines dans l'avenir.

Une telle proposition repose sur la nécessité d'arbitrer entre les intérêts présents, de trouver des compromis ou des « arrangements ». Cette procédure a un caractère « diplomatique ». Son avis devrait être consultatif, car le domaine public maritime appartient à l'État, mais la présence des transporteurs d'énergie y serait particulièrement recommandée.

Ces procédures sont à compléter par la simplification des formalités administratives et la maîtrise des délais de procédure.

La multiplicité des démarches à accomplir par les porteurs de projet, le nombre d'enquêtes et d'études à réaliser constituent des freins à l'initiative privée au moment où les enjeux de développement de ces énergies prennent une dimension plus forte.

Il apparaît donc primordial de limiter les procédures et démarches en simplifiant les dossiers à établir et de garantir aux porteurs de projets des délais d'instruction raisonnables pour les différentes phases.

Les conséquences financières qui en découlent ont une incidence sur la viabilité des projets. Ainsi, si l'Espagne a adopté une procédure d'autorisation spécifique pour l'énergie éolienne offshore, cet avantage doit être exploité pour établir des procédures plus simples avec plus de garanties juridiques pour les développeurs de parcs éoliens marins. Une fois obtenue la réserve de zone, la concession définitive sur la même zone peut en effet être obtenue par un autre promoteur, avec une perte conséquente des investissements déjà réalisés, ce qui introduit un élément d'insécurité. À cet égard, les procédures retenues au Royaume-Uni pour l'offre et l'autorisation des parcs éoliens en mer constituent un exemple à suivre.

II.4. Concertation entre les différents usagers du milieu marin et l'acceptabilité sociale

Atteindre l'objectif d'un développement important des énergies marines renouvelables comme source d'énergie et de richesse économique nécessite un large soutien de la société ainsi que des secteurs qui pourraient être les plus directement touchés par les conflits d'usages potentiels susceptibles d'être soulevés. Il apparaît indispensable d'informer la société des avantages majeurs que peuvent apporter les énergies marines, à la fois comme une réponse à la problématique énergétique et au changement climatique auxquels nous sommes confrontés, et comme une source de développement économique et de création d'emplois. Une vision positive de l'énergie marine par la société est la clé de leur déploiement effectif pour surmonter les résistances ponctuelles qui pourraient surgir vis-à-vis de projets concrets.

Pour l'acceptation et l'appropriation du déploiement des énergies marines par les populations les plus concernées, à savoir les usagers traditionnels de la mer et les populations côtières, il faut poursuivre et renforcer les actions proposées pour la phase expérimentale. Passer de l'expérimentation au déploiement commercial implique un changement d'échelle dans les impacts possibles, dans les perceptions des acteurs, et dans le degré de conflit potentiel. Aussi, les propositions suivantes sont faites :

- mener des actions dans le domaine de la sociologie, pour accompagner le changement. Les techniques de l'éco-sociologie permettent une analyse sociale de la façon dont les problèmes environnementaux sont perçus, définis, étudiés et gérés dans une société avec sa culture, jusqu'à induire un véritable changement de comportements. Les recherches menées sur le terrain avec ces techniques permettront d'identifier des éléments de réflexion susceptibles d'aider la prise de décision des autorités et des développeurs, grâce à une compréhension plus fine des perceptions et des problématiques soulevées par les communautés concernées, et des formes d'examen et de réponse des acteurs locaux ;
- mettre en place des comités de pilotage rassemblant les porteurs de projets, les exploitants des sites concernés et la société civile ;
- rechercher une appropriation collective par les communautés les plus directement concernées en générant des avantages directs du déploiement de parcs en mer des énergies marines. Cela signifie :
 - le développement de programmes d'accompagnement de la reconversion des activités, par un soutien à la formation, à l'appui et l'implantation d'activités et de services liés aux énergies marines renouvelables. Ces programmes sont à compléter par des mesures visant à permettre aux entreprises locales de répondre aux besoins en fournitures et services des gestionnaires de parcs ;
 - des formules d'arbitrage pour qu'une contrepartie économique de la concession d'usage privé du domaine public maritime soit reversée aux régions et collectivités proches de la localisation des parcs d'énergie marine, à l'image de ce qui est déjà en œuvre en France ;
- conduire un exercice de planification stratégique spatialisée pour le déploiement des énergies marines, s'appuyant dans un premier temps sur un recensement et une cartographie dynamique des usages existants, permettant de disposer d'informations de base communes pour envisager le partage de l'espace marin et la cohabitation des différents usages. La coopération interrégionale de régions de la côte atlantique est indispensable pour mener à bien cet exercice, en s'appuyant sur les initiatives prises dans ce sens. La planification ne doit pas conduire à définir un zonage figé, mais doit s'adapter à l'évolution des activités et des technologies. Cela devra impliquer de :

- mener une concertation approfondie avec l'ensemble des acteurs et usagers concernés par cette nouvelle activité, s'appuyant sur les connaissances préalables, sur les potentiels ;
- définir des objectifs, des espaces de réalisation et un calendrier de réalisation partagés ;
- contribuer à la clarification de la réglementation aux échelles nationales et européennes et à l'élaboration d'un cadre spécifique pour l'installation en mer des démonstrateurs, des zones d'essais, et des parcs commerciaux des différentes énergies marines : vent, vagues, courants... ;
- optimiser la complémentarité entre les sites de production, de façon à valoriser au maximum le potentiel énergétique de chaque site et à maximiser la production globale ;
- intégrer dans la planification stratégique les enjeux du développement des réseaux de transport de l'électricité et des possibilités de stockage de l'électricité.

II.5. Environnement

Les aspects environnementaux méritent un chapitre indépendant, car outre leur influence très importante sur la planification stratégique de l'espace marin, ils constituent une dimension traversée par différents aspects du développement des énergies marines renouvelables : le cadre légal et celui de l'autorisation d'installations des dispositifs d'énergies marines, les aspects techniques de conception et de fabrication de ces derniers, et l'acceptabilité sociale.

La réglementation européenne a une incidence fondamentale sur la définition des zones propices à l'installation de dispositifs d'énergies marines, parce que l'établissement de ces zones est soumis à l'évaluation stratégique environnementale et parce que le paramètre de pertinence (ou pas) de chaque zone est marqué par les Directives qui imposent la définition des aires protégées pour la conservation des habitats, des oiseaux, et de la bio-diversité. De même, la concession d'autorisations d'installations concrètes requiert, parmi ses démarches, l'élaboration d'études d'impact environnemental, et, le cas échéant, la déclaration d'impact environnemental. Pour l'application correcte de cette norme, il apparaît nécessaire d'agir dans deux domaines :

- › solliciter de l'Union européenne une clarification des implications de ces normes. L'extension des restrictions ou de la compatibilité de la protection d'aires de conservation spéciale et le développement d'installations d'énergie marine, est, en pratique, l'objet de différentes interprétations pouvant donner lieu à des obstacles non prévus par la réglementation. La nécessité d'élaborer des déclarations d'impact environnemental dans le processus de concession d'autorisations des projets concrets, interroge jusqu'aux autorités responsables, produisant des incertitudes et des retards dans l'autorisation des projets avec leurs incidences négatives ;
- › renforcer l'acquisition des connaissances sur le milieu marin que l'application de ces normes requiert et dont on ne dispose pas actuellement. Il est demandé des données sur les effets des dispositifs expérimentaux, qu'il est nécessaire d'approfondir, alors que l'on ne connaît pas les effets des développements possibles de parcs à une plus grande échelle. Cette incertitude ne doit pas être un motif de blocage, mais plutôt un stimulant pour la multiplication de systèmes d'observation continue et pour la recherche. Le travail commun des régions atlantiques, permettra une amélioration plus rapide et globale de la connaissance du milieu marin, par la coordination des efforts et la mise en commun des résultats, et par une localisation plus adéquate des systèmes d'observation continue dans l'espace marin atlantique. Il devra aboutir à une harmonisation des critères et des indicateurs permettant d'obtenir des résultats partagés. La diffusion de l'information sur l'impact environnemental des dispositifs d'énergie marine, provenant de la recherche, ne doit pas se limiter au réseau de laboratoires, d'instituts de recherche et des autorités environnementales. Le réseau doit inclure l'industrie elle-même, afin que la technologie l'intègre au bénéfice de meilleurs rendements et d'une plus grande innocuité

pour le milieu. Il en est de même de la société, à partir de messages adéquats, ce qui permettra de dissiper de possibles inquiétudes sociales sur la compatibilité entre la préservation du milieu marin et la production d'énergie marine.

III. MESURES POUR OPTIMISER LE DEVELOPPEMENT DES ACTIVITES DANS LES REGIONS

L'essor des énergies marines doit avoir un effet de dynamisation des industries et services dans les régions concernées. Les secteurs mobilisables directement sont nombreux (énergéticiens, construction navale et offshore, chaudronnerie, ingénierie, équipement électrique, mécanique, instrumentation et contrôle, aquaculture...) et présents dans les régions atlantiques. Ils peuvent être impliqués directement ou par diversification d'activité. Les infrastructures portuaires et les services logistiques constituent également des domaines essentiels pour le développement des énergies marines dans toutes les technologies.

Les appuis régionaux et nationaux à la diversification ou à la création d'activités doivent accompagner ce potentiel. Pour cela il est nécessaire de :

- › renforcer significativement les équipes de recherche par l'attribution de moyens et le financement d'échanges entre pays pour améliorer l'efficacité et le rendement des équipements, la connaissance du milieu marin et de ses différentes composantes ;
- › les programmes européens de coopération territoriale, le programme Marco de recherche et le programme Énergie Intelligente pourraient être utilement mobilisés ;
- › aider le déploiement industriel, dans les régions concernées et volontaires, d'une nouvelle filière des énergies marines s'appuyant sur les filières industrielles existantes (construction navale, secteur parapétrolier, électrotechnique, matériaux, télécommunications, océanographie opérationnelle...);
- › développer la formation aux nouveaux métiers des énergies marines, à la fois par la formation professionnelle permettant d'adapter et de faire évoluer les métiers existants (construction navale, génie civil, logistique, services...), et par la formation initiale en développant, à tous niveaux, des parcours dédiés aux énergies marines ;
- › créer des pôles d'excellence par régions à partir des potentiels existants et renforcer les synergies interrégionales autour des pôles de compétitivité ;
- › aider au développement et à la mutualisation des capacités portuaires et des moyens logistiques (infrastructures, navires spécialisés) pour le développement des énergies marines ;
- › développer des outils de sensibilisation, de formation, de communication pour diffuser les connaissances sur les potentialités des énergies marines, identifier les risques, et s'approprier collectivement cette nouvelle activité ;
- › accompagner le développement du réseau câblé en mer sur les régions atlantiques du RTA et faciliter le raccordement (interconnexions et injections) des énergies renouvelables dans le système de distribution des différentes régions.

Le soutien de l'Union européenne pourrait s'inscrire dans cette approche globale avec la mise en place d'une Initiative Industrielle Européenne spécifique regroupant l'ensemble des appuis et besoins identifiés.

IV. CONCLUSION FINALE

Les enjeux planétaires liés au changement climatique, la dépendance et l'incertitude de l'approvisionnement énergétique et la compétitivité auxquels nous faisons face nous obligent à prendre des décisions vitales au sujet de notre modèle énergétique et des sources d'énergie de l'avenir. Les énergies marines représentent une contribution à la solution et constituent de plus une forme d'indépendance énergétique, de compétitivité et de développement économique, d'impulsion aux industries de technologie de pointe. Ce message qui doit être porté par nos responsables politiques régionaux, nationaux et européens, permettra de parvenir à un déploiement harmonieux des énergies marines et de mesurer à leur juste valeur les conflits ponctuels susceptibles de se produire en chemin.

En sus de la volonté politique et de sa transmission à la société dans son ensemble, un effort concerté est nécessaire pour lequel doivent être mobilisés des moyens scientifiques, technologiques et financiers, l'industrie et les compétences professionnelles autour d'une stratégie commune. Il s'agit d'un espace stratégique pour la coopération interrégionale et pour l'émergence d'un nouveau secteur industriel avec de nouvelles possibilités d'emploi, de reconversion et de diversification économique (pour la construction navale par exemple). Ayant l'océan Atlantique comme patrimoine commun, les régions atlantiques sont vouées à la coopération, tant en mer - pour la planification stratégique et l'aménagement rationnel et performant de l'espace marin - qu'à terre, grâce à la coordination et l'échange de connaissances et de compétences.

ÉTAT DE L'ART ET TECHNOLOGIE

Sommaire

I.	LES ÉNERGIES MARINES : PANORAMA DES TECHNOLOGIES ET DES DÉVELOPPEMENTS	27
I.1.	De nombreuses technologies en développement pour la production d'électricité	27
I.1.1.	Une technologie mature : l'exploitation de l'énergie de la marée	27
I.1.2.	L'exploitation de l'énergie des courants	28
I.1.3.	L'exploitation de l'énergie des vagues	28
I.1.4.	Une rupture technologique pour l'exploitation de l'énergie du vent	29
I.1.5.	L'exploitation de l'énergie thermique des mers (ETM)	30
I.1.6.	L'exploitation de l'énergie osmotique	31
I.2.	L'installation et la maintenance des machines en mer	31
I.3.	Le stockage et l'exportation de l'électricité produite	32
I.3.1.	Le stockage	32
I.3.2.	L'exportation de l'énergie	32
I.4.	L'exploitation de la biomasse marine pour la production d'algo-carburants	33
II.	LE POTENTIEL DES RÉGIONS ATLANTIQUES POUR LE DÉVELOPPEMENT DES ÉNERGIES MARINES : RESSOURCES ET PROJETS	34
II.1.	Des ressources exceptionnelles	34
II.1.1.	Énergie de la marée	34
II.1.2.	Énergie des courants de marée	34
II.1.3.	Énergie des vagues	35
II.1.4.	Énergie du vent	35
II.1.5.	Énergie de la biomasse marine	35
II.2.	Des compétences variées et complémentaires	36
II.2.1.	Une recherche fondamentale et finalisée de haut niveau	36
II.2.2.	Des moyens techniques de tests en bassins et en mer	38
II.3.	De nombreux projets en développement	38
II.3.1.	Des projets matures	38
II.3.2.	Des projets expérimentaux	39
II.3.3.	Des projets en recherche & développement	42

I. LES ENERGIES MARINES : PANORAMA DES TECHNOLOGIES ET DES DEVELOPPEMENTS

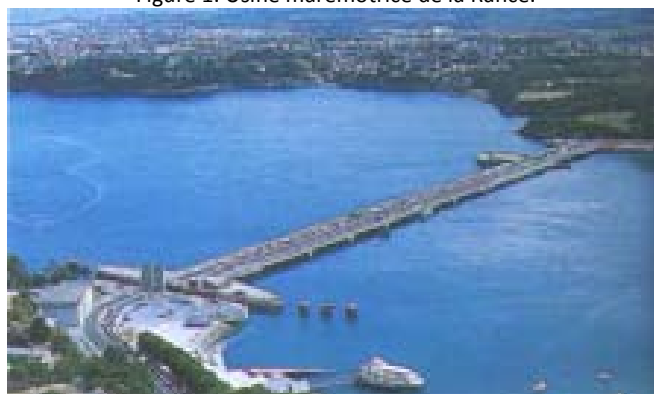
L'exploitation de l'énergie de la mer n'est pas nouvelle ; elle a débuté au Moyen-âge par la construction de moulins à marée le long des côtes exposées à des marnages importants. Si elle a été quelque peu oubliée avec l'avènement des énergies fossiles et de l'énergie nucléaire, la volonté de recourir à des énergies renouvelables a replacé l'énergie de la mer au cœur de l'actualité. Les technologies ont beaucoup évolué depuis les moulins à marée, et l'intérêt récent porté aux énergies marines a conduit, en une décennie, à un foisonnement de concepts. Malgré leur grand intérêt, peu ont cependant franchi le stade de la démonstration en mer. A part l'éolien offshore posé, qui a atteint le stade de déploiement commercial, les autres technologies sont encore au stade du prototype ou en phase de démonstration. Toute réflexion sur le développement des énergies marines dans les régions atlantiques doit par conséquent prendre en compte ces stades de maturité différents.

I.1. De nombreuses technologies en développement pour la production d'électricité

I.1.1. Une technologie mature : l'exploitation de l'énergie de la marée

Cette technologie consiste à exploiter l'énergie potentielle de la marée, c'est-à-dire l'énergie liée à la différence de niveau entre deux masses d'eau. Outre les anciens moulins à marée, on ne compte aujourd'hui que quelques rares usines marémotrices dans le monde. La plus importante est l'usine marémotrice de la Rance, construite dans un estuaire naturel de Bretagne, en fonctionnement depuis 1966 (fig. 1). Les autres usines se trouvent au Canada et en Chine, et des projets importants existent en Corée du Sud et au Royaume-Uni, dans l'estuaire de la Severn.

Figure 1. Usine marémotrice de la Rance.



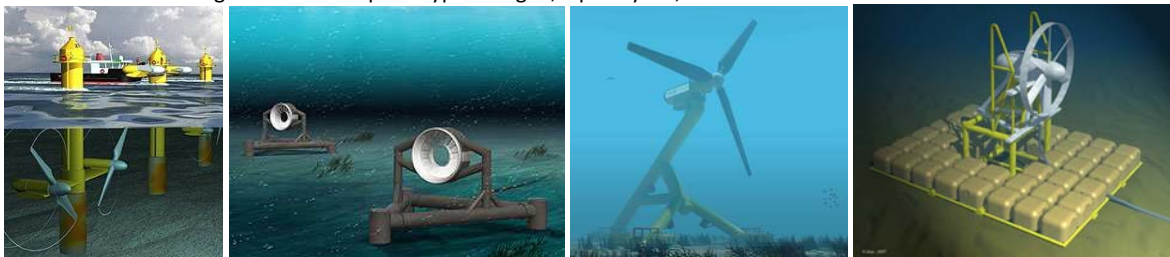
L'énergie marémotrice offre l'avantage d'une technologie parfaitement maîtrisée, et d'une production élevée dans les estuaires à coefficient de marée élevés. Toutefois, elle impose la construction d'un barrage avec des impacts importants sur les écosystèmes côtiers et estuariens (ensablement, modification du milieu, diminution de la biodiversité). C'est pourquoi le concept a été élargi à une configuration plus éloignée de la côte, avec la construction de lagons artificiels.

1.1.2. L'exploitation de l'énergie des courants

L'exploitation de l'énergie des courants consiste à transformer l'énergie cinétique des courants de marée (dans la majorité des cas) et des courants océaniques, par des turbines appelées hydroliennes, en électricité ou en fluide sous pression. L'avantage de cette ressource est sa prédictibilité, indépendante de la météo. Elle est en revanche extrêmement localisée.

La technologie hydrolienne n'est pas encore arrivée à maturité et il existe un grand nombre de prototypes en développement, totalement immergés ou non, à axe horizontal ou vertical. Les technologies totalement immergées doivent relever le défi de la maintenance. Parmi les plus projets les plus avancés en Europe, on peut citer le prototype Seagen de la société Marine Current Turbine en test au Royaume-Uni (fig. 2) ; le prototype OpenHydro en test en Ecosse et prochainement en Bretagne (fig. 3) ; le prototype Hammerfest Strom en test à l'échelle réduite en Norvège (fig. 4) ; le prototype Sabella en test à l'échelle réduite en Bretagne (fig. 5).

Figures 2 à 5. Les prototypes Seagen, OpenHydro, Hammerfest Strom et Sabella.



1.1.3. L'exploitation de l'énergie des vagues

L'exploitation de l'énergie des vagues se fait soit par des installations fixes, à la côte, selon le principe de la colonne d'eau oscillante, soit par des installations mobiles, au large, qui ondulent avec le mouvement des vagues. A l'inverse des courants de marée, la ressource en vagues est peu prédictible et dépendante de la météo.

Quelques installations à la côte, dites de première génération, existent déjà (comme la centrale de Pico, aux Açores, ou Limpet, en Ecosse) ou sont en cours de construction, comme sur le port de Mutriku, au Pays Basque. Ce dernier est un projet de démonstration qui pourrait par la suite être développé au large, avec un impact environnemental et visuel moindre.

Les technologies de récupération de l'énergie des vagues par ondulation en pleine mer sont quant à elles encore en développement, et il existe, comme pour les hydroliennes, une grande diversité de concepts. Tous doivent relever le défi de résister aux états de mer violents auxquels ils seront soumis, et conjuguer l'oscillation productrice d'énergie et l'ancrage dynamique permettant de maintenir la machine et d'exporter l'électricité produite.

La seule technologie exploitée au stade pré-commercial est le Pelamis. Trois exemplaires du prototype P1 ont été installés au large du Portugal en 2008 (fig. 6), et déconnectés par la suite dans l'attente des tests du prototype P2. D'autres prototypes sont en test actuellement sur la façade atlantique, comme le prototype Oyster en Ecosse (fig. 7), le prototype à échelle réduite Ocean Power Technology (OPT) en Cantabrie (fig. 8), le prototype Oceantec, développé par une entreprise locale, au Pays Basque (fig. 9), ou Archimede Wave Swing (AWS) au Portugal (fig. 10). Le prototype Searev, développé par l'Ecole centrale de Nantes, devrait être testé en mer prochainement dans les Pays de la Loire (fig. 11).

Figure 6. Le parc de Pelamis P1 au Portugal.



Figures 7 à 11. Les prototypes Oyster, OPT, Oceantec, AWS et Searev.



1.1.4. Une rupture technologique pour l'exploitation de l'énergie du vent

L'exploitation de l'énergie éolienne offshore n'a été, dans ses premiers développements, qu'un transfert en mer d'une technologie largement éprouvée à terre. Ce transfert a cependant des limites et la volonté de développer l'éolien en mer a conduit à adapter les machines à l'environnement marin et à en imaginer de nouvelles.

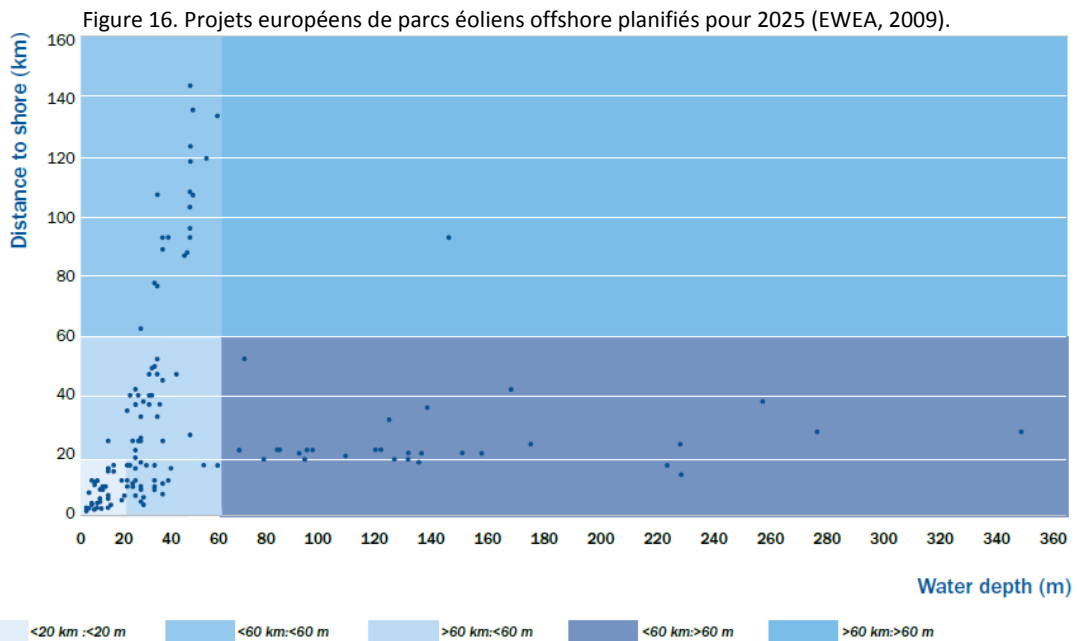
L'éolien offshore posé est la seule technologie mature, la plus développée dans le monde, et celle qui pourra contribuer significativement à la production d'énergie renouvelable à court terme. L'éolien offshore flottant, permettant de s'affranchir de certaines contraintes technologiques, représente cependant la principale option pour les régions atlantiques, méditerranéennes, et plus globalement pour les régions du monde dans lesquelles la plateforme continentale atteint rapidement des profondeurs importantes. L'EWEA (2009) affirme que « pour profiter du potentiel des eaux plus profondes, comme celles de la côte de la Norvège, de l'Atlantique et la mer Méditerranée, les concepts flottants sont essentiels ».

De nombreuses entreprises se sont engagées dans la conception d'éoliennes flottantes. Les prototypes les plus avancés sont le prototype Hywind installé en Norvège (fig.12) et le prototype Blue H testé à échelle réduite en Italie, en projet à l'échelle 1 au Royaume-Uni, en France, et en Italie avec un projet de parc de 92 MW. L'entreprise norvégienne Sway développe un prototype original placé sous le vent. D'autres développements sont en cours dans les régions atlantiques, avec les prototypes Diwet (fig. 13) et Winflo (fig. 14), prévus en Bretagne pour 2011 et développés par des entreprises locales, le projet Idermar en Cantabrie, ou le projet WindFloat au Portugal (fig. 15).

Figures 12 à 15. Les prototypes Hywind, Diwet (Blue H), Winflo et WindFloat.



Le graphe suivant (fig. 16) représente les projets de parcs éoliens offshore planifiés pour 2025, en fonction de la profondeur d'eau et de la distance à la côte à laquelle ils sont installés. Chaque point représente un projet. La plupart sont situés à des profondeurs inférieures à 60 m, et font appel à des éoliennes posées. Mais il existe aussi un nombre significatif de projets en eaux profondes, faisant appel à des technologies flottantes (EWEA, 2009).



1.1.5. L'exploitation de l'énergie thermique des mers (ETM)

L'exploitation de l'énergie thermique des mers recouvre deux principes différents : dans un cas, il s'agit d'exploiter le gradient de température entre les eaux de surface pouvant dépasser 28°C en zone intertropicale et les eaux profondes uniformément voisines de 4°C pour produire de l'électricité ; dans l'autre cas, il s'agit d'exploiter la capacité calorifique d'une masse d'eau de mer circulant dans des réseaux de chaleur, à des fins de climatisation (eau froide profonde) ou de chauffage (eau de surface tempérée).

Des développements technologiques sont en cours pour ces deux principes. Pour le premier, la différence de température entre les eaux de surface et les eaux profondes doit être au moins de 20°C, ce qui restreint son application aux zones intertropicales. Après des expérimentations à Tahiti au début des années 80, de nouveaux projets pourraient voir le jour à la Réunion. Les régions de la façade atlantique ne sont donc pas concernées directement par l'exploitation de l'ETM, si ce n'est que des acteurs de la R&D de ces régions comme DCNS s'y investissent. En

revanche, les régions du RTA peuvent développer des réseaux de chaleur utilisant le deuxième principe.

I.1.6. L'exploitation de l'énergie osmotique

Elle consiste à exploiter le gradient de salinité entre l'eau de mer et l'eau douce, dans les zones estuariennes. Lorsque l'eau douce et l'eau de mer sont mises en contact à travers une membrane semi-perméable, les concentrations salines ont tendance à s'équilibrer, créant ainsi une surpression dans le compartiment d'eau de mer. Cette surpression alimente un générateur.

Cette technologie fait appel à des membranes semi-perméables très élaborées, encore en développement en Norvège. Elle ne fait pas l'objet de développement dans les régions de l'arc atlantique.

I.2. L'installation et la maintenance des machines en mer

Les conditions du milieu marin imposent d'anticiper très en amont les procédés de fabrication, d'installation et de maintenance des machines. L'agressivité du milieu marin, le risque de corrosion, les états de mer (courants, vents et houle, par définition importants dans les zones convoitées), la météo rendent plus difficile, plus risqué et plus coûteux qu'à terre tout type d'intervention. Ces critères sont bien sûr pris en compte par les développeurs qui apportent une attention particulière à la fiabilisation des machines et au suivi par ordinateur 24h/24.

À ces aspects déterminants au moment de la conception des machines s'ajoutent des aspects dimensionnants importants pour l'installation et la maintenance. Pour mémoire, une éolienne dépasse 120 m de diamètre, avec une nacelle de 315 tonnes sur un mât de 75 m, un Pelamis mesure 140 m et pèse 350 tonnes, une hydrolienne OpenHydro mesure jusqu'à 16 m de diamètre, un câble électrique pèse 80 kg au mètre linéaire... L'assemblage, le transport et l'installation de ces machines nécessitent donc à la fois des espaces portuaires, mais aussi des moyens dédiés, notamment des navires spécialisés (fig. 17).

Figure 17. Transport d'éoliennes sur navire spécialisé.



Les savoir-faire et l'expérience acquises dans la construction, l'installation et la maintenance de plateformes pétrolières, ainsi que les infrastructures existantes (slipways, quais, grues, barges de transport) peuvent être transférés aux énergies marines renouvelables et constituent de fait un atout indéniable.

I.3. Le stockage et l'exportation de l'électricité produite

I.3.1. Le stockage

Les énergies marines sont tributaires des conditions hydro-climatiques et ne permettent donc pas de garantir la continuité de l'approvisionnement du réseau en énergie électrique. Si l'énergie produite est supérieure à l'énergie consommée, il est nécessaire de la stocker et/ou d'augmenter les interconnexions de réseaux afin de compenser les déséquilibres entre les zones de production et les zones de consommation ; d'améliorer les systèmes de prévision de la production ; ou encore de réguler l'offre et la demande grâce au développement de programmes tels qu'IntelliGrid.

Aujourd'hui, les seules formes de stockage à grande échelle de l'électricité sont les retenues de grande capacité, alimentées de façon gravitaire ou par pompage. Un système éolien-hydraulique à pompage pur est en cours de construction dans l'île de El Hierro, aux Canaries ; il devrait entraîner la fermeture d'une centrale thermique au fuel. L'hydrogène est un vecteur énergétique prometteur, mais encore en développement. Il existe déjà des projets expérimentaux de couplage entre énergie éolienne et stockage hydrogène qui, à terme, pourraient permettre de contourner l'intermittence de la production. D'autres techniques de stockage sont également en développement, comme les supercondensateurs de grande capacité, ou le stockage thermique.

I.3.2. L'exportation de l'énergie

L'énergie produite en mer doit être exportée vers la côte pour être injectée sur le réseau électrique. La transformation de l'énergie mécanique en énergie électrique, souvent via l'énergie hydraulique, peut se faire en mer (l'électricité est ensuite acheminée à terre) ou à terre (un fluide sous pression est acheminé à terre pour y être transformé en électricité). Des sous-stations marines peuvent être construites pour concentrer, conditionner et exporter l'énergie à terre.

La planification de la production et du transport de l'électricité dans les pays côtiers doit prendre en compte le développement des infrastructures nécessaires à l'exportation des énergies renouvelables marines. L'une des prévisions les plus pertinentes par rapport à l'avenir du développement massif des énergies marines est le projet de développement d'un réseau de transport électrique offshore pour l'interconnexion des régions atlantiques, à l'image de ce qui est entrepris par les pays du Nord de l'Europe engagés dans une initiative conjointe pour le développement d'un réseau électrique offshore en Mer du Nord et en Mer d'Irlande (fig. 18)⁵. Un tel réseau permettrait d'optimiser la complémentarité entre les différents gisements offshore, et de réduire ainsi la variabilité de la production électrique. Cela permettrait en outre, sous réserve d'études d'impact fines, de développer des infrastructures aux impacts visuels moindres, dans des zones densément peuplées.

⁵ L'Allemagne, la France, la Belgique, les Pays-Bas, le Luxembourg, le Danemark, la Suède, l'Irlande et le Royaume-Uni ont signé le 7 décembre 2009 à Bruxelles une initiative conjointe : « The North Sea Countries Offshore Grid Initiative ».

Figure 18. Proposition d'interconnexion en Mer du Nord (EWEA, 2009).

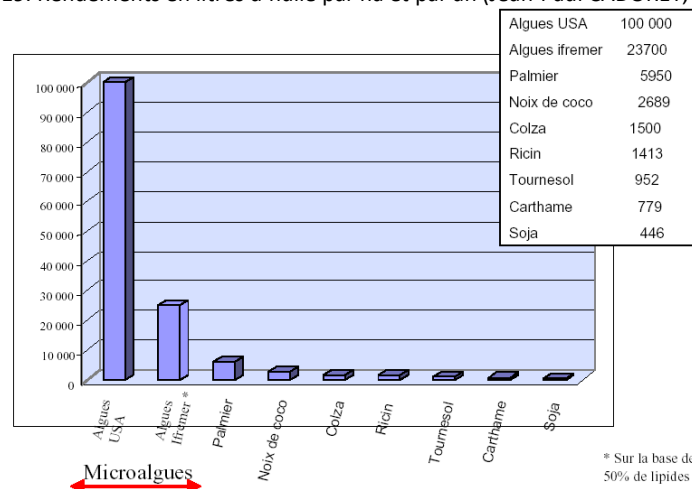


I.4. L'exploitation de la biomasse marine pour la production d'algo-carburants

Le vent, la marée, les courants, les vagues permettent de produire uniquement de l'électricité et ne répondent donc qu'en partie à la demande en énergie. Il existe pourtant une autre ressource, en mer, permettant de produire du carburant : la biomasse algale. Si les macroalgues peuvent être récoltées ou cultivées pour produire du bioéthanol, le plus gros potentiel vient des microalgues qui peuvent être cultivées pour en extraire les lipides et produire ainsi du biodiesel, qualifié de biocarburant de troisième génération.

Certaines espèces, dans certaines conditions de culture, peuvent contenir 50%, voire 70% de leur poids sec en lipides. Un consortium de chercheurs français a montré que la production d'huile à l'hectare pouvait atteindre 60 fois celle du soja, et 4 fois celle du palmier à huile (fig. 19).

Figure 19. Rendements en litres d'huile par ha et par an (Jean-Paul CADORET, 2008)



* Sur la base de 50% de lipides

Cette source d'énergie fait l'objet de recherches, mais les enjeux sont tels que, pour des questions de propriété industrielle, il est extrêmement difficile de connaître précisément le stade d'avancement des différents projets.

La culture des microalgues se fait en photobioréacteurs, dont le coût est élevé, ou en milieu ouvert, ce qui nécessite de grandes surfaces. L'avantage de la culture de microalgues à des fins énergétiques est de ne pas entrer en concurrence avec des usages alimentaires, ce qui est reproché au niveau international aux biocarburants de première génération. L'autre avantage est la complémentarité possible avec les usages traditionnels des microalgues dans l'alimentation, la pharmacie et la cosmétique. Les microalgues étant consommatrices de CO₂ et d'éléments nutritifs contenus dans les boues d'épuration, les champs d'application liés au captage du carbone, à la dépollution et à l'environnement semblent expliquer l'intérêt de grands groupes pétroliers pour ce sujet.

II. LE POTENTIEL DES REGIONS ATLANTIQUES POUR LE DEVELOPPEMENT DES ENERGIES MARINES : RESSOURCES ET PROJETS

Les régions du RTA présentent un fort potentiel pour l'exploitation des énergies marines, pour le développement de la recherche et le développement industriel qui y sont liés : elles disposent en effet de ressources exceptionnelles, de compétences variées et complémentaires parmi les acteurs de la recherche et du développement économique, et de nombreux projets y sont en cours de développement.

II.1. Des ressources exceptionnelles

Les régions littorales de la façade atlantique bénéficient de ressources exceptionnelles. La façade atlantique est en effet particulièrement exposée à la houle et au vent et bénéficie, en quelques points particuliers, de ressources importantes en courants de marée.

II.1.1. Énergie de la marée

Le Royaume-Uni et la France sont les pays d'Europe occidentale qui possèdent les ressources les plus importantes pour l'exploitation de l'énergie marémotrice, en lien avec le marnage exceptionnel existant dans la Manche, de l'ordre de 13 m dans le golfe normano-breton.

II.1.2. Énergie des courants de marée

Dans les régions de l'arc atlantique, ce sont les courants de marée qui sont susceptibles d'être exploités, et non les courants océaniques, qui peuvent toutefois faire l'objet de projets d'exploitation dans d'autres pays.

La ressource en courants de marée est extrêmement localisée et se limite, pour les régions du RTA, à quelques sites à fort potentiel en Basse-Normandie et sur les côtes Nord et Ouest de la Bretagne. D'autres potentialités existent également dans l'estuaire de la Gironde et le bassin d'Arcachon, et de manière beaucoup plus ponctuelle en Espagne.

II.1.3. Énergie des vagues

L'estimation de la ressource repose sur de nombreux critères, mais on estime que la densité moyenne à l'échelle mondiale est de l'ordre de 8 kW/m de crête de vague. Tout le littoral nord-est de l'Atlantique est exposé à une houle puissante et régulière et dans les zones favorables comme le Golfe de Gascogne, l'énergie disponible est de 25 à 60 kW/m avec, dans certaines régions comme la Galice, des périodes où cette énergie disponible atteint 100 kW/m. L'énergie des vagues est donc une ressource de premier ordre pour les régions du RTA.

Il existe un atlas européen de l'énergie des vagues, qui contient des statistiques annuelles pour un ensemble de localisations en Europe, dont la façade atlantique. Le Pays Basque et la Galice ont développé un outil similaire. Selon l'Instituto de Hidráulica Ambiental de Cantabria, un atlas des vagues en Espagne est en cours de développement sous la responsabilité du gouvernement espagnol. La France conduit elle aussi une telle évaluation. La ressource est donc globalement connue, mais des études complémentaires et affinées seront nécessaires dans la définition ultérieure de zones d'installation.

II.1.4. Énergie du vent

Les vents marins sont plus soutenus et plus réguliers qu'à terre et, si l'Europe du Nord est particulièrement bien dotée, la Basse-Normandie, la Bretagne et les Pays de la Loire bénéficient également de conditions particulièrement favorables pour l'exploitation de l'énergie éolienne offshore. A la pointe de l'Espagne, la Galice dispose d'un régime de vent soutenu. Localement, les autres régions du RTA présentent aussi des atouts pour l'exploitation éolienne offshore, et ceci d'autant plus que l'on s'éloigne de la côte pour bénéficier de vents plus réguliers. En effet, les côtes rocheuses d'Espagne et du Portugal perturbent les régimes de vents. Comme pour les autres ressources, des études complémentaires plus fines seront nécessaires pour préciser le potentiel.

Le potentiel en vent doit cependant être tempéré au regard des caractéristiques du plateau continental des régions côtières. Alors que la Mer du Nord offre de vastes plateaux continentaux avec de faibles profondeurs d'eau, l'océan atlantique offre des conditions beaucoup moins favorables à l'implantation d'éoliennes posées. En effet, les développements technologiques actuels ne permettent pas d'implanter des éoliennes offshore à des profondeurs supérieures à 40 m, profondeur qui est atteinte à 10 km des côtes en Normandie, à seulement 4 à 5 km dans les autres régions françaises, et à 1 km sur la côte cantabrique.

L'éolien offshore flottant, qui permet de s'affranchir au moins en partie de la contrainte de la profondeur d'eau, est donc une technologie incontournable pour les régions de la façade atlantique.

II.1.5. Énergie de la biomasse marine

Même si la culture de microalgues en vue de produire des biocarburants peut se faire en photobioréacteur en milieu artificialisé, les régions littorales bénéficient d'un atout certain pour l'utilisation de l'eau de mer, et, parmi elles, les régions les plus ensoleillées (Espagne et Portugal) et les régions les plus à même de fournir du CO₂ sont privilégiées.

De surcroît, les régions de l'arc atlantique bénéficiant de conditions ou d'équipements particuliers pourraient devenir des centres d'essais pour la culture de microalgues. En Bretagne, par exemple, un site naturel exploité pour l'extraction de kaolinite présente un

intérêt particulier, avec une résurgence d'eau de mer dans des plans d'eau intérieurs qui permet la culture de microalgues dans un milieu relativement abrité.

II.2. Des compétences variées et complémentaires

II.2.1. Une recherche fondamentale et finalisée de haut niveau

En France, la Bretagne et les Pays de la Loire regroupent à elles deux une part importante des projets et/ou des équipes de recherche sur le développement des énergies marines, notamment avec l'Ifremer, qui détient une antériorité pour son implication dans le développement de l'énergie thermique des mers dans les années 80, qui a conduit un exercice de prospective sur le développement des énergies marines à l'horizon 2020, et qui accueille la plateforme technologique pour le développement des énergies marines annoncée par le Président de la République suite au Grenelle de la mer ; l'École centrale de Nantes, qui développe le prototype de systèmes de récupération de l'énergie des vagues Searev et porte le projet de sites d'essais Semrev ; l'institut de recherche de l'École navale, l'UBO, l'ENSIETA et l'ENIB ; ainsi que d'autres laboratoires universitaires. En Bretagne, la recherche en océanographie, en halieutique, en économie et droit de la mer, la recherche & développement & innovation sont un atout pour le développement d'une filière énergies marines.

Les recherches relevant de spécialités nécessaires aux énergies marines sont présentes en Aquitaine, à l'Université de Bordeaux et celle de Pau et des Pays de l'Adour, avec par exemple des laboratoires travaillant sur les matériaux, la corrosion, les systèmes embarqués, les corps gras et la biomasse, les courants, la biologie marine et l'environnement marin... Les entreprises y ont également développé une recherche permettant d'obtenir des équipements et process innovants spécifiques aux énergies renouvelables.

Il existe par ailleurs de nombreux consortiums constitués d'industriels, d'organismes de recherche, de bureaux d'études, de collectivités locales constitués autour des projets en cours. Les énergies marines constituent l'un des cinq axes de R&D des Pôles Mer Bretagne et PACA. Les pôles ont vocation à susciter, labelliser et soutenir des projets de R&D partenariaux. 7 projets ont été labellisés dans ce thème, pour l'énergie des courants (2 projets), la biomasse marine (2 projets) et les éoliennes flottantes (3 projets).

Valagro, en région Poitou-Charentes, est un centre de recherche et développement pour la valorisation industrielle des agroressources, particulièrement concernant les huiles et les fibres végétales. Ce travail sur la biomasse terrestre est a priori transférable à la biomasse algale. La Région Poitou-Charentes soutient le Réseau des éco-industries et éco-activités de Poitou-Charentes (REIEA).

Au Pays Basque, avec l'EVE (Ente Vasco de la Energía), le Gouvernement promeut les énergies renouvelables tant comme production énergétique renouvelable locale, que comme secteur économique visant à faire du Pays Basque une référence dans le domaine. Il est le promoteur de la centrale houlomotrice de Mutriku et du futur BIMEP, et a créé le centre de recherche coopérative (CIC) energiGUNE, dédié entre autres aux énergies marines et au stockage énergétique. Dans le secteur privé, le centre technologique Tecnalia représente l'Espagne au sein de l'IEA-OES et conduit les actions de R&D. Il participe aux projets *Marina* du 7^e Programme cadre et *Ocean Lider*, conduit par une entreprise basque et doté de 30 millions d'euros pour le développement de technologies exploitant l'énergie des vagues et des courants et accélérer le développement de la technologie éolienne. Au sein de Tecnalia, l'Institut AZTI mène des recherches sur la gestion du milieu marin, et a élaboré un atlas de la

ressource en vagues sur la côte basque. Le Département Énergies marines développe des solutions pour les plateformes éoliennes flottantes, et, en ce qui concerne ses recherches sur l'exploitation de l'énergie des vagues, développe une expertise sur les systèmes d'exploitation, les rendements des parcs et leur raccordement au réseau électrique. Par ailleurs, l'Université développe des programmes de recherche applicables aux énergies marines, et le cluster de l'énergie a créé un groupe de travail sur les énergies marines rassemblant une centaine d'entreprises du secteur énergétique.

L'Institut de recherche Instituto de Hidráulica Ambiental (IHA) de l'Université de Cantabrie réalise des études et des évaluations des ressources en vagues, vent et courants, conduit des études d'impact et évalue des technologies. Il construit actuellement un bassin d'essais qui sera un atout important pour le développement des énergies marines. L'Institut Espagnol d'Océanographie (IEO) de Santander réalise des mesures météorologiques, mène des évaluations de la ressource halieutique et étudie les procédures de développement de l'aquaculture marine. Les acteurs les plus significatifs dans le développement des énergies marines appartiennent, fondamentalement, au secteur public. Un cluster d'entreprises a été formé pour élaborer le plan éolien de la Cantabrie, avec l'objectif de développer également l'énergie éolienne marine. Le groupe Sodercan prend part de manière très importante à ce processus, et développe en outre un Plan stratégique pour le développement des énergies renouvelables marines.

L'Institut Espagnol d'Océanographie (IEO) compte par ailleurs deux centres océanographiques en Galice, situés dans les villes portuaires de La Corogne et de Vigo. L'IEO contribue par ses travaux et ses recherches au développement et au maintien d'activités industrielles, économiques et sociales dans le cadre de l'utilisation soutenable des océans. La Galice compte de nombreux centres technologiques. Le centre technologique de la mer (CETMAR) contribue à améliorer les conditions pour le développement soutenable des ressources marines. Le centre technologique naval (CETNAGA) vise parmi d'autres objectifs à renforcer la R&D des entreprises galiciennes dans le domaine naval. Il faut également souligner l'activité investigatrice développée par les trois universités qui forment le système universitaire galicien : Université de Vigo, Université Santiago de Compostela, Université de La Corogne. La Galice peut également mettre à profit des énergies marines les synergies qui existent avec entre le naval et l'éolien terrestre, où des savoir-faire ont été développés ces dernières années. La mission générale de la plateforme pour l'énergie ENERXE est de développer une stratégie de recherche, développement technologique et innovation qui augmente la compétitivité du secteur énergétique galicien. La plateforme pour l'environnement ENVITE travaille au déploiement d'une éco-industrie compétitive en Galice. Le groupement ENERMAS vise à regrouper tous les acteurs de l'énergie et de l'environnement en Galice et préfigure le cluster de l'énergie et de l'environnement de la Galice.

Au Portugal, la plupart des activités de R&D menées dans le domaine des énergies marines le sont à l'IST (Instituto Superior Tecnico) en étroite collaboration avec l'INETI (Instituto Nacional de Engenharia, Tecnologia e Inovação). L'IST a en particulier été impliqué dans les premières phases de développement de la centrale de Pico, aux Açores, puis dans les projets Limpet (en Ecosse) et Archimede Wave Swing. L'INETI est une structure dédiée à la recherche, à la démonstration et au développement technologique, rattachée au Ministère de l'Économie. Il a notamment coordonné l'atlas pour l'énergie des vagues WERATLAS et est impliqué dans la plateforme de coopération de l'Agence internationale de l'énergie sur les énergies marines (IEA-OES). L'ISQ a de son côté pour mission de contribuer au transfert de technologie au Portugal. Il fait partie du cluster de l'énergie, dont l'un des objectifs est de promouvoir les projets liés aux énergies marines. Il prétend améliorer la compétitivité de la technologie

éolienne, pour permettre l'exploitation des ressources en haute mer et en eaux profondes, ainsi que pour faciliter l'intégration dans un réseau éolien.

II.2.2. Des moyens techniques de tests en bassins et en mer

En France, l'Ifremer possède des moyens d'essais hydrodynamiques particulièrement adaptés, avec un bassin de houle monodirectionnelle à Brest et une veine de courant à Boulogne, complémentaires de ceux de l'École centrale de Nantes qui dispose du plus grand bassin à houle de France, permettant de générer des états de mer réels, des vagues géantes et des houles croisées.

En Espagne, la Cantabrie et la Galice disposent de bassins d'essais : el Instituto de Hidráulica Ambiental (IHA) en Galice dispose d'un canal vague/courant. Le futur Gran Tanque de Ingeniería Marítima de Cantabria (GTIMC) permettra un développement important pour toutes les applications liées à l'ingénierie marine offshore et côtière. En Galice, la Escuela Politécnica Superior de la Universidad de Santiago de Compostela (USC) et el Centro de Innovación Tecnológica en Edificación e Ingeniería Civil (CITEEC) de la Universidad de A Coruña (UDC) disposent également de bassins d'essais.

A ces bassins de tests s'ajoutent des projets de sites d'essais en mer tels que le projet hydrolien de Paimpol-Bréhat en Bretagne, Semrev dans les Pays de la Loire, BIMEP au Pays Basque, ou encore, au Portugal, une zone pilote destinée à des parcs expérimentaux⁶.

II.3. De nombreux projets en développement

Il existe, dans les régions de la façade atlantique française, espagnole et portugaise, un grand nombre de projets d'installations de récupération des énergies de la mer, qui n'en sont pas tous au même stade de développement. Si quelques projets sont matures et opérationnels, d'autres sont en phase expérimentale, et d'autres au stade de la recherche amont.

II.3.1. Des projets matures

Les projets matures sont des projets dans lesquels la technologie est éprouvée ; des parcs commerciaux existent et produisent de l'électricité injectée sur le réseau.

II.3.1.1. La pionnière : l'usine marémotrice de la Rance

Le barrage de la Rance est la plus ancienne et la plus puissante des rares usines marémotrices du monde, avec une puissance de 240 MW et une production annuelle de 550 GWh (fig. 1).

II.3.1.2. Les parcs éoliens offshore en projet (éolien posé)

L'éolien offshore sur fondations est une technologie mature et de nombreux parcs sont déjà en exploitation, en mer du Nord notamment. Aucun parc n'est encore construit sur la façade atlantique des régions du RTA. En France, de la Basse-Normandie à l'Aquitaine, plus de 12 projets ont été initiés et sont actuellement en attente de l'appel d'offres qui résultera de la planification conduite au niveau national pour la détermination des sites propices au développement de l'éolien.

⁶ Ces projets seront détaillés par la suite.

II.3.1.3. Des centrales houlomotrices en exploitation

La centrale de Pico, aux Açores, a été construite en 1999. Il s'agit d'une installation fixe, à la côte, qui développe une puissance de 400 kW.

Le parc houlomoteur d'Aguçadoura, au Portugal, est le premier au monde qui utilise des flotteurs ancrés au large pour l'exploitation de l'énergie des vagues. Installé en 2008, il est composé de trois Pelamis P1, de 750 kW chacun, pour une puissance totale de 2,25 MW, aujourd'hui déconnectés (fig. 6).

La nouvelle digue du port de Mutriku, au Pays Basque, abrite une centrale houlomotrice fonctionnant sur le principe de la colonne d'eau oscillante (fig. 20). L'installation fixe comporte 16 turbines pour une puissance totale de 300 kW produisant annuellement 600 MWh. Elle est connectée au réseau mais poursuit également des objectifs de recherche et démonstration, dans le but de développer par la suite une technologie pouvant être installée en pleine mer.

Figure 20. La digue du port de Mutriku.



II.3.2. Des projets expérimentaux

Les projets expérimentaux sont les projets pour lesquels des essais de prototypes, à l'échelle 1 ou à l'échelle réduite, ont été réalisés en mer, ou des projets qui visent à créer en mer des sites d'essais poursuivant un objectif de démonstration.

II.3.2.1. Des expérimentations pour l'éolien offshore en Cantabrie

Le projet Idermar vise à développer un parc de 40 éoliennes flottantes de 5 MW. Dans un premier temps, une balise expérimentale de la taille d'une éolienne a été installée et instrumentée de façon à fournir pendant un an des données météorologiques et structurelles (fig. 21). Une première éolienne de 0,5 MW devrait y être installée par la suite.

Figure 21. La balise expérimentale du projet Idermar.



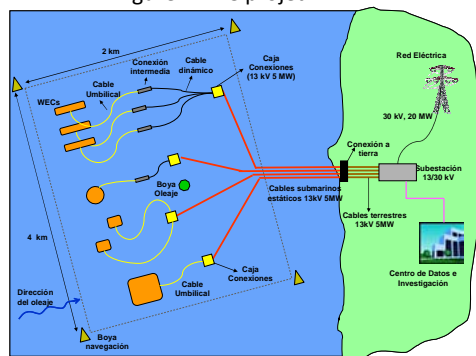
II.3.2.2. Des expérimentations nombreuses pour la récupération de l'énergie des vagues

L'École centrale de Nantes porte un projet de site d'essais en mer pour les systèmes houlomoteurs. Le site d'expérimentation en mer pour la récupération de l'énergie des vagues (Semrev), dont l'installation est prévue au large du Croisic (Pays de la Loire), sera une première en France. Il pourra accueillir 5 prototypes pour des essais de moyenne à longue durée, pour une puissance totale installée de 2,5 MW. Il sera équipé d'instruments de mesure et de moyens nautiques, sera connecté au réseau dans les conditions réelles de raccordement, et disposera d'un local sur le littoral destiné à recevoir chercheurs et ingénieurs pour le suivi et le contrôle en continu.

Au Pays Basque, l'entreprise basque Oceantec développe son propre convertisseur d'énergie des vagues. Un prototype à l'échelle 1:4 a été testé en mer (fig. 9). Des tests en mer à l'échelle réelle doivent être prochainement réalisés. Il s'agit d'une capsule flottante, ancrée au large, dont le fonctionnement est basé sur un mouvement à inertie relative et un dispositif gyroscopique. Il a fait l'objet d'un brevet international déposé en 2006 et est intégré au projet de R&D Ocean Lider.

Il existe par ailleurs au Pays Basque le projet BIMEP (Biscay Marine Energy Platform), qui vise à proposer aux développeurs un site d'essais en mer, connecté au réseau, disposant d'infrastructures sous-marines modernes pour le suivi des données et d'un centre de recherche pouvant accueillir les développeurs et les chercheurs propres au centre (30 chercheurs sur 4 ans). Il sera composé de quatre prises de 5 MW (fig. 22). Il devrait être opérationnel en 2012.

Figure 22. Le projet BIMEP.

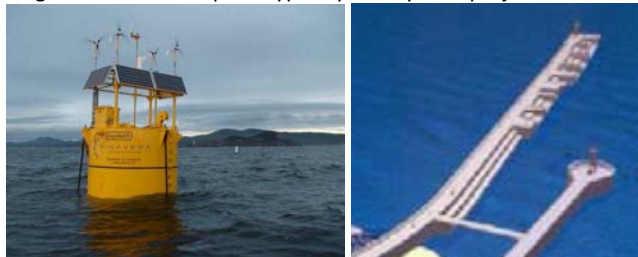


En Cantabrie, Iberdrola Renovables a le projet de réaliser un parc houlomoteur constitué des systèmes houlomoteurs Power Buoy développés par Ocean Power Technologies Inc. (OPT). Le parc sera situé à Santoña, et sera composé d'un flotteur de 40 kW, déjà installé mais non connecté (fig. 8), et de 9 flotteurs de 150 kW.

La Galice prévoit d'installer au large de ses côtes un parc houlomoteur composé de trois Pelamis, d'une puissance totale de 2,25 MW. Le projet est en cours d'obtention des autorisations nécessaires.

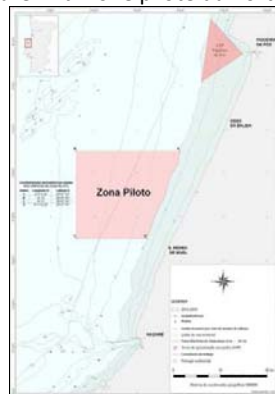
Au Portugal, le projet expérimental Archimede Wave Swing, installé en 2006 à Póvoa do Varzim, développe 2 MW (fig. 10). Dans le cadre du projet AquaBuoy (fig. 23), développé par Finareva, un projet expérimental de 8 unités de 0,25 MW a été installé en 2007 à Figueira da Foz. Toujours au Portugal, le projet Ceodouro vise à intégrer une centrale houlomotrice à l'un des quais du port de Foz do Douro, à l'embouchure de la rivière Douro (fig. 24). Cette centrale sera composée de deux générateurs de 500 kW. L'autorisation de raccordement au réseau électrique a été accordée en 2007.

Figures 23 et 24. Le prototype AquaBuoy et le projet Ceodouro.



Il faut noter qu'au Portugal, une « zone pilote » a été sélectionnée pour l'installation et la démonstration de systèmes houlomoteurs au stade pré-industriel ou industriel, et dans le but d'attirer les développeurs. Il s'agit d'une zone de 320 km², située au large de São Pedro de Moel, dans des eaux de 30 à 90 m de profondeur.

Figure 24b. Zone pilote du Portugal.



II.3.2.3. Des hydroliennes en démonstration

Un site hydrolien de démonstration est en cours de création au large de Paimpol-Bréhat, en Bretagne. Ce projet, porté par EDF, comportera 4 hydroliennes OpenHydro de 500 kW, totalement immergées et raccordées au réseau (fig. 25). Ce projet a pour objectif de tester le comportement en conditions réelles d'une première ferme hydrolienne, d'optimiser les technologies, mais aussi de tester la conduite d'un projet en concertation avec l'ensemble des parties prenantes, dans un cadre administratif encore incertain. La première hydrolienne

devrait être installée et raccordée en 2011. Le parc de démonstration hydrolien porté par EDF à Paimpol-Bréhat (Bretagne) pourrait accueillir d'autres essais dans l'avenir. Le principe de l'élargissement vers un tel site d'essais en mer pour les hydroliennes est acquis, mais le projet reste dans une configuration à minima tant que les moyens financiers et techniques de cette ouverture ne sont pas acquis.

Figure 25. Le projet de site de démonstration hydrolien de Paimpol-Bréhat.



La société Sabella SAS développe également un concept d'hydrolienne totalement immergée. Un prototype à échelle réduite a été testé dans l'estuaire de l'Odet, en Bretagne, en 2008 et 2009 (fig. 5). A terme, l'hydrolienne Sabella devrait mesurer 10 m de diamètre et développer une puissance de 200 kW. Plusieurs hydroliennes pourraient être déposées en écran pour constituer des unités de 1 MW.

La société l'Aquafile, basée à Landéda en Bretagne, développe un concept d'hydrolienne de surface. Il s'agit d'une roue à aube flottante dans une structure profilée de type catamaran, qui peut être facilement déplacée. Le prototype actuellement testé en mer développe une puissance de 10 kW. A terme, c'est une machine de 1 MW qui pourrait voir le jour.

En Aquitaine, le projet SEENEOH (Site expérimental estuarien national pour l'essai et l'optimisation hydrolienne), porté par la société Énergie de la Lune, vise à produire de l'électricité à partir des courants de l'estuaire de la Gironde, au Pont de Pierre de Bordeaux. La première hydrolienne expérimentale de 50 kW pourrait être installée dès fin 2010 (fig. 26). Une étude d'impact sera conduite. Dans une deuxième phase, 5 arches seront équipées, puis, dans une troisième et dernière phase, 10 arches seront équipées pour une puissance totale de 1,2 MW pouvant produire 4,8 GWh/an.

Figure 26. Le projet Seeneoh.



II.3.3. Des projets en recherche & développement

Les projets en recherche et développement concernent des prototypes qui en sont encore au stade de la conception ou de la maquette testée en bassin.

II.3.3.1. Éolien offshore : vers des éoliennes flottantes

Le projet Diwet (Deepwater Innovative Wind Energy Technology) est porté par le groupe néerlandais Blue H, qui vient de créer une filiale en France. Il vise à installer au large de Lorient un prototype à l'échelle 1 d'une éolienne flottante bipale d'une puissance de 3,5 MW sur plateforme à lignes tendues, ancrée en eaux profondes (fig. 13). Un démonstrateur avait déjà été testé par Blue H en Italie à la fin de l'année 2007.

Le projet Winflo, porté par la société Nass&Wind Offshore, vise également à développer une éolienne offshore spécifique et une plateforme flottante originale faisant appel aux systèmes de flotteurs et d'ancrages caténaux, utilisés dans l'offshore pétrolier. Un démonstrateur de 2,5 MW pourrait être installé au large de la Bretagne d'ici 2011 (fig. 14), pour une éolienne de 5 MW à terme à l'horizon 2013-2015.

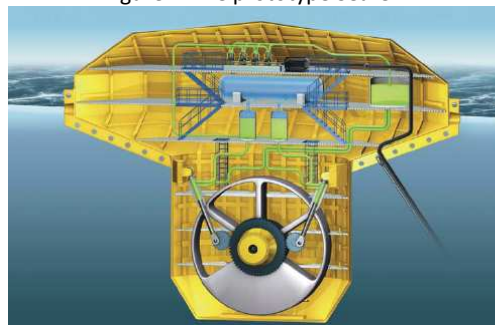
Il existe également des projets d'éoliennes flottantes au Pays Basque et en Cantabrie, où un site d'essais pour les éoliennes flottantes est en projet et pourrait devenir opérationnel en 2010.

Au Portugal, un accord entre Principal Power et Energias de Portugal (EDP) a été conclu pour tester le prototype Windfloat, éolienne flottante sur plateforme semi-submersible (fig. 15).

II.3.3.2. Énergie des vagues

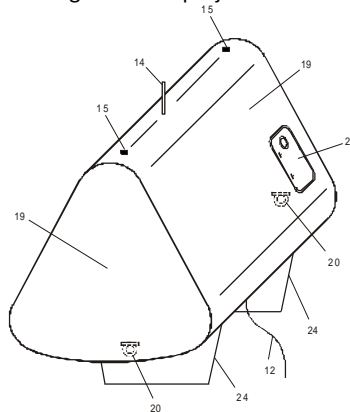
Le système électrique autonome de récupération de l'énergie des vagues (Searev) est un concept de flotteur développé par l'École centrale de Nantes (Pays de la Loire) depuis 2003. Il s'agit d'une capsule flottante, non articulée, entièrement close, qui contient un système pendulaire (roue lestée de béton de 9 m de diamètre et de 400 tonnes) qui entre en oscillation avec le mouvement des vagues, active un système hydraulique qui active à son tour la génératrice électrique (fig. 27). Une unité développe une puissance de 500 kW. Un prototype à l'échelle 1:12 a été testé en bassin. Un prototype à l'échelle 1 pourrait être mis à l'eau en 2010, en lien avec le site d'essais Semrev.

Figure 27. Le prototype Searev.



L'Université de Cantabrie a présenté récemment un brevet pour l'exploitation de l'énergie des vagues, le projet Wade, testé en bassin (fig. 28). Ce système se base sur un système pendulaire simple, qui permet la conversion directe de l'énergie des vagues en énergie électrique. Les différents composants sont encapsulés et ne sont pas en contact avec le milieu marin.

Figure 28. Le projet Wade.

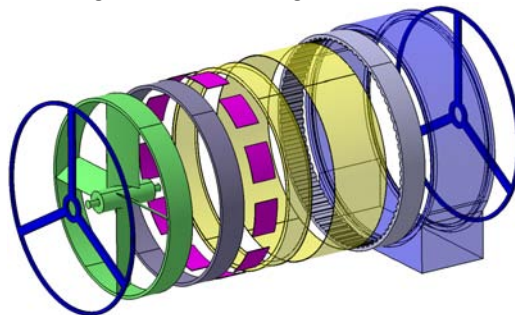


L'entreprise Galicia Mar Renovables a développé un prototype pour exploiter l'énergie des vagues, aussi bien dans le mouvement horizontal que dans le mouvement vertical, d'une puissance de 500 kW. Un prototype à l'échelle 1:10 a été testé et le prototype à l'échelle 1 devrait voir le jour en 2010. Dans le cadre du Proyecto Singular y Estratégico PSE-MAR, en Galice, un autre système est en cours de développement sur la base de la technologie Pipo Systems. Ce projet se trouve en phase expérimentale. Les universités de Santiago de Compostela y de A Coruña, en lien avec d'autres partenaires, ont un projet de système de récupération de l'énergie des vagues utilisant le principe de la rampe à déferlement, WaveCat, en phase de modélisation. Dans le port de A Guardia, est développé un projet de colonne d'eau oscillante qui pourrait être appliqué dans d'autres ports si les résultats sont concluants.

II.3.3.3. Énergie des courants

En Bretagne, l'Institut de recherche de l'École navale et l'Université de Bretagne Occidentale travaillent sur la récupération de l'énergie des courants marins et modélisent la technologie RIM-DRIVEN avec entraînement circconférentiel (fig. 29).

Figure 29. La technologie RIM-DRIVEN.



II.3.3.4. Biomasse marine

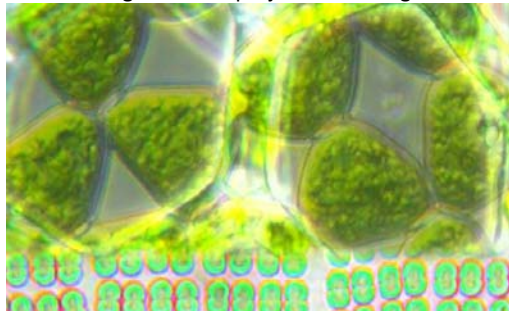
L'objectif du projet Safe Oil, en Bretagne, est de mettre en place une unité expérimentale de production intensive de microalgues à vocation énergétique dans les carrières de kaolins de Ploemeur, où il existe une résurgence d'eau marine.

Le projet Shamash, porté par l'Inria, le CNRS, le CEA et l'Ifremer vise à sélectionner les souches de microalgues fortement productrices de lipides. L'objectif est de sélectionner les microalgues les plus performantes, et de produire en fin de projet 50 litres de biocarburant, tout en conservant des perspectives à plus long terme d'une production d'algues à grande échelle.

Le projet Blue Cluster, porté par Atlanpole, vise à créer un institut des microalgues et à mettre en place un démonstrateur pour la culture de la biomasse marine sur la métropole Nantes-Saint-Nazaire. Il vise à permettre l'installation d'entreprises innovantes sur le marché de la santé, la nutrition, la cosmétique et les nouvelles énergies.

En Aquitaine, Fermentalg est une jeune entreprise innovante spécialisée dans la culture et l'exploitation des microalgues. Ce projet s'appuie sur un procédé de culture innovant, l'hétérotrophie, c'est-à-dire une culture en milieu étanche, à l'obscurité, à base de substrats carbonés (déchets agro-industriels) et non par photosynthèse (fig. 30). Cette technique permet des rendements 15 fois plus élevés et permettrait, à moyen terme, de produire des biocarburants de troisième génération.

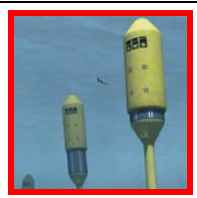




Figure 30. Le projet Fermentalg.





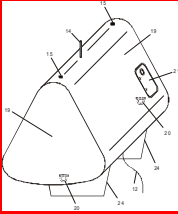


▪ Les projets EMR dans les régions du RTA


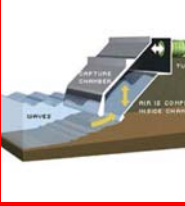




Projet		Principe	Dimensionnement	Développement	Détails
Des projets matures					
La Rance Saint-Malo-Dinard Bretagne		Usine marémotrice, à la côte	Puissance de 240 MW Production de 550 GWh	En exploitation depuis 1966	La plus ancienne et la plus puissante des rares usines marémotrices du monde
Pico Açores Portugal		Colonne d'eau oscillante, exploitant l'énergie des vagues à la côte	Puissance de 400 kW	Construite en 1999	
Pelamis Aguçadoura Portugal		Système houlomoteur exploitant l'énergie des vagues au large	Trois Pelamis de 750 kW chacun, pour une puissance totale de 2,25 MW	Installé en 2008	Premier parc houlomoteur au monde
Mutriku Mutriku Pays Basque		Colonne d'eau oscillante, exploitant l'énergie des vagues à la côte	16 turbines pour une puissance totale de 300 kW Production de 600 MWh	Construite en 2009-2010	La centrale de Mutriku est connectée au réseau mais poursuit également des objectifs de recherche et démonstration

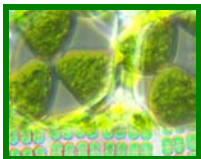
Des projets expérimentaux					
Idermar Cantabrie		Éolienne flottante	Une première éolienne de 0,5 MW A terme, un parc de 40 éoliennes de 5 MW	En projet Balise expérimentale installée	Une balise expérimentale de la taille d'une éolienne a été installée et instrumentée de façon à fournir pendant un an des données météorologiques et structurelles
Semrev Le Croisic Pays de la Loire		Site d'essais en mer pour les systèmes houlomoteurs	Accueil de 5 prototypes pour puissance totale de 2,5 MW	En cours de création	Le projet de site d'essais en mer pour la récupération de l'énergie des vagues (Semrev) sera une première en France. Il sera équipé d'instruments de mesure et de moyens nautiques, sera connecté au réseau dans les conditions réelles de raccordement, et disposera d'un local sur le littoral destiné à recevoir chercheurs et ingénieurs pour le suivi et le contrôle en continu.
Oceantec Pays Basque		Système houlomoteur exploitant l'énergie des vagues au large		Test en mer d'un prototype à l'échelle 1:4	
Bimép Pays Basque		Site d'essais en mer pour les systèmes houlomoteurs	Quatre prises de 5 MW		Le projet BIMEP (Biscay Marine Energy Platform) vise à proposer aux développeurs un site d'essais en mer, connecté au réseau, disposant d'infrastructures sous-marines modernes pour le suivi des données et d'un centre de recherche pouvant accueillir les développeurs et les chercheurs propres au centre
Power Buoy Santoña Cantabrie		Système houlomoteur exploitant l'énergie des vagues au large	A terme, 9 flotteurs de 150 kW	Un flotteur de 40 kW installé mais non connecté	

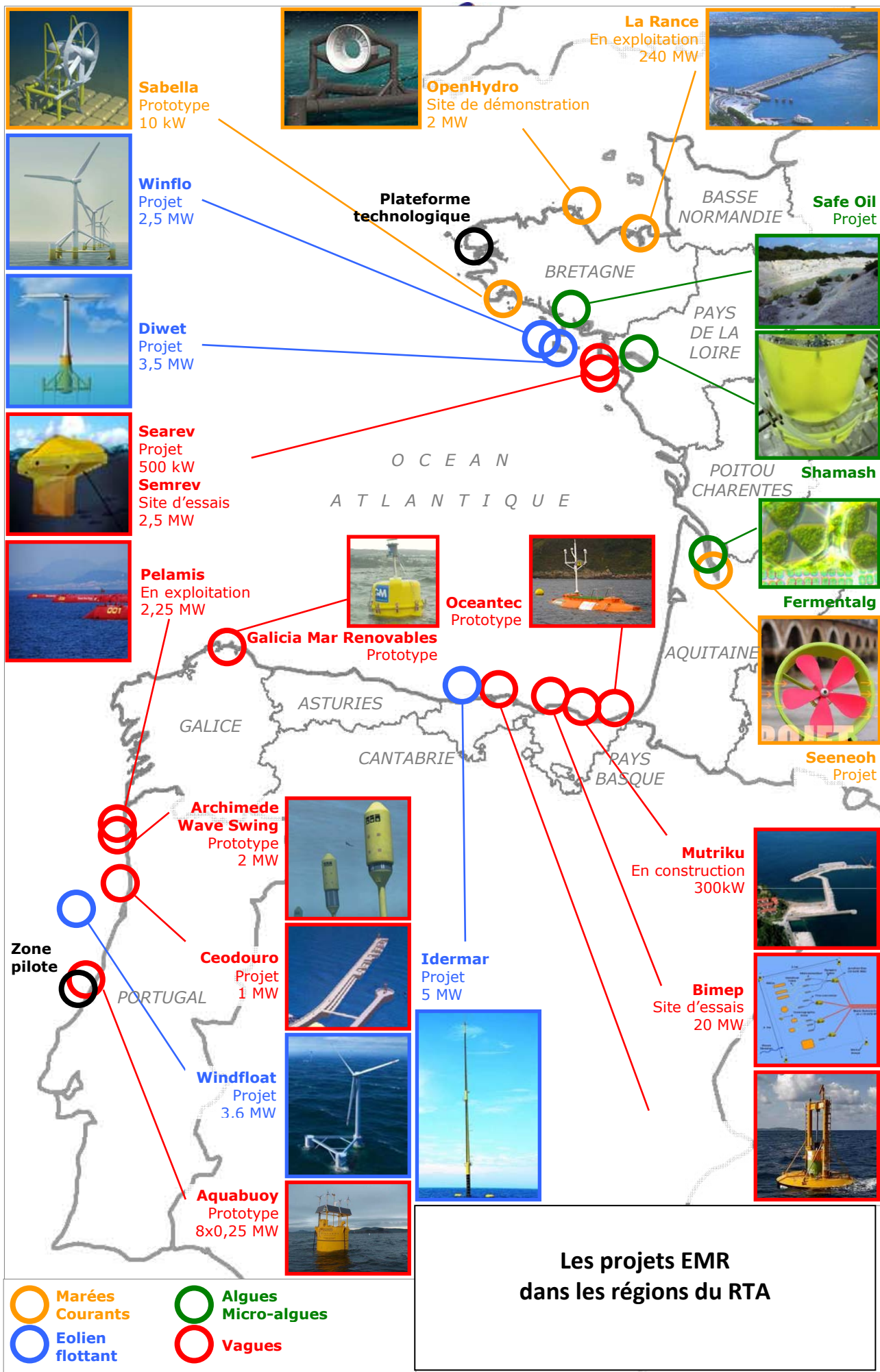
<p>Archimede Wave Swing</p> <p>Póvoa do Varzim Portugal</p>		<p>Système houlomoteur exploitant l'énergie des vagues au large</p>	<p>2 MW</p>	<p>Parc expérimental installé en 2006</p>	
<p>Aquabuoy</p> <p>Figueira da Foz Portugal</p>		<p>Système houlomoteur exploitant l'énergie des vagues au large</p>	<p>8 unités de 0,25 MW</p>	<p>Projet expérimental installé en 2007</p>	
<p>Ceodouro</p> <p>Foz do Douro Portugal</p>		<p>Colonne d'eau oscillante, exploitant l'énergie des vagues à la côte</p>	<p>Deux générateurs de 500 kW.</p>	<p>Autorisation de raccordement au réseau électrique accordée en 2007</p>	<p>Ce projet vise à intégrer une centrale houlomotrice à l'un des quais du port</p>
<p>Zone pilote</p> <p>São Pedro de Moel Portugal</p>			<p>320 km², dans des eaux de 30 à 90 m de profondeur</p>		<p>Zone pilote pour l'installation et la démonstration de systèmes houlomoteurs</p>
<p>Paimpol-Bréhat</p> <p>EDF Bretagne</p>		<p>Site de démonstration pour hydroliennes Site d'essais à terme ?</p>	<p>4 hydroliennes OpenHydro de 500 kW, totalement immergées et raccordées au réseau</p>	<p>En cours de création. La première hydrolienne devrait être installée et raccordée en 2011</p>	<p>Ce projet a pour objectif de tester le comportement en conditions réelles d'une première ferme hydrolienne, d'optimiser les technologies, de tester la conduite d'un projet en concertation. Le principe de l'élargissement vers un site d'essais est acquis, mais le projet reste dans une configuration à minima tant que les moyens financiers et techniques de cette ouverture ne sont pas acquis.</p>

Sabella Bretagne		Hydrolienne immergée	A terme, 10 m de diamètre pour une puissance de 200 kW par unité	Prototypage à échelle réduite testé dans l'estuaire de l'Odet, en Bretagne, en 2008 et 2009.	
HydroGen Landéda Bretagne		Hydrolienne de surface	A terme, 1 MW	Prototypage de 10 kW testé en mer	
Seeneoh Bordeaux Aquitaine		Hydrolienne immergée exploitant l'énergie des courants fluviaux	Prototypage de 50 kW A terme, une puissance totale de 1,2 MW pouvant produire 4,8 GWh/an.	En développement. La première hydrolienne pourrait être installée en 2010	
Des projets en recherche & développement					
Diwet Bretagne		Éolienne flottante bipale	3,5 MW 5 MW (Royaume-Uni)	En développement Prototypage testé en Italie en 2007 Parc de 92 MW en projet en Italie	Le projet Diwet (Deepwater Innovative Wind Energy Technology) est porté par le groupe néerlandais Blue H, qui a créé une filiale en France. L'éolienne repose sur une plateforme à lignes tendues.
Winflo Lorient Bretagne		Éolienne flottante	Démonstrateur de 2,5 MW A terme, 5 MW	En développement Démonstrateur prévu en 2011	L'éolienne repose sur une plateforme flottante originale faisant appel aux systèmes de flotteurs et d'ancrages caténaires, utilisés dans l'offshore pétrolier.

Windfloat Portugal		Éolienne flottante	3,6 à 10 MW	En développement	Le projet est porté par l'entreprise américaine Principle Power. L'éolienne repose sur une plateforme semi-submersible
Searev Nantes Pays de la Loire		Système houlomoteur exploitant l'énergie des vagues au large	500 kW par unité	En développement Prototype à l'échelle 1:12 testé en bassin. Un prototype à l'échelle 1 pourrait être mis à l'eau en 2010, en lien avec le site d'essais Semrev.	Il s'agit d'une capsule flottante, non articulée, entièrement close, qui contient un système pendulaire qui entre en oscillation avec le mouvement des vagues, active un système hydraulique qui active à son tour la génératrice électrique.
Wade Cantabrie		Système houlomoteur exploitant l'énergie des vagues au large		En développement, testé en bassin	Ce système se base sur un système pendulaire simple, qui permet la conversion directe de l'énergie des vagues en énergie électrique. Les différents composants sont encapsulés et ne sont pas en contact avec le milieu marin.
Galicia Mar Renovables Ferrol Galice		Système houlomoteur exploitant l'énergie des vagues au large	500 kW par unité	Prototype à l'échelle 1:10 testé et prototype à l'échelle 1 annoncé pour 2010	
Pipo Systems Galice				En développement	Projet en développement dans le cadre du Proyecto Singular y Estratégico PSE-MAR, en Galice

WaveCat Galice		Rampe à déferlement, exploitant l'énergie des vagues au large		En développement, en phase de modélisation	
Sea Energy A Guardia Galice		Colonne d'eau oscillante, exploitant l'énergie des vagues à la côte			
Hydrole Brest Bretagne		Hydrolienne entraînement circconférentiel à		Recherche amont	
Safe Oil Ploemeur Bretagne		Production d'algo-carburants		En développement	L'objectif est de mettre en place une unité expérimentale de production intensive de microalgues à vocation énergétique dans les carrières de kaolins de Ploemeur, où il existe une résurgence d'eau marine.
Shamash Nantes Pays de la Loire Nice PACA		Production d'algo-carburants		En cours	L'objectif est de sélectionner les microalgues les plus performantes, et de produire en fin de projet 50 litres de biocarburant, tout en conservant des perspectives à plus long terme d'une production d'algues à grande échelle.
Blue Cluster Pays de la Loire		Production d'algo-carburants		En développement	Le projet vise à créer un institut des microalgues et à mettre en place un démonstrateur pour la culture de la biomasse marine sur la métropole Nantes-Saint-Nazaire.

<p>Fermentalg</p> <p>Bordeaux Aquitaine</p>		<p>Production d'algo-carburants</p>		<p>En développement</p>	<p>Ce projet s'appuie sur un procédé de culture innovant, l'hétérotrophie, avec une culture en milieu étanche à base de substrats carbonés (déchets agro-industriels)</p>
--	---	-------------------------------------	--	-------------------------	---



ASPECTS POLITIQUES ET PROCÉDURES JURIDIQUES DESTINÉES A LA MISE EN PLACE ET AU DÉVELOPPEMENT DES ÉNERGIES MARINES RENOUVELABLES

Sommaire

I.	LE CONTEXTE DES POLITIQUES ENERGETIQUES DE CHAQUE PAYS	42
I.1.	L'Espagne	42
I.1.1.	La politique nationale	42
I.1.2.	La politique des Régions du RTA	42
I.2.	La France	42
I.2.1.	La politique nationale	42
I.2.2.	La politique des Régions du RTA	42
I.3.	Le Portugal	42
I.3.1.	La politique nationale	42
II.	LES CARACTERES GENERAUX DES PROCEDURES	42
II.1.	Les caractères communs aux trois États	42
II.1.1.	Les engagements internationaux	42
II.1.2.	Les problèmes communs	42
II.2.	Le maintien des spécificités procédurales de chaque État	42
	CONCLUSION	42

I. LE CONTEXTE DES POLITIQUES ENERGETIQUES DE CHAQUE PAYS

L'approche du problème par les seules normes juridiques procédurales ne prend toute sa signification que dans le contexte des politiques énergétiques de chaque État et dans la connaissance de leurs traditions culturelles.

I.1. L'Espagne

I.1.1. La politique nationale

L'Espagne est un pays fortement dépendant de l'extérieur en matière énergétique, important pratiquement 85% de l'énergie primaire consommée, particulièrement du pétrole. De même, la consommation d'énergie primaire continue à être dominée par les combustibles fossiles, dessinant un secteur peu diversifié.

Dès 1983, un nouveau Plan Énergétique National a permis l'essor des énergies renouvelables tout particulièrement l'éolien et plus récemment le solaire. Cependant, leur influence sur la consommation d'énergie primaire est faible, étant donné les augmentations de la consommation espagnole, en raison du développement économique survenu en Espagne, très au-dessus de la moyenne communautaire et des efforts insuffisants réalisés en matière d'économie et d'efficacité énergétique.

La "Stratégie d'Économie et d'Efficacité Énergétique" (2004-2012) adoptée en 2003 avait pour objectif de modérer la croissance de la demande énergétique.

Le "Plan de Promotion des Énergies renouvelables en Espagne" 2000-2010, établissait, en accord avec la "Loi du Secteur Électrique" des objectifs destinés à atteindre en 2010 un quota pour les énergies renouvelables qui, à partir de 6,38% en 1998, devrait se situer à un minimum de 12% de la demande totale d'énergie primaire. Les nouveaux objectifs européens, ont conduit à une révision du Plan. L'objectif de 12% devra être assumé par le nouveau "Plan des Énergies renouvelables 2005-2010", grâce à une répartition différente des efforts par sources d'énergie, de façon à ce que l'objectif choisi soit réalisable.

La production électrique, relevant de ces sources, devrait atteindre 30,3% de la consommation brute d'électricité, les biocarburants se situant à 5,83% de la consommation d'essence et de gasoil prévue pour le transport en 2010, le photovoltaïque solaire 400 MW installés, le thermoélectrique solaire, 500 MW, la biomasse destinée à la production d'électricité, 1 695 MW, et la biomasse thermique devrait arriver à 583 Ktep. L'importante contribution prévue pour l'énergie éolienne atteindra 20 155 MW de puissance installée en 2010, avec une production estimée à 45,511 GWh pour cette année.

Y figure l'énergie éolienne marine, grâce à l'implantation de parc éoliens marins, sans toutefois que soit chiffrée leur contribution possible. Pour le reste, est uniquement prévue la poursuite des études destinée à l'utilisation des ressources géothermiques et des marées.

La "Stratégie Espagnole du changement climatique et de l'Énergie propre" fut adoptée en 2007. C'est le cadre de référence pour l'application du protocole de Kyoto, de 2004

L'objectif du Plan 2008-2012 est de parvenir à ce que les émissions ne dépassent pas une augmentation de 37% par rapport à l'année de base.

Dans le domaine de l'énergie propre, le Plan se fixe comme objectifs d'augmenter les interventions dans le domaine de l'efficacité énergétique, des sources d'énergies renouvelables, de la gestion de la demande d'énergie, du développement des technologies énergétiques émettant peu de dioxyde de carbone. L'usage de la fiscalité et de la structure tarifaire permettra de stimuler et renforcer les moyens d'atteindre les objectifs.

Dans ce contexte, l'Espagne souhaite se placer dans une position stratégique et compétitive en 2010 pour les énergies renouvelables face aux combustibles fossiles, et d'y contribuer par un apport à la consommation brute d'électricité de 32% en 2012 et de 37% en 2020.

Le futur Plan des Énergies Renouvelables 2011-2020 est appelé à mettre en accord l'Espagne avec les engagements européens qui exigent un apport minimal de 10% de biocarburants dans le transport en 2020, et une participation de 20% des énergies renouvelables dans le bouquet énergétique pour la même période. Il prévoit :

- ▶ un appui public à l'investissement dans des secteurs déjà à maturité, stimulant l'accroissement de l'efficacité grâce à l'innovation technologique,
- ▶ des mécanismes de promotion des technologies renouvelables, y compris un important effort de R&D afin de compenser le manque d'internalisation des coûts environnementaux des technologies non renouvelables,
- ▶ l'intégration effective des énergies renouvelables dans le transport et la construction.

De manière complémentaire, un Plan de Mesures Urgentes et un Plan Économie et Efficience Énergétique 2008-2012 a été adopté afin d'inverser la tendance des émissions de gaz à effet de serre, commencée au milieu de 2005 et qui, à cette fin, envisage des mesures additionnelles à celles précédemment prévues. La seule référence quantitative aux énergies marines fixe à 1.000 MW le seuil d'énergie éolienne marine possible en 2010, sans envisager le potentiel d'énergies marines non-éoliennes.

La présence uniquement symbolique des énergies marines existant dans l'actuelle programmation énergétique, montre que leur essor dépendra d'une attention et des efforts renforcés dans la nouvelle planification.

I.1.2. La politique des Régions du RTA

I.1.2.1. Le Pays Basque

La politique énergétique basque commence dans les années 80, afin d'encourager les économies, l'efficacité et la diversification énergétiques notamment par l'autonomisation des infrastructures gazières et la promotion des énergies renouvelables. C'est une région fortement dépendante des approvisionnements extérieurs dans ce domaine où la demande est importante, liée à la densité de la population et aux nombreuses implantations industrielles. Depuis 1995, les ressources locales intègrent également le biogaz de décharge, l'énergie solaire et éolienne.

La stratégie énergétique 2000-2010, actuellement en vigueur, arrive à échéance cette année et visait la réduction de la consommation d'énergie en termes globaux en conformité avec les objectifs établies par l'Union Européenne. Elle a été fondée sur une utilisation rationnelle et efficace de l'énergie et sur le plein développement du potentiel des énergies renouvelables. Avec un budget de 1 083 millions d'euros, un de ses objectifs a été d'augmenter en 10 ans la proportion des énergies renouvelables de 4% à 12%. Le taux n'a augmenté que d'environ 5% seulement en 2008, ce qui illustre la difficulté de l'entreprise. La part du pétrole a chuté de 50% en 2000 à 39% en 2008, et celle du gaz naturel a augmenté de 21% à 44% sur la même période. Pour les énergies marines, la stratégie actuelle s'est fixé comme objectif d'atteindre 5 MW en 2010, partant de zéro, avec un investissement de 15 millions. Actuellement, la nouvelle stratégie 2011-2020, en préparation, devrait définir les nouveaux objectifs énergétiques et les lignes d'action, et donner plus de visibilité et permettre une planification des objectifs d'investissement dans les énergies marines. Elle comprendrait un objectif d'économie d'énergie de 15%, avec la mise en œuvre de mesures permettant d'atteindre une économie annuelle d'énergie de 975.000 tep.

Au Pays Basque, la politique énergétique a été dès ses origines orientée vers des économies d'énergie et la promotion de l'efficacité énergétique. La Stratégie Énergétique Basque actuelle, qui

se termine fin 2010, s'est fixée l'objectif d'approfondir les actions en faveur d'une efficacité énergétique dans tous les secteurs.

I.1.2.2. La Cantabrie

La Cantabrie a adopté un plan de gouvernance 2008-2011 qui comprend une approche stratégique sur la lutte contre le changement climatique et le développement des énergies renouvelables. Ce document constitue la base de la politique de promotion d'énergies propres.

Ce plan n'inclut cependant pas de manière explicite les énergies marines, sans que cela soit un frein à leur développement.

I.1.2.3. La Galice

Le Parlement de Galice a créé en mars 1999 l'Institut Énergétique (INEGA) dont la vocation est de préparer les initiatives et les programmes pour développer et renforcer les approches énergétiques dans cette région. Actuellement le plan énergétique de la Galice 2010-2015 est au stade de projet, l'un des principaux objectifs étant l'amélioration continue dans le secteur énergétique Galicien, en coordination avec les autres stratégies et plans institutionnels sectoriels selon les critères du développement durable.

La puissance installée en Galice a atteint 10 875 MW en juillet 2009. Environ 39,5% de cette puissance concerne les installations autorisées inscrites au régime spécial; il faut souligner l'importance de la ressource éolienne avec un parc de production installé de 3173,72 MW.

Cette région a concentré ses efforts sur la création d'un environnement de recherche destiné à faciliter le déploiement des énergies renouvelables. Certaines initiatives importantes, directement liées au milieu marin, sont le "Centro Tecnológico del Mar" (CETMAR), qui contribue au développement durable de la pêche et s'intéresse à tous les usages de la mer dans une perspective d'exploitation énergétique. Il en est de même de l'"Atlas de ondas de Galicia" (2005-2009) réalisé par MeteoGalicia. À ce dispositif, il faut ajouter un environnement privé actif avec des prévisions d'investissements importants dans le développement des EMR.

I.2. La France

I.2.1. La politique nationale

Dans la comparaison avec l'Espagne et le Portugal, la France occupe une place à part. En effet, très tôt, elle a choisi de recourir à l'énergie nucléaire comme principale source (77% de la production électrique). EDF s'est vue confier l'exploitation assortie d'une charge de service public justifiant une tarification réglementée au profit des consommateurs. Cette situation est exceptionnelle au regard des autres États européens, dont la dépendance aux énergies thermiques est manifeste. Cette dissymétrie des structures de production de l'électricité pose de délicats problèmes pour l'unification du marché au niveau européen. Bien que certains circuits sont ou seront interconnectés, la France insiste sur le fait qu'elle n'a pas vocation à devenir le « château d'eau nucléaire » de l'ensemble de l'Europe, elle est cependant obligée d'aligner ses tarifs⁷.

⁷ Le rapport de la commission sur l'organisation du marché de l'électricité présidé par Paul CHAMPSAUR d'avril 2009 propose une période transitoire de long terme afin de faire bénéficier les consommateurs français du bas prix de l'énergie nucléaire (avantage relatif dans la mesure où ce prix est calculé en tenant compte des moyens de production des pays limitrophes, au dessus de celui du parc nucléaire).

Cependant, la France, s'est rendu compte que le développement des énergies renouvelables, au-delà d'un enjeu strictement énergétique, avait également une dimension industrielle, en capacité de créer des emplois locaux et d'exporter des produits manufacturés. C'est le cas également pour les énergies marines et, déjà, un certain nombre d'initiatives ont été prises. La Stratégie nationale pour la mer et les océans (Livre bleu) a ainsi réaffirmé la nécessité d'élaborer un plan "Énergies Bleues", proposé dans les engagements du Grenelle de la mer comme pouvant contribuer à 3% de la consommation d'énergie finale en 2020, participant ainsi à l'effort global qui doit attribuer 23% de la consommation finale aux énergies renouvelables. Ce plan « Énergies bleues » s'appuie et vient en complément d'initiatives antérieures :

- › l'action fédératrice initiée dans le cadre d'IPANEMA (Initiative partenariale nationale pour l'émergence des énergies marines) en octobre 2008, dans le but d'accélérer le déploiement des énergies marines en France et le développement d'une filière scientifique et industrielle s'appuyant sur la création de sites d'essais et le développement de démonstrateurs ;
- › la planification pour le développement de l'éolien offshore posé, prévue dans le cadre du Plan national de développement des énergies renouvelables de novembre 2008, lui-même issu du Grenelle de l'environnement, qui doit aboutir à une liste des sites propices sur lesquels seront lancés des appels d'offre ;
- › l'annonce par le Président de la République, le 16 juillet 2009, d'une modification importante de la politique énergétique, s'engageant sur une "parité des efforts entre le nucléaire et les énergies renouvelables", mobilisant près de 200 M€ par an sur la recherche et le développement, avec un effort particulier sur les énergies marines. Elle se concrétise par la décision de créer une plate-forme technologique à Brest, avec pour chef de file l'IFREMER, afin d'organiser en réseau la recherche sur les énergies marines, permettre l'expérimentation de démonstrateurs en sites d'essais, et assurer un transfert vers les industriels.

Les différentes technologies pour l'exploitation des énergies marines n'ayant pas toutes atteint leur maturité, la recherche est autant impliquée que l'industrie, d'où la nécessité de concentrer les efforts en faveur des laboratoires scientifiques et de regrouper les moyens afin d'éviter la dispersion et la redondance. En associant les pré-projets concernant l'hydrolien, l'houlomoteur, l'énergie thermique des mers, l'éolien flottant à des structures capables de les financer et d'apporter la logistique nécessaire, il sera possible de dresser un bilan coûts-avantages permettant le choix final. Cette politique rationnelle passe par un rapprochement avec les pôles de compétitivité situés dans les régions considérées comme les plus prometteuses, confirmant la reconnaissance de la mobilisation et des potentiels du pôle Mer Bretagne sur la façade atlantique.

Afin de répondre aux impératifs volontaristes de cette politique industrielle, et dans le but de soutenir et planifier le développement durable des énergies marines, des engagements ont été pris à la suite du Grenelle de la mer :

- › Réserver une place dans le bouquet énergétique aux énergies marines. Veiller à assurer une proportionnalité entre les énergies marines et terrestres. Pour les énergies marines renouvelables intermittentes (houlomotrices, éoliennes offshore), leur pré-réserver une part de la puissance appelée sur le réseau électrique.
- › Afin de préserver l'environnement, il est recommandé que les études d'impact soient effectuées par un organisme indépendant des porteurs de projets.
- › Favoriser ces expérimentations par des tarifs d'achat préférentiels.
- › Assurer la restructuration du réseau électrique afin de faciliter le raccordement.
- › Favoriser les plate-formes flottantes pour les éoliennes *offshore*.
- › Clarifier et simplifier les procédures. Cependant, sur ce dernier point, l'appel à manifestation d'intérêt émis par l'ADEME le 4 septembre 2009 reste d'une discrétion qui reflète la complexité du sujet.

La Loi Grenelle II adoptée en mai 2010, prévoit que la stratégie nationale pour la mer et les littoraux sera inscrite dans un « document » qui déterminera les façades maritimes délimitant des périmètres de mise en œuvre des installations éoliennes marines. Ces instruments de planification seront élaborés en concertation avec les collectivités territoriales, la communauté scientifique, les acteurs socio-économiques, les associations de protection de l'environnement. Sera également créé un « Conseil national pour l'aménagement, la protection et la mise en valeur des littoraux et de la mer ». S'il paraît clair qu'une simplification des procédures commence à apparaître au niveau des études d'impact et d'enquêtes publiques, il ne sera possible d'apprécier le changement réel qu'après l'adoption des décrets d'application. Il semble cependant assuré que la procédure requise par les permis de construire serait supprimée. Seule subsisterait l'autorisation administrative d'occupation du domaine public délivrée par le Préfet.

Le choix français en faveur des énergies renouvelables se veut exemplaire, dans l'espoir que son succès conduira à une contagion générale. Ambition qui étonne certains analystes, parfaitement conscients que ces mesures n'ont de sens pour la planète qu'à la condition d'être adoptées au plan mondial. La France est déjà le pays le moins émetteur de carbone⁸ à l'intérieur de l'Europe, laquelle est, elle aussi, dans la meilleure situation mondiale. Il existe un certain nombre de critiques du « facteur 4 » (réduction de 75% de nos émissions) qui le trouvent à la fois trop onéreux pour l'économie et dérisoire par rapport au problème mondial.

D'un autre côté, en France, le souci attaché aux ressources culturelles et à la préservation des paysages impose une moindre visibilité des projets, soit par l'usage de systèmes entièrement immergés, soit par l'éloignement des sites et des paysages les plus emblématiques.

1.2.2. La politique des Régions du RTA

Les Conseils régionaux sont également en mesure d'orienter une partie de leurs budgets en direction d'aides à certains développements industriels ou à favoriser la recherche sur ces domaines précis. Il est donc normal que les régions maritimes, sachant les capacités dont elles disposent, soient très actives dans ce domaine. C'est le cas de la Bretagne par exemple.

1.2.2.1. Bretagne

La Région Bretagne a adopté en juillet 2007 un plan énergie dans lequel elle s'engage en application de la trajectoire européenne et nationale sur la division par quatre des émissions de gaz à effet de serre d'ici à 2050 et des économies d'énergies de l'ordre de 15 à 20% d'ici à 2020 pour une consommation énergétique issue à 20% de ressources renouvelables. Le développement de l'éolien *offshore* et des autres énergies marines (vagues et courants) est l'une des priorités de cette politique énergétique. Dans ce plan, la Région se fixait ainsi comme objectif d'accueillir au large de ses côtes 500 MW d'éolien *offshore* d'ici 2015 et 1 000 MW d'ici 2020, pour une production de 3,5 TWh représentant 14% de la consommation électrique bretonne. Elle se fixait également l'objectif de réaliser 1 à 3 démonstrateurs d'ici 2013 et une plateforme d'essais d'ici 2015 pour l'exploitation de l'énergie des vagues et des courants, encore en développement. La charte des espaces côtiers bretons, adoptée en décembre 2007, a inscrit ces objectifs dans le cadre plus global de la gestion intégrée des zones côtières. Elle prévoit ainsi, dans ses chantiers-phares, d'élaborer une stratégie et un schéma de développement des énergies marines renouvelables en Bretagne, comprenant notamment une méthodologie d'identification des sites d'implantation associant l'ensemble des acteurs de la zone côtière, ainsi que le développement de dispositifs d'investissements coopératifs et de capital-risque ; et de créer un centre d'expérimentation pour les énergies marines renouvelables

⁸ contenu carbone, évalué en tonnes de CO₂ par million de PIB, à 266 alors que le Royaume Uni est à 397 et l'Allemagne à 426. Ces chiffres ne prennent de sens qu'en les comparant à la Chine, 3 810 ou à la Russie, 3 788

en Bretagne. Suite à ces deux politiques, la Région s'est engagée dans un plan de développement des énergies marines avec l'objectif de dessiner des scénarios de développement à l'horizon 2020.

Ces initiatives régionales volontaristes sont entrées en résonance avec la politique nationale puisque la Bretagne accueille désormais à Brest la plateforme technologique pour le développement des énergies marines, et que les exercices de planification menés respectivement par l'Etat et par la Région ont fait l'objet de réunions conjointes menées dans le cadre de la Conférence régionale de la mer et du littoral, instance réunissant l'ensemble des parties prenantes et co-présidée par l'Etat et la Région Bretagne.

En termes plus opérationnels, la Région Bretagne cofinance le projet hydrolien de Paimpol-Bréhat porté par EDF à hauteur de 3,1 M€, projet qui pourrait se voir adosser un site d'essais hydrolien.

1.2.2.2. Pays de la Loire

La Région des Pays de la Loire s'est engagée dans le Schéma régional d'aménagement et de développement durable du territoire à favoriser la diversification de son bouquet énergétique afin de sécuriser son approvisionnement par des sources de production locale d'énergie.

Elle a annoncé la constitution d'un "cluster" énergie avec, notamment, un volet énergies renouvelables et énergies marines. Il prévoit le travail en réseau des acteurs de l'énergie, l'accompagnement de projets innovants, la promotion des filières, la valorisation et le partage des actions à l'interrégional.

La Région a prévu un budget de 80 millions d'euros pour la période 2007-2013 sur cinq priorités : promouvoir l'efficacité énergétique et les énergies renouvelables, développer les transports collectifs, peser sur les comportements grâce à l'information, la connaissance et la formation, encourager la recherche et l'innovation régionales et interrégionales dans les domaines de l'énergie, conforter le pôle énergétique de l'estuaire.

La Région Pays de la Loire et l'Etat financent dans le cadre du Contrat de projet Etat-Région 2007-2013 le projet de site de démonstration houlomoteur Semrev, à hauteur de 5,5 M€ dont 2,2 M€ de la Région.

1.2.2.3. Poitou-Charentes

Afin de profiter de ces atouts géographiques et d'accroître la production décentralisée d'énergie renouvelable, la Région a décidé d'engager un « Plan régional pour le développement des énergies marines ».

La Région a donc lancé une étude visant à déterminer les potentialités de développement des énergies marines. Cette étude se déroule dont l'échéance est prévue mi 2010 aborde notamment:

- › la localisation des zones littorales et marines présentant les propriétés physiques, techniques et biologiques nécessaires au déploiement de technologies de production d'énergie ;
- › l'identification des contraintes spatiales liées aux mesures de préservation et aux usages actuels et projetés de l'environnement littoral et marin ;
- › l'évaluation de la capacité maximale de production pouvant être installée et des rendements énergétiques potentiels annuels atteignables sur 10 ans ;
- › les conditions économiques de réalisation et d'exploitation ;
- › l'identification des acteurs potentiels de ce développement ;
- › le cadre juridique et réglementaire de réalisation.

I.2.2.4. Aquitaine

La Région Aquitaine s'est engagée dans une politique de développement durable (2006) qui s'est traduite dans l'ensemble de ses politiques par la mise en œuvre d'un agenda 21 (2008) et par celle d'un plan climat (dès 2004). Cette démarche se décline à travers les logiques de l'économie du savoir et de la connaissance, de la protection de l'environnement, de la cohésion sociale et territoriale, de la participation et de la transversalité des projets.

L'effort de la Région porte notamment sur la recherche avec le soutien des initiatives régionales visant au développement d'énergies renouvelables et à la promotion de leur utilisation, l'accompagnement des projets aux différents stades de leur développement. Le littoral fait également l'objet d'une politique régionale spécifique axée sur la connaissance et expertise du milieu côtier et la valorisation d'un génie écologique. Une structure de concertation a été mise en place pour animer les démarches régionales dans ce domaine.

Alors que les énergies renouvelables sont une préoccupation affirmée de l'Aquitaine, le développement des potentialités marines n'apparaît qu'en réponse aux initiatives des acteurs.

L'analyse des consommations et productions énergétiques de l'Aquitaine montre la prééminence des sources fossiles.

I.3. Le Portugal

I.3.1. La politique nationale

Les orientations de la politique portugaise se manifestent assez tôt et se concentrent sur la recherche et l'innovation. Le Portugal est dépendant de l'extérieur pour sa consommation de matières fossiles, mais également de l'intérieur car il reste soumis aux variations de son appareil hydraulique. Il est sensible à la fois aux soumissions externes pour son approvisionnement et à l'insuffisance des sources internes. Il a ainsi choisi de mettre l'accent sur la découverte de techniques performantes qui, en lui assurant la possibilité de créer une industrie nouvelle pouvant faire l'objet d'une commercialisation internationale, lui assurerait des ressources propres. Ceci explique sa prudence dans l'expérimentation, car il désire concilier l'optimum technique de production avec une rentabilité économique. De là vient son ciblage fort sur les énergies marines en sélectionnant particulièrement celle des parcs à vagues.

Avec la résolution du Conseil des Ministres de 2005, il lui semble préférable de sélectionner un type d'énergie et de concentrer tous ses efforts sur lui afin d'acquérir une maîtrise technique et industrielle. Opération qu'il a parfaitement réussi sur les énergies renouvelables terrestres, grâce à une politique de grande ampleur. Il possède déjà un des plus importants parcs photovoltaïques d'Europe et son utilisation raisonnée des éoliennes, dans la partie sud de son territoire, lui a permis de construire une filière de production qui assure 90% de ses implantations. Le pari du Portugal sur les énergies vertes lui permet de figurer parmi les "bons élèves" de l'Europe avec 17% de son énergie provenant de sources renouvelables.

Elle concerne un changement d'orientation de la politique énergétique qui, sans modifier les précédents systèmes, incite toutes les interventions à caractère législatif ou réglementaire à prendre en compte l'élaboration progressive d'une nouvelle stratégie nationale.

Le but étant de produire, en 2010, 39% de son électricité totale grâce à des énergies renouvelables, ceci malgré l'augmentation annuelle de 5 à 6% de la consommation. Le Portugal est en effet fortement dépendant de l'énergie hydraulique qui fluctue en fonction de l'humidité du climat. L'estimation de l'effort pour atteindre ce résultat suppose un investissement d'au moins 7 milliards d'euros, qui porterait principalement sur la recherche et développement, afin de répondre aux

nécessités de modernisation du pays, mais surtout de créer une industrie capable d'augmenter la croissance.

Effort d'autant plus nécessaire que s'annonce la libéralisation du marché de l'énergie et, par conséquent, une augmentation de la concurrence. Il est donc souhaitable de promouvoir des industries nouvelles et d'harmoniser les politiques nationales, principalement au niveau de la péninsule ibérique.

II. LES CARACTERES GENERAUX DES PROCEDURES

Les énergies marines renouvelables ne constituent pas un ensemble homogène, d'abord en raison de la variété des techniques d'exploitation qui présentent des caractères très différenciés. Ensuite parce qu'elles ne sont pas toutes au même niveau de maturité ; certaines sont susceptibles d'être utilisées immédiatement dans une phase industrielle, d'autres sont au niveau de l'expérimentation. Enfin, presque toutes ont un caractère mixte, dans la mesure où elles dépendent d'un raccordement terrestre aux fins de se connecter aux réseaux de transport de l'électricité.

Pour ces différentes raisons, leur régime juridique est variable, non seulement en raison de leurs caractères propres qui justifient des procédures simplifiées ou plus complexes, mais encore parce que les traditions culturelles et administratives des pays objets de la comparaison sont distinctes et varient en fonction de la décentralisation plus ou moins poussée de leurs référents administratifs. Cependant les trois États, Espagne, France et Portugal, membres des Nations Unies et de l'Union européenne sont soumis à des engagements internationaux qui jouent un rôle important dans l'harmonisation des politiques et des procédures. Restent toutefois des spécificités qui justifient une étude séparée afin de faire ressortir chaque fois l'esprit des lois propre à chacun.

II.1. Les caractères communs aux trois États

II.1.1. Les engagements internationaux

Les États sont liés par les engagements internationaux auxquels ils ont souscrit. Cela concerne en premier lieu la **Convention internationale sur le droit de la mer** (dite convention de Montego Bay) qui prévoit que dans la mer territoriale, l'État côtier est souverain, mais doit autoriser le passage inoffensif des navires étrangers. Dans la zone économique exclusive il peut, sous réserve des contraintes inhérentes à la navigation maritime, exploiter unilatéralement les ressources biologiques et non biologiques (dont l'énergie marine), et réglementer l'implantation de structures fixes (plateformes, tours, câbles...), mais doit permettre la navigation.

Le fond et le sous-sol de la mer territoriale et des eaux intérieures appartiennent au territoire national et font partie du domaine public maritime. Le fond et le sous-sol de la zone économique exclusive n'ont pas de statut clair, et il n'existe actuellement pas de texte réglementaire général y régissant l'implantation de structures fixes ou de câbles. En fait, le droit international reconnaît à l'État côtier le droit de réglementer les activités dans ce domaine. Un projet d'implantation d'installations de production électrique en mer comprend⁹ :

- › la zone de production d'énergie proprement dite, de plusieurs km², accueillant les machines, les systèmes d'ancrage et un réseau de câbles électriques les reliant les uns aux autres ;

⁹ Protocole recommandé par l'Ifremer pour la réalisation des études d'impact et de surveillance des projets de sites d'implantation d'énergie renouvelable en mer, septembre 2005.

- › la zone de transport de l'énergie constituée par un ou plusieurs câbles sous-marins exportant l'électricité produite vers la terre, de faible largeur mais d'une longueur pouvant atteindre plusieurs dizaines de km ;
- › la zone d'atterrissage, à l'interface entre terre et mer ;
- › la zone de raccordement au réseau électrique le plus proche ;
- › des espaces adjacents nécessaires à la construction et à la maintenance.

La zone de production d'énergie, et donc la zone de transport peuvent se situer dans les eaux territoriales (limite des 12 milles) ou dans la zone économique exclusive (au-delà des 12 milles), ce qui aura des conséquences importantes sur le plan juridique.

Cela concerne de manière plus large, les engagements internationaux issus des réunions organisées par l'**ONU** à l'occasion du Sommet de Rio en 1992 et lors du Protocole de Kyoto en 1997.

Le Sommet de Rio, a le premier imposé à ses signataires, dont tous les pays européens, de mettre en place des programmes nationaux de réduction de gaz à effet de serre ¹⁰. Le Protocole de Kyoto a ensuite fixé des engagements chiffrés pour les pays industrialisés, mais laissant aux États la liberté du choix des moyens pour atteindre ces objectifs. Le Sommet de Johannesburg en 2002 a confirmé ces engagements en faveur des sources d'énergie renouvelables) et encouragé à des partenariats. L'action de l'ONU a été confortée par l'action d'autres organisations internationales comme l'OCDE ou le Conseil de l'Europe. Le thème a été également fortement repris par le G 8 qui, au sommet de Gleneagles, en juillet 2005, a mis très nettement l'accent sur le développement des énergies renouvelables.

Ces grands rassemblements à caractère universel fabriquent un consensus sur la nécessité de respecter, dans l'intérêt de tous, une sorte de code éthique commun. Une fois cette action accomplie, il reste aux États ou aux coalitions régionales de les faire entrer dans le droit positif en fonction de leurs capacités et de leur degré de conviction. La réussite du thème environnemental ne tient plus alors à la seule pression des groupes écologistes et de leurs ONG, mais dépend surtout de ce qu'il soit perçu comme un impératif catégorique. Le moment décisif de l'implantation se fait dans ces moments où les États se réunissent pour décider de l'avenir.

Les engagements européens

Plus contraignantes sont les mesures prises au sein de l'Union Européenne. En mars 2007, le Conseil Européen accepte un renforcement de l'objectif de diminution des GES (Gaz à Effet de Serre) à hauteur d'une réduction de 20% entre 1990 et 2020. Cette décision s'inscrit dans le contexte de stratégie de gestion durable qui a fait du changement climatique un des quatre domaines prioritaires de l'action de l'Union Européenne. De ce fait, l'encouragement aux énergies renouvelables a été inscrit dans l'ensemble des politiques communautaires : régulation du marché intérieur, politique de l'énergie, des réseaux, de la recherche, régionale, agricole, industrielle et les politiques externes.

▪ Les Directives sur l'environnement

À ces contraintes communes, il faut ajouter l'engagement des États sur l'application de la Directive relative à la conservation des états naturels ainsi que de la faune et de flore sauvages, qui crée à cet effet un réseau écologique de zones spéciales protégées dénommées Natura 2000. Ce réseau se traduit par l'élaboration d'une liste de sites d'importance communautaire, notamment pour la région biogéographique de l'atlantique de chacun des pays du RTA.

▪ Le règlement sur les réseaux transeuropéens

La création de réseaux transeuropéens fait partie intégrante des objectifs communautaires, elle est même une des conditions essentielles de l'unification du marché (art 154-TCE). Mais c'est probablement une des plus délicates à mettre en place, car elle se confronte à l'organisation que chaque État a mis en place pour satisfaire à son propre bouquet énergétique. L'interconnexion des

¹⁰ Droit des énergies renouvelables, Bernadette Le Baut-Ferrarese, Éditions Le Moniteur, 2008.

réseaux dans un système de libre concurrence, aussi indispensable soit-elle, se heurte à des monopoles déjà en place, mais également à la volonté des États de ne pas perdre leur maîtrise sur ce secteur vital. Cela est particulièrement vrai quand il s'agit de raccorder des énergies nouvelles comme l'énergie éolienne *offshore* à des infrastructures électriques déjà existantes. Le règlement n°680/2007 du 20 juin 2007 prévoit l'octroi d'aides financières pour la constitution des réseaux transeuropéens de transport et d'énergie. Différents fonds sont mobilisés à cette fin.

▪ **L'encouragement à la recherche**

"La Communauté soutient les énergies renouvelables au moyen d'une programmation pluriannuelle et en les intégrant dans les mesures de son « Centre commun de recherche »".

Plus particulièrement, le 22 novembre 2007, la Commission a proposé un plan en faveur des technologies énergétiques intéressant les technologies de l'éolien en mer, du solaire ou celles de deuxième génération pour l'exploitation de la biomasse.

▪ **Le cas particulier de l'énergie**

Il n'est pas possible d'affirmer qu'il existe dans ce domaine une véritable politique communautaire. Cependant, progressivement, apparaissent des signaux dans ce sens et sans doute le meilleur exemple réside dans l'initiative de la Commission de présenter "un paquet climat-énergie" en 2008.

La convergence souhaitée ne peut passer que par des initiatives individuelles des États, soutenues et encouragées par l'Union car ils sont désireux de conserver leur pleine souveraineté dans ce domaine. Par le biais de campagnes incitatives comme celle du "décollage des sources d'énergie renouvelables", ainsi que par la création de programmes financiers de plus en plus importants, elle cherche à stimuler les initiatives. Cette quête d'une "énergie intelligente" s'adresse aussi bien aux chercheurs qu'aux entreprises décidées à innover. Toutefois ces incitations sont complétées progressivement par des dispositifs plus contraignants, mais qui s'adressent plus spécialement aux bio-carburants, afin de limiter le recours au pétrole.

De façon plus ambitieuse, la Directive 2001/77 avait mis en relief le recours à l'électricité issue des énergies renouvelables, car elle cherchait à installer un véritable régime commun. Mais les États ont usé du principe de subsidiarité afin de rester libres de composer, chacun, leur propre bouquet énergétique. La controverse s'est installée sur le caractère indicatif ou obligatoire de la liste proposée par la directive ; des contentieux sont nés et ont conclu à un refus de son caractère normatif¹¹. Seul garde un caractère obligatoire l'objectif de diminution quantitative du recours à des énergies fossiles.

"Malgré une augmentation d'environ 50% de la production d'électricité à partir d'énergies renouvelables, la part de la consommation devrait ainsi, dans le meilleur des cas, approcher 18-19% d'ici 2021"¹². Mais, pour autant, la pression ne se relâche pas et la Commission détient des moyens de pression tant politiques que financiers pour accélérer la mise en place d'une véritable politique commune de l'énergie.

▪ **La Directive 2009/28/CE sur la promotion de l'utilisation de l'énergie produite à partir de sources renouvelables**

Malgré les doutes et les avancées relatives qui avaient marqué les initiatives étatiques, la Directive 2009/28/CE du Parlement et du Conseil du 23 avril 2009, marque un tournant dans l'utilisation des énergies renouvelables. Elle apparaît, à bien des égards, compte tenu de ses caractères contraignants précis, comme une sorte de "sur-code", susceptible de transformer en profondeur la politique énergétique des États et leurs réglementations.

La nécessité d'appliquer des règles claires s'impose afin de motiver chercheurs et investisseurs.

¹¹ - Ouvrage précité (note 6)

¹² - Ouvrage précité, p. 310 (note 6)

Les motivations ne manquent pas d'intérêt, car elles mêlent très habilement l'impératif de sécurité des approvisionnements afin d'éviter la dépendance de l'extérieur, avec celui de la stimulation d'industries naissantes, indispensables pour accroître l'emploi et donc la stabilité sociale des États.

Mais, sans doute, le phénomène le plus novateur concerne la modification exigée des procédures juridiques des États afin de parvenir à une harmonisation des règles, condition de l'unité du marché, et d'un maximum d'efficacité (art 13).

Ainsi les administrations en charge de délivrer les licences et autres autorisations doivent être objectives, transparentes, non discriminatoires et proportionnées. Ce qui suppose également (point particulièrement important pour les structures administratives complexes des États) un degré très élevé de coordination entre instances compétentes. L'Union a parfaitement pris conscience de ce caractère et de la nécessité urgente de les simplifier. La précision des exigences communautaires s'affirme lorsqu'il est recommandé, pour les entreprises énergétiques de faible importance, d'éviter les procédures communes et de leur substituer une simple notification. Un souci de convergence intra-communautaire anime la directive qui souhaite que chaque État évite les distorsions manifestes de procédure par rapport aux autres États.

Afin de placer les États dans une situation d'obligation, la Directive a recours à trois techniques :

- › en premier lieu, ils devront délivrer les certificats de garantie afin d'informer l'opinion et les installateurs du degré de SER dans l'énergie produite,
- › ensuite, ils devront créer des normes afin d'obliger les architectes et promoteurs à utiliser ce type de ressources,
- › enfin, l'édition d'un calendrier de contrôle confié à la Commission, qui devra recevoir régulièrement des rapports sur la promotion des SER.

A ce dernier niveau intervient un système de planification extrêmement intéressant par le potentiel de mutation juridique et politique qu'il contient. Les États sont tenus à élaborer des plans d'action nationaux, contenant des mentions obligatoires sur les objectifs et les moyens, dont la Commission est chargée à la fois d'établir le modèle et de vérifier la conformité. Ils devront être soumis au plus tard le 30 juin 2010 et suivre une trajectoire indicative afin de prolonger dans le temps la courbe d'augmentation progressive d'utilisation des énergies marines renouvelables (art 4-D).

- › Ces contraintes impliquent des modifications du droit positif interne des États (14).
- › Un encouragement est donné aux initiatives conjointes de manière à ce que l'énergie puisse circuler librement dans toute l'Union. Une attention toute spéciale est portée aux problèmes de raccordement et l'État se voit contraint d'accepter en priorité l'électricité S.E.R. et d'organiser son réseau en fonction de cet impératif.
- › Afin de s'assurer de la bonne exécution de ces différentes mesures, la directive installe un système d'exécution obligeant les États à rendre compte de leurs progrès. Ainsi le 31 décembre 2011 (art 22) la Commission doit recevoir un premier rapport suivi d'autres tous les deux ans, le dernier étant celui du 31 décembre 2021. Devront y figurer les mesures d'aides, le fonctionnement des certificats de garantie, les progrès et améliorations des procédures administratives, les mesures assurant le transport, la réduction attendue des G.E.S.
- › L'État devra en outre préciser s'il a l'intention (art 22-3) de « mettre en place un organisme administratif unique chargé de toutes les autorisations, de faire l'inventaire des lieux les mieux appropriés à ces installations et, s'il a bien prévu de rendre des avis favorables chaque fois que son administration aura dépassé les délais prescrits ».

Il s'agit véritablement d'une Charte commune contraignant les États à modifier leur législation afin de respecter les obligations communautaires. Il faut donc s'attendre à voir intervenir de nouveaux codes qui (curieusement, sans se réclamer de la Directive) auront alors une allure commune qui effacera les disparités juridiques et culturelles de chaque État.

II 1 2. Les problèmes communs

Tous les États de l'Europe maritime sont plus ou moins concernés par des problèmes identiques qui relèvent de l'insertion d'un nouvel usage des zones maritimes, des liens avec la terre et des compétences et responsabilités liées des États. Il est possible de dresser une liste qui réunit les caractères généraux des difficultés auxquelles sont confrontés les États.

▪ L'insertion d'un nouvel usage

L'insertion d'un nouvel usage de la mer parmi d'autres, plus anciens mais tout aussi légitimes, est certainement la source la plus importante de conflit. La vacuité du milieu n'est qu'une apparence. La pêche, en premier lieu, est une activité économique dont aucun État n'est en mesure de se passer. L'implantation des éoliennes, des hydroliennes ou des systèmes houlomoteurs présente des risques de perturbation aussi bien des zones travaillées par les pêcheurs depuis longtemps que des zones de frayère et de nurserie. Les marins pêcheurs sont de fait particulièrement vigilants, ceci d'autant plus que leur activité est menacée par l'affaiblissement de la ressource. Mais la difficulté provient en grande partie de l'incertitude sur les interactions entre pêche et exploitation des énergies marines, et seule l'observation pendant un certain laps de temps sera en mesure d'apporter des réponses.

Par ailleurs, le tourisme et la navigation de plaisance sont soucieux d'éventuelles nuisances paysagères, ce qui risque d'avoir un effet dissuasif sur les projets d'éoliennes en mer. Les commerces riverains sont vigilants sur cet aspect à moins de réussir à inverser le regard en donnant une dimension attractive à ces parcs d'éoliennes. Le fait même de recourir à des termes plaisants pour les désigner : "parcs, fermes, jardins" en dit long sur cette tentative de métamorphose champêtre.

Les implantations de nouveaux équipements sont également de nature à limiter les zones de navigation pour la marine marchande. Il serait également imprudent pour les États de ne pas se soucier de la sécurité, tant maritime qu'aérienne, qui pourrait être menacée par une source nouvelle d'accidents.

Reste enfin la montée récente mais pressante des préoccupations écologiques. La difficulté prend ici une nouvelle dimension, car la préservation des habitats, de la faune et de la flore, si elle est un souci évident, ressortit encore de l'intention prudente, mais ne possède que peu d'instruments de mesure avérés pour apprécier les perturbations.

Autant dire qu'il est nécessaire d'élaborer des protocoles qui ne sauraient s'arrêter à un simple constat préalable à l'installation des systèmes. Il faut également un contrôle susceptible de peser au fur et à mesure les avantages et les inconvénients.

▪ Une deuxième difficulté est liée à l'atterrage de ces systèmes de production d'énergie

Le système de transport de l'électricité est naturellement antérieur à celui de l'arrivée d'un nouveau fournisseur. Il a sa propre logique de parcours, et sa capacité a été déterminée en fonction d'autres impératifs. Le circuit peut être public ou privé et oblige donc à une entente pour la distribution du courant. On comprendrait mal l'insistance des gouvernements à organiser ces nouveaux modes de production sans qu'ils ne produisent en même temps des normes obligatoires de raccordement. Si la question est aisée à résoudre sur un plan politique et juridique, il est en même temps nécessaire de promouvoir une politique d'incitation financière ou fiscale pour aider le promoteur à supporter le surcoût éventuel. Mais ceci ne doit pas se faire au détriment des règles de concurrence. Si l'on en juge par l'abondance des règlements afin de trouver une solution à ce problème, la question n'est pas aisée et, à vrai dire, une enquête révélerait que, dans la plupart des pays, elle a posé des problèmes qui, pour le moins, retardent la mise en exploitation des systèmes.

▪ **Le renforcement du rôle de l'État**

Dans ce domaine, la puissance de l'État se trouve renforcée. En effet, la souveraineté lui est reconnue sur le domaine public maritime et, par ailleurs, il agit au nom d'un intérêt général dépendant de ses engagements internationaux. Cela ne va pas sans froissement du pouvoir autonome en Espagne, qui reste, en même temps, dépositaire de nombreuses compétences en ce qui concerne le raccordement des lignes de transport. La difficulté est moins grande en France où l'État use du pouvoir déconcentré du préfet pour se rapprocher au plus près du lieu de l'implantation tout en gardant la haute main sur le dispositif. Le Portugal a agi différemment en concédant ses pouvoirs à une entité de droit public gestionnaire d'une zone pilote, mais il conserve le droit d'être informé et en fait détient le droit du dernier mot sur les expérimentations en cours.

De ce dernier caractère, il est logique de déduire en même temps certaines obligations particulières pour l'État. Il lui appartient en fait de déterminer les emplacements optimaux pour les installations nouvelles. Cela l'oblige à dresser des cartes des côtes afin de déterminer les lieux les plus propices ou, tout au moins, prévenir les promoteurs de ceux qui leur sont interdits. Les trois États ont entrepris ce travail et l'Espagne a déjà publié la cartographie correspondante de ses côtes. La France a décidé d'agir dans le même sens. Quant au Portugal, son choix préalable d'une zone pilote lui a permis d'attendre le résultat des expérimentations pour se lancer dans la même opération.

▪ **Les embarras du droit**

Les trois États sont également concernés par le même piège juridique. En effet, la tradition réglementaire d'origine romaine pèse lourdement sur la solution des problèmes posés par ces énergies nouvelles. Le droit est fait pour commander à la nature et encadrer le comportement des hommes et l'aménagement des choses. Mais, dans cette entreprise particulière, ils ont affaire à un objet mouvant, incertain et ambigu.

- › Mouvant parce que la plupart de ces procédés ne sont pas parvenus à maturité, leur caractère expérimental oblige d'envisager l'échec, mais aussi l'arbitrage entre procédés concurrents. Autrement dit, la norme juridique est d'un faible effet sur le parcours et seule une politique empirique, changeante, convient.
- › Incertain parce que le droit, dans son essence même, cherche à arrêter le temps et à enfermer les situations dans des moules procéduraux rigides. Or, ici, surtout dans la phase initiale, la concertation, « l'arrangement », le compromis prévalent. La diplomatie l'emporte nécessairement sur les conduites figées par les lois et règlements.
- › Ambigu parce que les énergies vertes ne forment pas une catégorie homogène. Différentes techniques juridiques sont appelées pour traiter de chacune des spécificités. D'un côté pour les technologies parvenues à maturité, il faut recourir aux instruments classiques pour des filières utilisant le domaine public maritime à des fins industrielles, et d'autre part, il faut prévoir des instruments adaptés à des politiques de recherche et d'expérimentation. Les deux se rejoignent au moment où il faut choisir des systèmes d'aides financières ou d'incitation fiscale.

Toutefois les contextes politiques, les ressources naturelles et le génie procédural des États sont très différents et justifient la spécificité des procédures.

II.2. Le maintien des spécificités procédurales de chaque État

Il n'est pas certain que la comparaison entre trois États "latins" soit totalement pertinente en ce qui concerne la mise en place des énergies marines renouvelables. Sans doute l'Espagne a déjà fait un très grand effort dans ce sens, mais les deux autres pays ont obéi à des logiques assez différentes, compte tenu pour la France de ses engagements nucléaires, et pour le Portugal du fait de l'exiguïté de son territoire et de sa volonté de spécialisation. (Cf. Tableau annexe pages suivantes).

En Espagne, le Décret Royal 1028/2007 établit la procédure administrative de traitement des demandes d'installations énergétiques, applicable à l'énergie éolienne offshore, sa principale destination, comprenant une phase initiale de mise en concurrence et une réserve de zone. C'est un préalable avant le traitement de l'autorisation d'installation et d'occupation du domaine public maritime et la déclaration d'impact environnemental. Ceci se traduit par des investissements considérables, sans certitude quant à l'obtention de l'autorisation. Pour les autres énergies marines, concernant des projets à caractère expérimental, et des parcs éoliens de moins de 10 MW, s'applique la procédure simplifiée qui évite la première phase. Un des avantages de cette procédure est d'établir un guichet unique pour les permis d'autorisation, bien qu'elle nécessite un temps d'adaptation et un niveau de coordination administrative qui n'ont pas encore été atteints, ce qui amène la procédure à se dilater dans le temps.

Le Portugal, compte-tenu de sa spécificité, n'a pas envisagé de procédure simplifiée, les sites retenus ayant ce caractère expérimental par nature. La France n'a pas encore prévu de procédure simplifiée et la législation est en cours de modification pour adapter le cadre juridique à ces nouveaux enjeux.

Les délais moyens relevés¹³ pour obtenir l'autorisation de réaliser un parc éolien offshore sont, dans les régions de l'espace atlantique, encore particulièrement longs :

Pays	Délai moyen d'obtention de l'accord de construction (en mois)	Nombre moyen d'autorités (contacts directs et indirects)
Finlande	8,25	33,75
Royaume Uni	26,87	15,21
France	29,58	36,28
Espagne	57,74	9,81
Portugal	58,03	14,19
Onshore EU	42,32	18,16
Offshore EU	18,52	22,80

CONCLUSION

Le panorama comparatif des politiques et des procédures juridiques de l'Espagne, de la France et du Portugal illustre à la fois leur désir d'accéder à de nouvelles utilisations énergétiques de la mer et leur soumission à des modèles d'action, liés à leurs choix politiques et à leurs traditions administratives très différentes les unes des autres. L'Espagne a été la plus rapide à se doter d'un système clair et productif qui n'est que l'extension de son option en faveur d'éoliennes terrestres. La France peu empressée, compte tenu de sa préférence nucléaire, est obligée à la fois par ses engagements européens et sa volonté d'équilibrer son bouquet énergétique, de rattraper son retard en modifiant ses codes et ses investissements. Quant au Portugal, il a habilement tenu compte de ses possibilités pour concentrer tous ses efforts afin d'élaborer un modèle performant à partir de son expérience d'un parc houlomoteur.

En principe, la comparaison aurait dû faire apparaître une forte différence entre deux États centralisés et l'État autonome espagnol, phénomène qui ne se trouve pas confirmé, du fait de la propriété exclusive de l'État sur le domaine maritime. En fait, même si les approches juridiques sont différentes, elles font ressortir des contraintes communes identiques, liées à l'insertion d'un nouvel usage dans un milieu où d'autres avaient le privilège de l'ancienneté. De la même façon, l'appareil administratif est sollicité par la nécessité de coordonner ses efforts, alors que les traditions romaines

¹³ cf. Wind Barriers, présentation à la conférence et exposition européenne de l'énergie éolienne (EWEK), avril 2010.

du droit les ont conduits à des systèmes séparatifs afin de délimiter un espace propre et spécifique pour chaque ministère. Néanmoins, les réponses ne sont pas identiques dans les trois pays. Pour cette raison, il est utile d'entrer dans le détail des procédures, afin de faire émerger le génie juridique particulier à chacun de ces États.

Dans une perspective très générale, qui avait pour but de rechercher « l'esprit des lois » de chacun des pays concernés, cette vue cavalière dégage une impression commune. C'est l'idée que seul le droit est à même de régler ce problème. Cette conclusion paraît logique même si elle n'est pas parfaitement appropriée, (remarque provocante au regard de nos traditions et des principes du régime démocratique). Pourtant, si la norme doit intervenir, peut-être est-elle simplement mal placée. Trop exigeante, elle décourage et rate son but de faciliter l'émergence de ressources nouvelles. Trop faible, elle ne permet aucune régulation ni recours. Sans doute serait-il opportun de procéder grâce à deux procédures simultanées : l'une aurait pour but d'encadrer les négociations entre usagers par une sorte de négociation « diplomatique » organisant la concertation et débouchant sur des compromis où chacun pourrait sauvegarder ses intérêts. Phase très « politique » qui aurait en charge de faire converger intérêts publics et privés. L'autre relève de l'action régaliennne des États. Elle vise au respect des Lois afin que le choix d'un emplacement ne puisse nuire en rien à la sauvegarde des choses dont il a la garde. Autrement dit, il se doit d'assurer la coordination de ses services, de leur fixer des délais impératifs et de simplifier l'instruction des dossiers. Il doit devenir acteur plutôt que spectateur, abandonnant le promoteur dans le labyrinthe des lois.

ESPAGNE	FRANCE	PORTUGAL	
Textes en vigueur			
<ul style="list-style-type: none"> • Textes DR 1955 du 1^{er} décembre 2000, 1028 du 20 juillet 2007 • Régions autonomes consultées pas de pouvoir décisionnel ; sous le régime de l'application des textes concernant l'énergie et l'environnement 	Pas de textes spéciaux	conditions générales Texte spécial : décret-loi 189/88	conditions spéciales pour l'énergie des vagues D. L N 238/2008
Installations concernées			
Éoliennes offshore (plus de 50 KW)	Toutes installations sur domaine public	Toutes installations, principalement hydroliennes	Énergie des vagues dans zone concédée
Autorité compétente			
<ul style="list-style-type: none"> • État : Ministre de l'Industrie, du Commerce, du Tourisme • DGPEM (Direction Générale de la Politique Énergétique et des Mines) 	État => Préfet (autorité déconcentrée)	Entité gestionnaire de la zone pilote	Ministère de l'économie et de l'Innovation
Lieu d'exercice			
Plan étatique des Côtes avec zones possibles Positions définies	Pour l'éolien offshore posé, planification des zones en cours de détermination en 2010 par façade maritime. Pour les autres énergies marines, à déterminer au cas par cas.	zone pilote	Zone concédée sur Domaine public maritime dans zone pilote
Titres autorisant l'occupation			
	Concession d'occupation du domaine public_maritime	3 types de régimes : <ul style="list-style-type: none"> • expérimentation et démonstration, • régime pré-commercial, • régime commercial 	Régime de concession de droit public signée par Ministère de l'Économie qui rédige les clauses + signatures du Ministre des Finances, de la Défense, de l'Environnement, de l'Aménagement du Territoire + Avis de la commission du Domine public et avis Instance régulatrice des Énergies Électriques
	Permis de construire	Demande de licence	Après Concession document géophysique de caractérisation de zone, en collaboration avec services des ministères concernés Règlement général d'accès à zone pilote

ESPAGNE	FRANCE	PORTUGAL	
<p>1^{ère} phase Caractérisation de zone</p> <p>①A. Instruction à la charge du demandeur durée 2 ans recherche sur capacité du lieu Réserve de zone : dossier ; toutes les informations réclamées par services suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ministère de l'Environnement, Direction Générale des Côtes • Ministre des Travaux Publics, Direction Générale Marine Marchande • Autorité portuaire, Ministre Agriculture pêche et alimentation <p>B. avis des ministères concernés apport et avis dans un délai de 90 jours</p> <p>② Procédure de mise en concurrence entre les différents demandeurs menée par un</p> <p>③ Comité d'évaluation composé des sous-directeurs de tous les ministères concernés Déterminer le projet le + performant Délai de 3 mois pour présenter proposition Caution à déposer de 1% supplémentaire de son budget</p> <p>④ décision par DGPEM</p>	<p>A. Concession d'occupation du domaine public</p> <ul style="list-style-type: none"> * Respect des obligations dictées par textes généraux * Structures administratives séparées donnent avis au Préfet <ul style="list-style-type: none"> • affaires maritimes (Direction Régionale et Direction Départementale) • services fiscaux • grande commission nautique, des communes du siège • du préfet maritime avec droit de veto lois spéciales • architecture et Bâtiments de France • armée de l'air, aviation civile • commission départementale des sites • DIREN, DRIRE, DDASS, • Direction départementale de l'Agriculture et de l'Équipement * Enquêtes publiques <p>B. Permis de construire délivré par Préfet</p> <ul style="list-style-type: none"> • Maire instruit <p>Enquêtes publiques</p> <ul style="list-style-type: none"> • Préfet décide <p>C. Autorisation au titre du Code de l'environnement et de la loi sur l'eau</p> <p>D. Procédures liées à l'exploitation électrique</p> <ul style="list-style-type: none"> • Demande de raccordement au réseau • Autorisation d'exploiter (loi du 10 février 2000) • Certificat ouvrant droit à l'obligation d'achat 	<p>Conditions à remplir par demandeur</p> <ul style="list-style-type: none"> • choix du régime • capacités techniques et financières • intérêt économique • sécurité du système • absence de nuisance pour environnement • promesses de garanties <p>Soumis pour avis aux autorités administratives compétentes</p> <p>Procédure de mise en concurrence</p>	<p>Remise en propriété de l'entité gestionnaire (de droit public)</p>
<p>2^e phase autorisation de l'installation par concession d'occupation du domaine public maritime</p> <p>Donnée par Direction Générale des Côtes + autorisation de la Direction de la Marine Marchande et du Ministère du Développement</p>	<p>Respect des textes suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Code de l'environnement : L 123.8 - R 421.19 • Code de l'Urbanisme : R 431.5a à 431-12 ; R 431.13 R 431.34 • Enquêtes publiques et application des lois spéciales : <ul style="list-style-type: none"> ○ Loi 16 oct. 1919 : utilisation énergie hydraulique ○ Loi 86-2 du 3 Janvier 1986 Aménagement du littoral ○ Loi sur les plages L 321-5 Code de l'environnement ○ Loi N - 2005 - Politique énergétique 		
Procédures dérogatoires			
<p>Procédure simplifiée pour puissance inférieure à 10 MW pour les éoliennes et tous les projets concernant les autres technologies : suppression des formalités réserve de zone et mise en concurrence des promoteurs.</p>	<p>Pas de procédures dérogatoires ou simplifiées Autorisation d'occupation temporaire (AOT) du DPM possible pour des essais en mer sans raccordement au réseau</p>	<p>Conditions spéciales pour l'énergie des vagues</p>	

ENJEUX ÉCONOMIQUES ET FINANCIERS

Sommaire

I. INTRODUCTION	42
I.1. L'utilisation des EMR au niveau mondial	42
I.2. L'utilisation des EMR dans l'Union Européenne	42
II. ORGANISATION INDUSTRIELLE	42
II.1. Marché	42
II.2. Acteurs	42
II.3. Synergies et conflits d'usages	42
II.4. Connexion au réseau	42
III. INTÉGRATION DANS LE TISSU ÉCONOMIQUE	42
III.1. Secteurs économiques impliqués	42
III.2. Activité de R&D	42
IV. ASPECTS ÉCONOMIQUES - FACTEURS CLÉS	42
IV.1. Coût de l'installation	42
IV.2. Coût de maintenance	42
IV.3. Coût de l'énergie	42
IV.4. Prix de vente	42
IV.5. Assurance, propriété intellectuelle, normalisation et certification	42
V. INTÉRÊT POUR LES PAYS DE L'UNION EUROPÉENNE FINANCEMENT ET STIMULANTS	42
VI. CONCLUSIONS	42

I. INTRODUCTION

I.1. L'utilisation des EMR au niveau mondial

Selon le dixième inventaire mondial de l'électricité produite par des sources renouvelables, publié par Observ'ER et Électricité de France (EDF) en 2009, la production d'électricité renouvelable a atteint 3762,6 TWh en 2008, soit, 18,7% de la production totale, pourcentage très inférieur à l'électricité produite à partir de combustibles fossiles (67,6%).

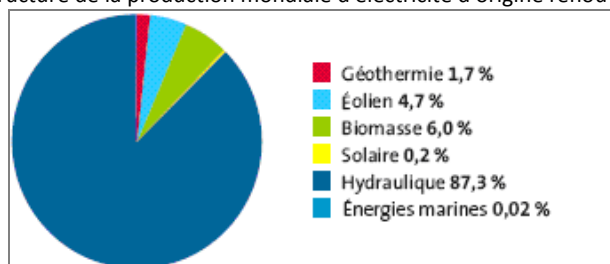
Figure 31 : Production mondiale d'électricité par source

Production mondiale d'électricité par source							
TWh	1997	2004	2005	2006	2007	TCAM 97/07	TC 06/07
Géothermie	42,4	56,1	58,3	59,6	62,6	4,0 %	5,0 %
Éolien	12,6	83,6	103,3	130,8	169,3	29,6 %	29,4 %
Biomasse	114,3	172,9	188,5	200,9	217,9	6,7 %	8,4 %
dont biomasse solide	90,3	128,2	137,8	146,6	158,0	5,8 %	7,8 %
dont biogaz	8,7	20,0	21,9	24,0	29,1	12,9 %	21,5 %
dont biomasse liquide	—	0,9	3,0	3,4	3,1	143,8 *	-7,1 %
dont déchets municipaux	15,4	23,9	25,8	27,0	27,6	6,0 %	2,3 %
Déchets non renouvelables	27,6	41,7	38,5	40,1	42,7	4,5 %	6,6 %
dont déchets industriels	12,8	18,4	13,4	14,0	16,1	2,3 %	15,0 %
dont déchets municipaux	14,8	23,3	25,1	26,1	26,7	6,1 %	2,2 %
Solaire	0,870	3,314	4,577	6,142	8,517	25,6 %	38,7 %
dont photovoltaïque	0,363	2,727	3,981	5,592	7,9	36,0 %	40,4 %
dont thermodynamique	0,507	0,587	0,596	0,550	0,7	2,7 %	20,9 %
Hydraulique	2 616,3	2 890,8	2 996,0	3 079,6	3 145,5	1,9 %	2,1 %
dont pompage-turbinage	70,8	81,1	76,3	74,6	83,9	1,7 %	12,5 %
Énergies marines	—	0,549	0,565	0,550	0,600	-1,4 % **	0,0 %
Nucléaire	2 391,5	2 735,8	2 765,2	2 788,2	2 735,4	1,4 %	-1,9 %
Fossile	8 795,2	11 546,9	12 143,0	12 665,0	13 442,4	4,3 %	6,1 %
Total renouvelable	2 786,6	3 207,3	3 351,2	3 477,7	3 604,4	2,6 %	3,6 %
Total conventionnel	11 214,3	14 324,4	14 946,7	15 493,3	16 220,4	3,8 %	4,7 %
Total production	14 000,9	17 531,7	18 297,9	18 971,0	19 824,8	3,5 %	4,5 %
Part renouvelable	19,9 %	18,3 %	18,3 %	18,3 %	18,2 %		

* TCAM 01/07 | ** TCAM 00/07

L'électricité renouvelable provient de six sources alternatives : hydro-électrique (86,3%), biomasse (5,9%), éolienne (5,7%), géothermique (1,7%), solaire (0,3%) et énergies marines (0,01%).

Figure 32 : Structure de la production mondiale d'électricité d'origine renouvelable en 2008



Si nous considérons le grand potentiel des énergies marines renouvelables, son utilisation actuelle est très faible. Les mers et les océans couvrent 70% de la surface de la planète,

débouchant sur un potentiel total de sources d'énergie renouvelables dans plusieurs terawatts¹⁴ (1 TW équivaut à 1 000 GW ou 1 000 millions de kilowatts).

Les vents océaniques constituent actuellement la source d'origine marine renouvelable la plus importante puisqu'elle profite entre autres, d'une grande partie des avancées technologiques développées pour le secteur éolien terrestre. Selon un rapport d'ODS-Petrodata, l'énergie éolienne marine croîtra partout dans le monde à un rythme de 32% annuels dans la prochaine décennie. Le rapport « International Offshore Wind Market to 2020 » indique que fin 2020, la puissance installée atteindra les 55 GW, puissance suffisante pour approvisionner les besoins de 37 millions d'habitations. Actuellement la production européenne d'énergie éolienne marine est inférieure à 2GW, ce qui donne une idée du potentiel de développement du secteur.

Figure 33 : Capacité globale installée dans éolienne offshore

	2008	2009
United Kingdom	586,0	688,2
Denmark	423,4	663,9
Netherlands	246,8	246,8
Sweden	133,7	163,7
Belgium	30,0	30,0
Ireland	25,2	25,2
Finland	24,0	24,0
Germany	12,0	72,0
Italy	0,1	0,1
Total EU 27	1 481,1	1 913,8

* Inclues éoliennes situées à proximité des côtes et éoliennes tests. Included near-shore projects and offshore test of wind turbines. ** Estimation. Estimate. Les décimales sont séparées par une virgule. Decimals are written with a comma.

En Chine, de substantiels investissements sont réalisés dans des projets d'installation de parcs éoliens offshore.

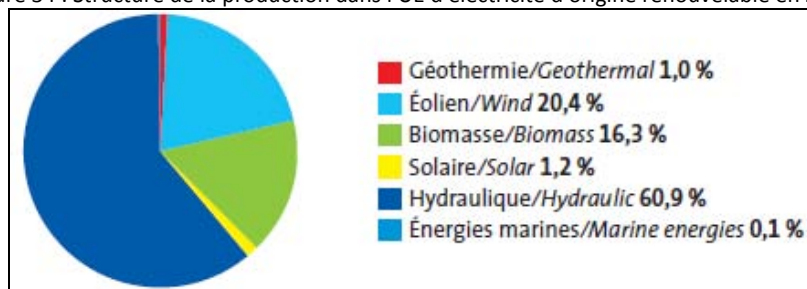
Aux États-Unis d'importants investissements sont réalisés dans la R & D pour le développement des énergies marines renouvelables, principalement dans les domaines des biocarburants dérivés d'algues et l'utilisation des vagues et des courants.

I.2. L'utilisation des EMR dans l'Union Européenne

Durant l'année 2008 la production d'EMR dans l'UE atteignait à peine 0,1% du total de la production d'électricité d'origine renouvelable en comparaison avec l'hydraulique (60,9%), l'éolien terrestre (20,4%) et la biomasse (16,3%), indépendamment du géothermique et du solaire avec respectivement 1,0% et 1,2%.

¹⁴ Source : « État des Énergies Renouvelables en Europe - Édition 2008 », 8^e Bilan EurObserv'ER

Figure 34 : Structure de la production dans l'UE d'électricité d'origine renouvelable en 2008



Au cours de cette même année, la production totale d'énergie renouvelable dans l'UE a atteint une valeur de 573,5 TWh pour un total d'énergie produite de 3367,4 TWh, ce qui correspond seulement à 17% d'énergie renouvelable, incluant l'énergie hydro-électrique conventionnelle.

Figure 35 : Production dans l'UE d'électricité par source

Production électrique par source/Electric production by source							
TWh	1998	2005	2006	2007	2008	TCAM/AAGR 98/08	TC/GR 07/08
Géothermie/Geothermal	4,3	5,5	5,7	5,9	5,8	3,1 %	-0,8 %
Éolien/Wind	11,1	70,4	82,4	104,3	117,2	26,6 %	12,4 %
Biomasse/Biomass	29,0	69,3	77,4	88,8	93,6	12,4 %	5,4 %
dont biomasse solide/solid biomass share	19,5	41,7	46,0	52,8	55,5	11,0 %	5,2 %
dont biogaz/biogas share	4,0	13,4	15,3	18,5	19,7	17,4 %	6,3 %
dont biomasse liquide/liquid biomass share	-	2,8	3,5	3,3	3,7	119,8 %*	11,8 %
dont déchets municipaux/municipal waste share	5,6	11,4	12,6	14,2	14,6	10,1 %	3,1 %
Déchets non renouvelables/ Non-renewable waste	13,4	15,6	16,7	17,7	18,5	3,3 %	4,8 %
dont déchets industriels/industrial waste share	8,1	4,6	4,4	4,8	5,0	-4,7 %	5,5 %
dont déchets municipaux /municipal waste share	5,2	11,0	12,3	12,9	13,5	10,0 %	4,5 %
Solaire/Solar	0,086	1,5	2,5	3,9	7,1	55,4 %	82,1 %
dont photovoltaïque /photovoltaic share	0,086	1,5	2,5	3,9	7,0	55,3 %	81,5 %
dont thermodynamique /thermodynamic share	-	-	-	0,008	0,037	-	362,5 %
Hydraulique/Hydraulic	368,6	330,3	333,5	333,5	349,3	-0,5 %	4,7 %
dont turbinage/pompage /pump storage share	25,2	36,1	35,8	33,8	32,2	2,5 %	-4,9 %
Énergies marines/Marine energies	0,590	0,534	0,519	0,519	0,513	-1,4 %	-1,2 %
Nucléaire/Nuclear	932,9	997,7	989,9	933,8	938,0	0,1 %	0,4 %
Fossile/Fossil	1550,8	1802,3	1834,6	1870,7	1837,4	1,7 %	-1,8 %
Tot. renouvelable/renewable	413,7	477,5	502,1	536,9	573,5	3,3 %	6,8 %
Tot. conventionnelle/conventional	2497,0	2815,6	2841,1	2822,2	2793,9	1,1 %	-1,0 %
Total production	2910,6	3293,2	3343,2	3359,1	3367,4	1,5 %	0,2 %
Part renouvelable/Renewable share	14,2 %	14,5 %	15,0 %	16,0 %	17,0 %		

* TCAM/AAGR 01/08

Les raisons et l'intérêt réel d'augmenter le pourcentage de production d'énergie renouvelable dans l'UE sont concrétisés dans les considérations préalables à la Directive 2009/28/CE du Parlement Européen et du Conseil de du 23 avril 2009, où il est établi que chaque État membre veillera à ce que la quote-part d'énergie de sources renouvelables dans sa consommation finale brute d'énergie, en 2020, soit équivalente au moins à l'objectif global national de quote-part d'énergie de sources renouvelables durant l'année (Figure 6). Ces objectifs globaux nationaux obligatoires seront équivalents à un quota de 20% au moins d'énergie de sources renouvelables dans la consommation finale brute d'énergie de la Communauté pour 2020. L'intérêt de développer les EMR dans les pays littoraux de l'UE, en commençant par une phase importante de R&D, s'avère très prometteur, au vu des ressources potentielles existantes pour ce type d'énergies renouvelables.

Figure 36 : Objectifs globaux nationaux

Pays	Part d'énergie produite à partir de sources renouvelables dans la consommation d'énergie finale brute, en 2005 (S ₂₀₀₅)	Objectifs pour la part d'énergie produite à partir de sources renouvelables dans la consommation d'énergie finale brute, en 2020 (S ₂₀₂₀)
Belgique	2,2%	13%
Bulgarie	9,4%	16%
République tchèque	6,1%	13%
Danemark	17,0%	30%
Allemagne	5,8%	18%
Estonie	18,0%	25%
Irlande	3,1%	16%
Grèce	6,9%	18%
Espagne	8,7%	20%
France	10,3%	23%
Italie	5,2%	17%
Chypre	2,9%	13%
Lettonie	32,6%	40%
Lituanie	15,0%	23%
Luxembourg	0,9%	11%
Hongrie	4,3%	13%
Malte	0,0%	10%
Pays-Bas	2,4%	14%
Autriche	23,3%	34%
Pologne	7,2%	15%
Portugal	20,5%	31%
Roumanie	17,8%	24%
Slovénie	16,0%	25%
République slovaque	6,7%	14%
Finlande	28,5%	38%
Suède	39,8%	49%
Royaume-Uni	1,3%	15%

Bien que le marché soit international, l'Europe est leader dans ce domaine. Les pays du nord de l'Europe ont lancé le marché de l'éolien offshore, en accordant des autorisations d'exploitation et en mettant en pratique des politiques tarifaires qui stimulent l'investissement, avec pour résultat un taux de croissance en 2009 de 54% et on prévoit qu'il atteindra 75% en 2010.

Selon l'Association Européenne de l'énergie Éolienne (EWEA) 50 Mds € seront nécessaires dans les prochaines années pour doter l'UE de parc éoliens offshore et 20 à 30 Mds pour construire de nouveaux réseaux de distribution afin de conserver la position de leader mondial de l'Europe face à la Chine. L'objectif est d'atteindre 40 GW d'ici 2020, 150 GW d'ici 2030. Actuellement plus de 100 GW de projet d'éoliennes en mer ont été proposés ou sont en cours de construction et devraient permettre de réduire les émissions de CO₂ d'environ 202 millions de tonnes par an.

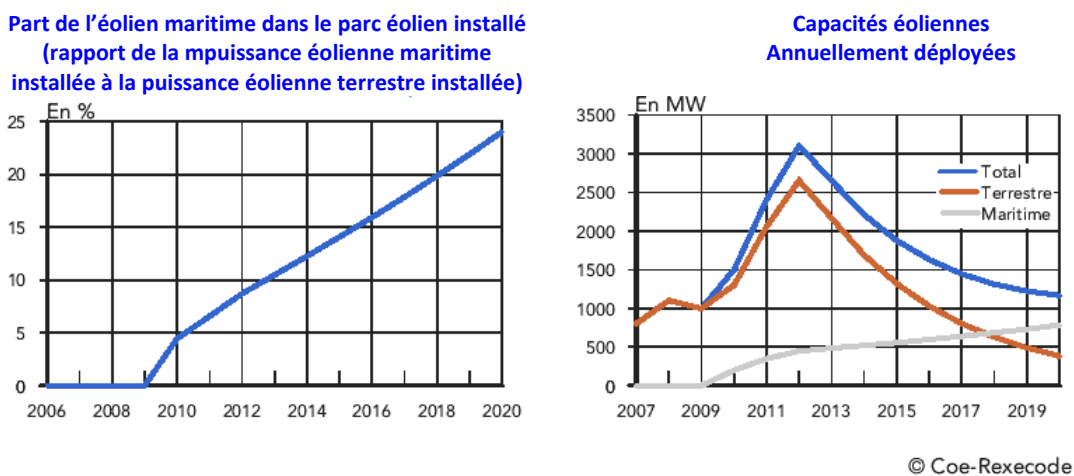
A titre d'exemple de l'élan des énergies renouvelables marines dans l'espace européen, il convient de mentionner que le Royaume-Uni a décidé d'investir 70,26 millions d'euros dans l'industrie des énergies des courants et des vagues, fonds destinés tant à la gestion et à la démonstration de projets concrets, qu'à la promotion d'organismes existants.

D'autre part, en Allemagne, le démarrage de l'éolien offshore a eu lieu avec le lancement du parc Alpha Ventus de 15 MW, subventionné par le gouvernement allemand et cofinancé par un consortium des principaux acteurs en matières énergétiques : Vattenfall, E.ON et EWE. Ce

consortium est présent, actuellement, dans le projet de 40 nouveaux parcs dans la mer (30 dans la Mer du Nord et 10 dans la Mer Baltique).

En France, le Grenelle de l'environnement a défini pour 2020 un objectif de production de 59 TWh d'électricité d'origine éolienne, dont 16 TWh provenant du secteur maritime. Le programme des investissements à réaliser pour le développement de ce potentiel est important et, selon Rexecode, pourrait atteindre 36 Mds d'euros entre 2007 et 2020. La part de l'éolien offshore dans l'augmentation annuelle de la capacité éolienne installée est estimée à 15% en 2012, 44% en 2017 et 68% en 2020, sur la base d'un taux de développement constant par rapport au ralentissement hypothétique de la croissance des capacités terrestres à partir de 2012.

Figure 37: Parc éolien en France: participation de l'éolien offshore et la capacité annuelle installée jusqu'à 2020



II. ORGANISATION INDUSTRIELLE

II.1. Marché

La société actuelle est caractérisée par une consommation énergétique croissante. Il est mondialement reconnu que l'épuisement des sources d'énergie habituelles reste un des principaux problèmes et que le modèle énergétique actuel, dépendant fondamentalement des combustibles fossiles, est indéfendable dans ses dimensions économiques, environnementale et sociale. L'économie et l'efficacité énergétique, ainsi que l'extension de l'utilisation des énergies alternatives renouvelables sont définies comme lignes d'action les plus urgentes.

Indépendamment de la diminution des émissions polluantes et gaz à effet de serre, la génération d'énergie électrique à partir de sources marines renouvelables permet d'améliorer, en particulier pour l'Europe, la sécurité d'approvisionnement dans les zones côtières et d'alléger le coût du transport et de la distribution électrique.

Pour donner une idée de la taille potentielle du marché des énergies marines renouvelables, en se référant seulement au secteur éolien offshore, selon le rapport « E.ON Offshore Wind Energy Factbook - June 2009 », d'E.ON Climate & Renewables, on peut citer que, pour l'Europe, seront installés d'ici 2020 quelques 35 GW d'énergie éolienne offshore, ce qui équivaut à construire quotidiennement une moyenne de 2 grandes turbines éoliennes offshore jusqu'en 2020.

En France, le Grenelle de l'environnement prévoit l'installation d'un parc éolien de 25 000 MW en 2020, dont 6 000 MW en mer. Cela suppose un rythme annuel d'installation en mer de 600 MW d'ici 2020 (soit 100 à 120 éoliennes), représentant plus de 1,5 milliards d'euros d'investissement chaque année.

II.2. Acteurs

Le cycle de développement des énergies renouvelables marines peut être divisé en quatre phases :

- Conception et Planification.
- Construction et Installation.
- Opération et Maintenance.
- Démantèlement.

Dans chacune seront impliqués des acteurs du secteur industriel, du secteur des services et du système de R&D (centres technologiques, universités, etc.). Les principales activités destinées à la fourniture d'énergie électrique sont les suivantes :

▪ **Génération**

Elle consiste en la production d'énergie électrique, en différenciant les générateurs en régime ordinaire des générateurs en régime spécial.

Il faut mentionner ici le type d'entreprises engagées dans cette activité du domaine des EMR, avec une approche différenciée selon les technologies. Pour l'énergie éolienne posée, qui relève de l'extension de technologies terrestres matures il existe un degré élevé de concurrence entre les grands groupes internationaux, qui orientent leurs efforts principalement sur la captation des projets, l'optimisation des technologies et de la supply chain, l'amélioration des rendements. Quant à l'énergie de la houle et celle des courants, le niveau de développement en est encore aux premiers stades. Quand les grandes entreprises de l'énergie s'impliquent dans ces projets, elles s'appuient sur des inventeurs de systèmes qui sont souvent de très petites ou micro entreprises. Ces dernières sont contraintes de s'adosser à des opérateurs expérimentés, non seulement pour les exigences des procédures administratives ou les études d'impact, mais aussi pour les infrastructures et le déploiement offshore.

▪ **Transport**

Il a pour but la transmission d'énergie électrique par le réseau de transport, utilisé afin d'approvisionner différents utilisateurs et pour la réalisation d'échanges internationaux.

▪ **Distribution**

Elle a pour but principal la transmission d'énergie électrique depuis les réseaux de transport jusqu'aux points de consommation. On entend par distributeur toute société marchande qui a comme fonction distribuer l'énergie électrique, ainsi que de construire, de maintenir et d'opérer les installations de distribution, et de manière transitoire, de vendre aux consommateurs finaux ou à d'autres distributeurs l'énergie électrique acquise à tarif préfixé.

Tant en France qu'en Espagne, les activités de transport et de distribution de l'électricité sont toujours sous monopole. En Espagne, la rémunération de l'activité de distribution d'électricité est établie par le décret royal 222/2008 du 15 Février.

▪ **Commercialisation**

Elle consiste en l'achat et la vente d'énergie électrique. Elle comporte la commercialisation de l'énergie électrique à toute société marchande qui accédant aux réseaux transport ou de

distribution a comme fonction la vente d'énergie électrique aux consommateurs directs sur le marché ou à d'autres sujets du système.

Finalement, il ne faut pas oublier le rôle important des organismes officiels et des autorités publiques dans la régulation de cette activité, ainsi que des consommateurs.

Comme référence, dans le tableau suivant, sont rassemblés les principaux indicateurs du marché relatifs à l'utilisation de l'énergie éolienne : nombre d'acteurs impliqués, chiffre d'affaires et division sectorielle.

Figure 38 : Secteur éolien : marché, acteurs et chiffre d'affaire en 2008

	Marché annuel 2008 (MW) <i>Market in 2008 (MW)</i>	Chiffre d'affaires (M€) <i>Turnover (M€)</i>	Répartition du chiffre d'affaires <i>Turnover breakdown</i>
Denmark	42,0 (No.15 EU capacity)	11 400	85% manufacturing 15% O&M
Germany	1 665,4 (No.1 EU capacity)	5 800	40% manufacturing 60% installation and O&M
Spain	1 589,0 (No.2 EU capacity)	3 270	20% manufacturing 35% installation 45% O&M
France	1 060,0 (No.3 EU capacity)	2 700	20% manufacturing 60% study and installation 20% O&M
United Kingdom	929,2 (No.5 EU capacity)	1 500	n.c.
Italy	1 010,4 (No.4 EU capacity)	1 410	21% manufacturing 47% project development and construction, 32% O&M
Sweden	190,0 (No.8 EU capacity)	628	n.c.
Netherlands	477,6 (No.7 EU capacity)	400	90% manufacturing and installation, 10% O&M
Austria	13,4 (No.20 EU capacity)	300	20% manufacturing 80% installation and O&M
Poland	189,1 (No.9 EU capacity)	83	75% manufacturing 10% installation 15% O&M
Finland	33,0 (No.17 EU capacity)	n.c.	n.c.
Luxembourg	8,0 (No.21 EU capacity)	n.c.	n.c.
Slovakia	0,0 (No.24 EU capacity)	n.c.	n.c.
La Slovénie n'a pas d'activité dans l'éolien. Slovenia has no wind power activity. Manufacturing = production. Operation and maintenance (O&M) = exploitation et maintenance Les décimales sont séparées par une virgule. Decimals are written with a comma.			
Source EurObserv'ER 2009			

En se basant sur l'analyse de plus de 700 projets, un rapport d'ODS-Petrodata pronostique que le secteur éolien marin nécessitera des investissements de plus de 61.000 millions de dollars d'ici 2014. Entre 2016 et 2020 ils pourraient atteindre le double. « Même si la crise financière a ralenti le marché, il y a clairement une grande occasion d'affaire ici », assure David Gault, directeur de Renouvelables d'ODS-Petrodata. « Il y a de grands projets industriels qui requièrent beaucoup d'équipements, beaucoup de main d'œuvre et beaucoup d'innovation. C'est une bonne occasion pour que des compagnies d'autres secteurs comme les pétroliers ou les gaziers évaluent si elles peuvent obtenir un morceau de ce gâteau »¹⁵.

¹⁵ Source : www.energies-renouvelables.com

II.3. Synergies et conflits d'usages

Le développement des énergies renouvelables marines implique la participation de divers acteurs et la coexistence de multiples facteurs socio-économiques, ce qui suppose un ensemble de synergies potentielles et/ou de conflits, selon différents points de vue : image, dynamisme du territoire, gestion de la ressource, etc. Un développement exhaustif de ces différents aspects se trouve dans la section « social et environnemental ».

II.4. Connexion au réseau

Dans la Communication de la Commission au Parlement Européen, au Conseil, au Comité Économique et Social Européen, comme au Comité de Régions, intitulée « Offshore Wind Energy : Action needed to deliver on the Energy Policy Objectives for 2020 and beyond » (Bruxelles, 13 novembre 2008) il est mentionné entre autres choses, que les développements à grande échelle des énergies marines renouvelables constituent un défi sur la capacité du système actuel à équilibrer la production d'énergie par rapport à la demande et à acheminer l'électricité jusqu'aux centres de consommation, dont la plupart sont situés dans les terres. A titre d'exemple, on peut citer certains États de l'Union européenne, en particulier l'Allemagne, où des goulets d'étranglement existent ou sont susceptibles de survenir à la suite d'une augmentation significative de la production d'énergie éolienne en Mer du Nord.

Cela veut dire que l'évolution des EMR à grande échelle exige d'adapter les réseaux existants aux changements survenant dans les infrastructures de production.

L'énergie éolienne marine est en plein essor en Europe en raison du leadership éolien, avec le grand potentiel de vent disponible dans le Nord, sa plate-forme continentale peu profonde qui permet d'installer des éoliennes sur le fond marin. Le fait que dans la Mer du Nord et dans la Mer Baltique, le plateau continental soit peu profond, détermine un potentiel de vent exploitable unique au monde qui nécessite d'importants réseaux d'évacuation vers la terre. Sur le reste des côtes de l'Europe et du monde en général, les profondeurs augmentent considérablement avec la distance à la côte. Pour celles-ci, la seule technologie possible est flottante. Cette technologie sera répartie le long des côtes et, en tenant compte du fait que la population tend à s'y concentrer, peut ne pas nécessiter, dans des cas déterminés, de réseaux de transports importants, étant traitée de manière répartie. A titre d'exemple, on peut mentionner le projet portugais pour la construction d'un parc d'éoliennes flottantes à 10 km de la côte. Mais une partie des éoliennes posées sera près de la côte, car cela signifie des coûts moindres, ainsi que le montre un exemple clair de parc en construction dans l'estuaire de la Tamise.

Par ailleurs, la comparaison des coûts de l'énergie éolienne offshore par rapport à l'énergie terrestre montre des coûts d'installation et de R&D supérieurs dans le premier cas, mais le potentiel et la maturité technologique à court terme laissent espérer une rapide diminution des coûts. Le vent est beaucoup plus abondant et stable en mer. Cela conduit EWEA (2009) à estimer qu'en 2020 seront installés 25 GW *onshore* et 15 GW offshore, avec une prévision de la même quantité d'énergie offerte par les deux technologies.

Dans l'European Strategic Energy Technology Plan (SET Plan), la Commission, conjointement avec le secteur industriel, a identifié six Initiatives Industrielles Européennes, pour lesquelles on considère que le Réseau Électrique devra répondre, dans le futur, à trois défis :

- Créer un véritable marché interne.
- Intégrer une augmentation massive des sources intermittentes d'énergie, parmi lesquelles, normalement, on trouvera les énergies renouvelables.

- Gérer des interactions complexes entre fournisseurs et clients.

En conséquence, il est nécessaire de renforcer le réseau électrique, de développer des points d'interconnexion et d'adapter les équipements de génération aux conditions du réseau. Étant donné la variabilité de la ressource, les différentes technologies requièrent des équipements électroniques puissants, qui augmentent leurs coûts. De même, il serait recommandable de planifier la création dans la mer d'un réseau de câbles partagés et d'offrir des points de connexion à divers parcs.

En Mer du Nord et en Mer Baltique, de même qu'en Manche, l'interconnexion des réseaux électriques existe déjà partiellement ; l'accord intervenu entre les pays du nord de l'Europe pour le développement d'un réseau interconnecté en mer montre l'importance de l'articulation d'une telle artère pour irriguer le réseau et permettre un approvisionnement régulier en favorisant les échanges. Cependant, il n'existe pas pour l'instant de projet de réseau d'interconnexion pour l'Espace atlantique du sud de l'Europe (au sud de la Bretagne). Dans ces circonstances, les prototypes de démonstration et les parcs d'essais en développement, puis ultérieurement les implantations de production, devront se connecter individuellement aux réseaux principaux générant donc des coûts plus élevés. Pour établir un marché compétitif équivalent, la création d'un réseau interconnecté dans la mer de ces zones devient une des conditions primordiales pour favoriser le développement des EMR.

En Espagne, par exemple en Galice et en Région Cantabrie, pour n'en citer que certaines, il est prévu de relier au réseau une installation d'énergies marines renouvelables pour évacuer l'électricité produite, en suivant la même procédure que d'autres types d'installations renouvelables. À cet effet, il faut formuler une demande de point d'interconnexion à la compagnie distributrice ou à la REE (Réseau Électrique de l'Espagne), en fonction de la tension et de la puissance à évacuer. L'obtention du point d'interconnexion reste, de nos jours, une des principales barrières pour le développement de projets d'énergies renouvelables, tant onshore que offshore.

Le principe est le même en France avec le gestionnaire du réseau ou avec ERDF (Électricité Réseau Distribution France).

Comme référence, il peut être cité qu'en 2008, RTE (Gestionnaire du Réseau de Transport d'Électricité, France) a reçu 15 demandes d'études de viabilité, de projets compris entre 100 et 600 MW. Plusieurs projets de 72 à 740 MW ont été déjà acceptés, atteignant un total de 1 250 MW la puissance accumulée des projets admis, 1 250 MW la puissance accumulée des projets en cours et 4 100 MW la puissance accumulée des études de viabilité.

III. INTEGRATION DANS LE TISSU ECONOMIQUE

III.1. Secteurs économiques impliqués

L'intégration des énergies marines renouvelables dans le tissu industriel et entrepreneurial entraînera d'importantes conséquences dans le développement socio-économique de la zone en permettant la diversification et la reconversion de certains secteurs, ou en suscitant de nouvelles activités, en favorisant la création de nouveaux postes de travail :

- **Secteur industriel**

Construction navale et offshore, travaux de chaudronnerie, conception, fabrication et fourniture d'équipements et de systèmes (électriques, électroniques, mécaniques, instrumentation et contrôle, tuyauteries et câblages, etc.), nouveaux développements

d'aquaculture compatibles et biotechnologie appliquée aux algues, dans le cas de projets pour obtenir des bio-carburants... Ce sont seulement quelques uns des secteurs économiques impliqués.

En outre, il convient également de considérer les implications socio-économiques pour les professionnels de la mer : marins, officiers, équipage, ingénieurs, techniciens, ouvriers qualifiés, les plongeurs, les conducteurs de grue, débardeurs, etc.

▪ **Infrastructures portuaires adaptées**

Il faut tenir compte en outre que, pour pouvoir effectuer des installations marines, il sera nécessaire de disposer à terre de quais d'amarrage de plus de 100 mètres pour accueillir les bateaux chargés du transport et de l'assemblage des structures nécessaires, pouvant utiliser pour cela les installations déjà existantes. Les entreprises de construction navale devraient être situées près de ces quais, disposant de surface suffisante de stockage pour les éléments fabriqués pendant la période automne-hiver, pour être installés pendant la fenêtre météo (*weather windows*) du printemps / été.

En Allemagne, où l'installation des éoliennes offshore est bien développée, il est à noter que l'activité des ports de Bremerhaven et Cuxhaven, qui étaient entrés dans une phase de ralentissement économique, a été redynamisée grâce à l'implantation d'entreprises spécialisées dans l'éolien offshore ou la reconversion d'entreprises pour s'adapter à ce marché dynamique. À titre d'exemple, en 2010, ce sont près de 3 000 emplois qui ont été créés sur ces deux sites alors qu'aucune éolienne n'est encore installée en mer.

▪ **Équipements industriels**

Les outils industriels nécessaires à la fabrication, au transport et à l'assemblage de pièces dont le poids et la taille sont considérables, représentent un enjeu fondamental, qui exige une planification adéquate. Dans le cas des ressources existantes actuellement non utilisées, la situation ne poserait pas de problème majeur. Toutefois, s'il s'agit de ressources partagées avec l'industrie navale, construction civile ou militaire, le développement d'outils pour l'utilisation de l'EMR peut être confronté à un obstacle majeur.

D'autre part, un rapport d'ODS-Petrodata sur les navires pour l'installation de turbines éoliennes indique qu'un nombre important des navires mentionnés sont actuellement en construction et d'autres sont en phase de conception. La construction de ces derniers dépendra dans une grande mesure de l'accès à des sources de financement, bien que quelques armateurs potentiels soient des entreprises importantes de la construction civile qui disposent de ressources propres substantielles.

▪ **Secteur des services**

Ingénierie, maintenance (génératrice de diverses activités), surveillance aérienne et sous-marine, prévision météorologique, acquisition et contrôle des paramètres marins et environnementaux, activités pour l'installation et la logistique de systèmes de production et de transport des énergies marines renouvelables sont quelques uns des secteurs économiques impliqués. D'autre part, il ne faut pas oublier tous les services auxiliaires : financiers, logistiques, conseils, assurances, etc.

La Bretagne possède des compétences reconnues dans la construction et l'ingénierie navales, la conception et la fourniture d'équipements, l'intégration de systèmes embarqués, les capteurs et l'instrumentation. À côté du secteur industriel, les sociétés de services se sont fortement développées, dans les secteurs de la maintenance, la surveillance maritime aéroportée et sous-marine, les prévisions météorologiques et océaniques, la connaissance du milieu marin...

La région des Pays de la Loire bénéficie de la mise en réseau Atlanpole, qui renforce l'activité économique des entreprises et de la recherche et favorise la création de nouvelles entreprises innovantes. Une pépinière technologique dédiée aux biotechnologies marines et aux ressources marines devrait voir le jour à Gavy/Océanis à Saint-Nazaire en 2010. Les laboratoires et les entreprises travaillant sur les microalgues sont constituées en réseau.

En Poitou-Charentes, Valagro Carbone Renouvelable étudie, développe et propose en des biomatériaux issus de carbone renouvelable. La SEML Valagro dispose de plusieurs brevets pour la production d'éco-carburants de 2^e et 3^e génération. Le pôle Eco-industries rassemble les acteurs régionaux : par des travaux de recherche et par la conception, le développement et la mise en oeuvre de procédés innovants, ou de nouveaux produits et services.

Les atouts de l'Aquitaine reposent sur les compétences des entreprises tant dans les domaines des matériaux, de la mécanique, des systèmes embarqués, qu'en process industriels, ou dans la chimie et les biotechnologies. L'implantation d'une usine de fabrication de grandes couronnes d'éoliennes, décidée en 2009 est en cours de préparation, une autre de fabrication de mats en construction. Les activités portuaires ont généré la présence d'industries et de services liés, indispensables aux énergies marines.

Le Pays Basque est une région hautement industrialisée, avec un tissu industriel propice au développement des énergies marines, comptant des opérateurs énergétiques, des fabricants d'éoliennes, et de grands ingénieurs, déjà impliqués dans des projets de futurs parcs éoliens offshore, houlomoteurs et de courants au Royaume-Uni, une industrie de biens d'équipement, d'électronique, de construction navale, ainsi qu'une industrie auxiliaire qui pourrait se diversifier vers les énergies marines.

En Cantabrie, la Société pour le développement régional de Cantabrie (SODERCAN) parie sur le secteur des énergies marines, notamment vagues et éolien. La Cantabrie dispose d'un tissu industriel et naval et de savoir-faire en matière d'équipements marins.

La Galice est l'une des enclaves à forte tradition et volume de la construction navale de différents types en Europe, et, plus récemment, de plates-formes pétrolières offshore, avec un savoir-faire, des moyens, des espaces et des quais disponibles pour une application à la construction, à l'embarquement et à l'assistance nécessaires pour l'installation des composants et des usines des énergies marines renouvelables, ainsi que pour leur maintenance.

Le Portugal a une forte capacité technique pour les travaux en mer, y compris l'ingénierie côtière portuaire et la construction navale. Diverses entreprises nationales travaillant dans le domaine des éoliennes. Il faut remarquer le cluster industriel de Viana do Castelo, autour duquel gravitent différentes sociétés nationales et étrangères qui offrent toutes les biens et services nécessaires à la production et l'installation de parcs éoliens. Ce pôle industriel d'excellence se compose de cinq industries permettant la production complète au Portugal d'un nouveau type d'aérogénérateur et de composants pour éoliennes déjà existantes.

III.2. Activités de R&D

Le développement des énergies marines renouvelables aide à la génération d'activités de recherche et développement, non seulement dans le champ des matériels et systèmes de transport, des manœuvres en mer, mais aussi dans les domaines de l'océanographie, de l'économie et de la législation maritime, entre autres.

La recherche nécessaire pour le développement de technologies encore à un stade précoce (dans les régions de l'Arc Atlantique : houle, courants et éolien offshore) a une implication déterminante dans le coût des prototypes. D'autre part, la R&D reste également essentielle pour les technologies les plus avancées afin d'améliorer leur efficacité, leur rendement et, par conséquent, leur compétitivité par rapport aux énergies traditionnelles, notamment renouvelables. Ainsi, compte tenu de l'ampleur des projets, non seulement il est important d'obtenir le financement nécessaire et opportun des niveaux européen, national et local, mais aussi des synergies offertes par la collaboration.

Le renforcement et l'augmentation des relations de coopération entre les différents intérêts publics et privés, est nécessaire afin de permettre le transfert de technologie aux différents partenaires industriels. Il convient de noter que la tendance actuelle favorise la création de consortiums, de clusters, ainsi que des pépinières et incubateurs qui jouent un rôle essentiel dans la structuration de la recherche, le groupement et la mise en relation de tous les acteurs nécessaires au développement des technologies pour l'utilisation des EMR. A titre d'exemple, on peut citer, en France, l'Initiative de partenariats Nationale pour l'émergence des Energies Marines (IPANEMA) ou le projet WINFLO (Wind turbine with INnovative design for Floating Lightweight Offshore) et en Espagne le Campus International de l'Eau et de l'Énergie (CIAE).

L'activité de R&D dans les EMR doit être considérée comme une partie de la dynamique économique actuelle. Un renforcement de l'activité économique des entreprises rendra possible le soutien à la création de nouvelles compagnies émergentes et le développement de niches de marché dans certains secteurs comme c'est celui des micro-algues. En outre, les activités de R&D dans le secteur des EMR constituent une opportunité de reconnaissance, de coopération et d'échanges de technologie entre différents pays, avec pour conséquences, entre autres, le développement de brevets internationaux.

IV. ASPECTS ECONOMIQUES – FACTEURS CLES

Les coûts de l'énergie dérivée de sources marines renouvelables dépendent de certains facteurs et, particulièrement, de l'installation, l'opération et le maintien (O&M) en relation avec la quantité d'énergie produite tout au long de l'année, ce qui reflète le comportement opérationnel ou le rendement de l'installation. Il faut considérer aussi les coûts d'étude d'impact d'environnemental, l'obtention des nécessaires autorisations d'installation et, le cas échéant, les coûts de démantèlement (*decommissioning*).

Une installation de haut rendement peut paraître chère, toutefois les coûts d'investissement peuvent être amortis par l'électricité qui peut être vendue. Cependant, si les coûts sont trop hauts qu'ils excèdent les recettes attendues, l'installation ne s'avérera pas économiquement viable.

D'autre part, il convient de considérer trois phases dans le développement de la technologie. La première correspond à l'émergence de la technologie avec une puissance installée très petite. Dans cette phase, on a besoin d'un investissement visant à développer le système, afin de pouvoir supporter la démonstration technologique avant qu'il puisse être supporté par les tarifications électriques.

La seconde phase correspond à la période où la technologie reçoit un appui additionnel par rapport à d'autres formes d'énergie renouvelable. Pendant cette phase, il est nécessaire de continuer le développement, dans le but d'améliorer l'exploitation, en augmentant son

caractère opérationnel et son rendement énergétique, en baissant les coûts, en améliorant la chaîne d'approvisionnement et en construisant des projets d'une plus grande envergure. Il n'est pas réaliste d'attendre que les réductions de coût puissent être obtenues sans programme continu d'amélioration et de recherche et développement. L'amélioration est possible avec un investissement continu ou s'il existe des bénéfices provenant de projets préalablement développés. Il est même probable que s'il existe des interruptions dans le développement des programmes, le progrès puisse être arrêté et même reculé.

Comme dans d'autres domaines, au fil du temps, une fois entamée la production, le coût diminuera suite à un ralentissement progressif dans la courbe d'apprentissage. Dans la phase finale, il faut espérer que les projets atteignent des économies d'échelle et les promoteurs puissent effectuer déjà de plus grands investissements sur la base d'une technologie prouvée. Dans cette phase, le plus probable est que les coûts soient réduits et, en conséquence, que des bénéfices puissent être obtenus, les promoteurs pouvant opérer à des prix de marché proches de ceux d'autres énergies renouvelables d'utilisation commune.

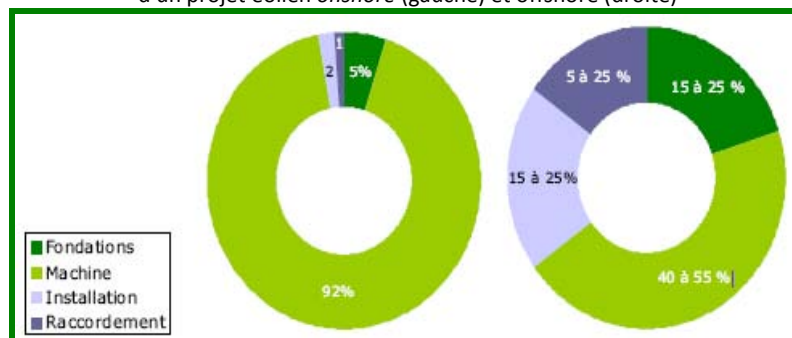
Dans le devenir des diverses formes d'EMR il se produira quelque chose de semblable à ce qui est arrivé pour le développement de l'énergie éolienne offshore. D'une part, la maturité industrielle du secteur éolien et, d'autre part, les projets éoliens offshore réalisés dans des pays européens comme le Royaume-Uni, le Danemark et la Hollande, entre autres, permettront de disposer d'informations plus précises, encore non disponibles pour les autres EMR qui ne se trouvent qu'en phase de développement initial.

IV.1. Coût de l'installation

A la différence de l'éolien terrestre, où le coût de l'usine provient principalement des machines, l'installation elle-même des usines pour utiliser les ERM en milieu marin porte des coûts additionnels implicites qui peuvent atteindre la moitié du coût total du projet. On peut aussi souligner l'importance du coût d'ancrage ou la fondation, en rapport avec la profondeur de l'eau et de la nature du fonds marin. Il faut également considérer le coût de la connexion à la terre, lequel augmente en fonction de la distance de la côte.

Enfin, il faut considérer aussi les coûts de démontage (decommissioning). Toutefois, et conformément à ce qui est indiqué dans d'autres études utilisées comme référence, nous ne considérerons pas en principe ces coûts, vu leur très probable plus faible importance comparative et leur éloignement dans le temps.

Figure 40 : répartition comparative en pourcentage des coûts d'un projet éolien *onshore* (gauche) et offshore (droite)



Les données de coût qui sont indiquées ensuite, par type d'EMR, après analyse et comparaison de diverses études et références¹⁶, représentent, pour les premières installations de production, seulement leur ordre de grandeur, puisque ces coûts dépendent dans une grande mesure des circonstances propres du lieu, et de la taille de l'installation, etc.

Figure 41 : Coût total d'installation

Éolien offshore	Houle	Hydrolienne	Micro-algues
2 a 3,5 M€/MW installé	2,5 a 6 M€/MW installé	2 a 4,4 M€/MW installé	Données non disponibles

En comparaison avec ceux-ci, les coûts d'installation habituels dans le cas d'énergie éolienne terrestre varient entre 1,2 et 1,5 M€/MW installé.

IV.2. Coût de maintenance

L'environnement marin rend difficile la maintenance des installations, constamment soumises à des forces extrêmes et à la corrosion saline. Bien que difficiles à prévoir, les activités de maintenance peuvent être estimées à près de 12 à 15 €/MWh en été pour une installation proche de la côte et à 30 €/MWh en hiver pour une installation plus éloignée.

IV.3. Coût de l'énergie

Après analyse et comparaison de diverses études et références¹⁷, les données de coût qui sont indiquées ensuite, par type d'EMR, représentent seulement des ordres de grandeur.

Figure 42 : coût de l'énergie produite

	Éolien offshore	Houle	Hydrolienne
2009	13 c€/kWh	13 c€/kWh a 49 c€/kWh avec un coût moyen entre 24 c€/kWh et 28 c€/kWh	10 c€/kWh a 20 c€/kWh avec un coût moyen entre 13 c€/kWh et 17 c€/kWh
2020	10 c€/kWh	11 c€/kWh a 24 c€/kWh avec un coût moyen de 17 c€/kWh	10 c€/kWh a 20 c€/kWh avec un coût moyen de 15 c€/kWh

Il faut tenir compte des répercussions du coût de fourniture d'électricité au réseau, de l'ordre de 13 c€/kWh, qui est sensiblement plus important, approximativement le double, que dans le cas de production d'énergies renouvelables onshore.

La difficulté du stockage de l'électricité est un bien qui ne se stocke pas, nécessitant en permanence un équilibre entre l'offre et la demande (en termes de volume, de tension et de fréquence). Cela se traduit, compte tenu des aléas qui peuvent affecter tant l'offre (fluctuations des productions éoliennes et hydrauliques, indisponibilités fortuites d'équipement de production et de transport) que la demande (aléas climatiques) par une forte volatilité des prix de marché de court terme. Aujourd'hui, les prix de marché s'alignent sur les

¹⁶ « Future Marine Energy Results of the Marine Energy Challenge : COST competitiveness and growth of wave and stream energy tidal », Carbon Trust (2006). « Marine Renewable Energy - State of the industry report », BWEA (2009). « Wind Energy - The Facts », Projeet Européen financé par Intelligent Energy Europe programme of the Executive Agency for Competitiveness and Innovation (2009).

¹⁷ "Future Marine Energy Results of the Marine Energy Challenge: Cost competitiveness and growth of wave and tidal stream energy ", Carbon Trust (2006). "Marine Renewable Energy – State of the industry report", BWEA (2009). "Wind Energy – The Facts ", Proyecto Europeo financiado por Intelligent Energy Europe programme of the Executive Agency for Competitiveness and Innovation (2009).

coûts des moyens de production au gaz ou au charbon, sensible aux coûts du combustible et du CO₂.

La sécurité d’approvisionnement en électricité dépend de la qualité des infrastructures permettant l’acheminement de l’électricité ainsi que du bon dimensionnement du parc de production et son maintien en bon état. Les investissements nécessaires pour offrir cette garantie d’approvisionnement doivent pouvoir être financés par les ressources dégagées par les marchés de l’électricité.

IV.4. Prix de vente

Pour vendre, en totalité ou en partie leur production nette d’énergie, les producteurs ont la possibilité de vendre l’électricité produite selon les options suivantes :

- Céder l’électricité au système à travers le réseau transport ou distribution, en percevant de sa part un tarif réglementé
- Vendre l’électricité sur le marché de production de l’énergie électrique. Dans ce cas, le prix de vente de l’électricité sera le prix qui résulte sur le marché organisé ou le prix librement négocié par le titulaire ou le représentant de l’installation, complété, le cas échéant, par une prime de quelques centimes d’euro par kilowatt-heure.

Figure 43 : prix d’achat

	Legislation	Éolien offshore	Houle	Hydrolienne
France	Décrets du 10 juillet 2006, du 1 ^{er} mars 2007 et loi N°2000-108 du 10 février 2000	13 c€/kWh pendant 10 ans 3 à 13 c€/kWh durant les 10 années suivantes	15 c€/kWh durant 20 ans	15 c€/kWh durant 20 ans
Espagne	Décret royal 661 du 27 mai 2007 (prix actualisés pour 2009)	Prix de référence : 9 c€/kWh	Tarif régulé : 7,35 c€/kWh Prix de référence : 4,1 c€/kWh durant 20 ans	Tarif régulé : 7,35 c€/kWh Prix de référence : 4,1 c€/kWh durant 20 ans

Le Portugal a un marché attractif de l’énergie avec un niveau d’aide qui atteint 23 c€/kWh et il apparaît qu’en Espagne il serait possible d’obtenir un tarif plus important, y compris pour l’énergie des vagues, qui serait de l’ordre de 32 à 54 c€/kWh par projet spécifique¹⁸.

Par ailleurs en France, le système de garanties d’origine de l’électricité produite (article 33 de la loi du 13 juillet 2005 et décret n° 2006-1118 du 5 septembre 2006) certifie l’électricité produite à partir d’énergies renouvelables ou par cogénération. Elles sont délivrées, à la demande du producteur, par le gestionnaire du réseau public de transport (RTE) ou de distribution sur lequel est raccordée son installation. La garantie d’origine est délivrée à l’acheteur lorsque l’électricité produite est vendue dans le cadre d’un contrat d’achat conclu en application des articles 8, 10 ou 50 de la loi du 10 février 2000. RTE établit et tient à jour le registre des garanties d’origine (y compris celles délivrées par les gestionnaires de réseau de distribution), accessible au public.

¹⁸ “Marine Renewable Energy – State of the industry report”, BWEA (2009).

IV.5. Assurance, propriété intellectuelle, normalisation et certification

Le développement de technologies pour l'utilisation des ERM entraîne un volume important d'affaires. Ainsi, outre les coûts propres de construction, d'installation, d'inspection, administratifs, légaux, etc., il est fondamental de souligner l'engagement d'assurances adéquates, de la gestion efficace et efficiente de la propriété intellectuelle, ainsi que les procédures de normalisation et certification, tous aspects encore à concrétiser.

V. INTERET POUR LES PAYS DE L'UNION EUROPEENNE. FINANCEMENT ET STIMULANTS

Le Règlement (CE) n° 663/2009 du Parlement Européen et du Conseil, du 13 juillet 2009, établit un programme d'aide au redressement économique par l'assistance financière communautaire à des projets dans le domaine de l'énergie.

La Commission souligne que l'efficacité énergétique et les sources d'énergie renouvelable sont des priorités clés de la politique énergétique de l'UE, tant pour des raisons environnementales que de sécurité d'approvisionnement. En ce sens, le règlement contribue à ces priorités en soutenant substantiellement les projets d'énergie éolienne marine. La Commission rappelle, en ce sens les autres nouvelles initiatives à l'appui de l'efficacité énergétique et des sources d'énergie renouvelable suggérées par la Commission, en particulier par son Plan Européen de redressement, appuyé par le Conseil européen du 2 décembre 2008.

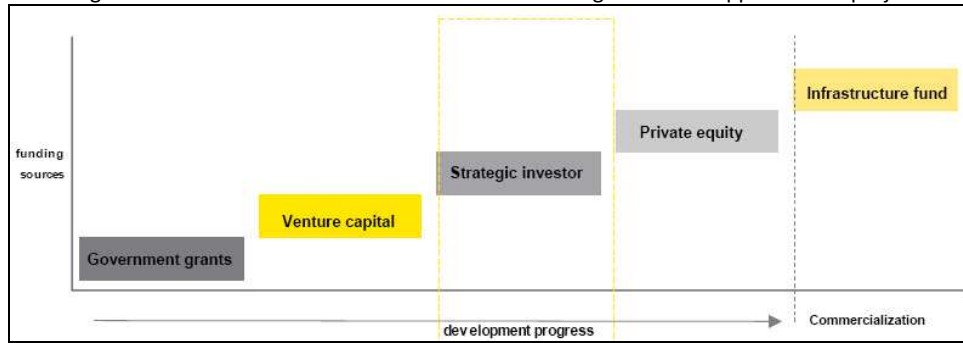
Parmi les autres mesures de promotion, de l'économie et de l'efficacité énergétique, figure la création, par des investisseurs institutionnels de l'UE, sous la direction de la Banque Européenne d'Investissement (BEI), d'un fonds d'investissement dans des actions, appelé « Marguerite : le Fonds Européen 2020 pour l'Énergie, le Changement Climatique et les Infrastructures ». Le Fonds devra investir dans le cadre de l'énergie et du changement climatique (production d'énergie soutenable, d'énergie renouvelable, nouvelles technologies, investissements en efficacité énergétique, sécurité d'approvisionnement, ainsi qu'infrastructure environnementale).

Ces dernières années, l'Union Européenne s'est engagée dans la lutte contre le changement climatique. En décembre 2008, le paquet législatif « énergie-Climat », a été révisé instaurant pour 2020 le triple objectif de :

- › 20% de réduction des émissions de gaz d'effet de serre.
- › 20% d'augmentation de l'efficacité énergétique.
- › 20% d'énergies renouvelables.

Il est fondamental que les programmes de financement et de promotion de l'activité soient adaptés aux demandes actuelles du développement technologique. Comme indique le rapport publié en février 2009 dans le projet Waveplam, intitulé « A Cautiously Optimistic Review of the Technical Status of Wave Energy Technology », non seulement il faut offrir les fonds au moment opportun, mais aussi disposer des mécanismes et des instruments adéquats pour les distribuer efficacement.

Figure 44 : Sources de financement en fonction au degré de développement du projet



Le risque est plus grand dans les phases initiales des projets ne disposant pas de la sécurité pour obtenir des résultats positifs, ou même pouvant en manquer. Dans ces circonstances, l'investissement privé, orienté vers la réalisation de bénéfices, financerait des phases postérieures, faisant apparaître en première instance les fonds de capitaux à risque et postérieurement les investisseurs stratégiques, cherchant en dernier ressort l'autofinancement du projet pour sa mise sur le marché. Pour cette raison, la participation des organismes publics pour soutenir les phases initiales, qui requièrent une grande contribution de ressources, est fondamentale, estimée entre 30% et 75%¹⁹.

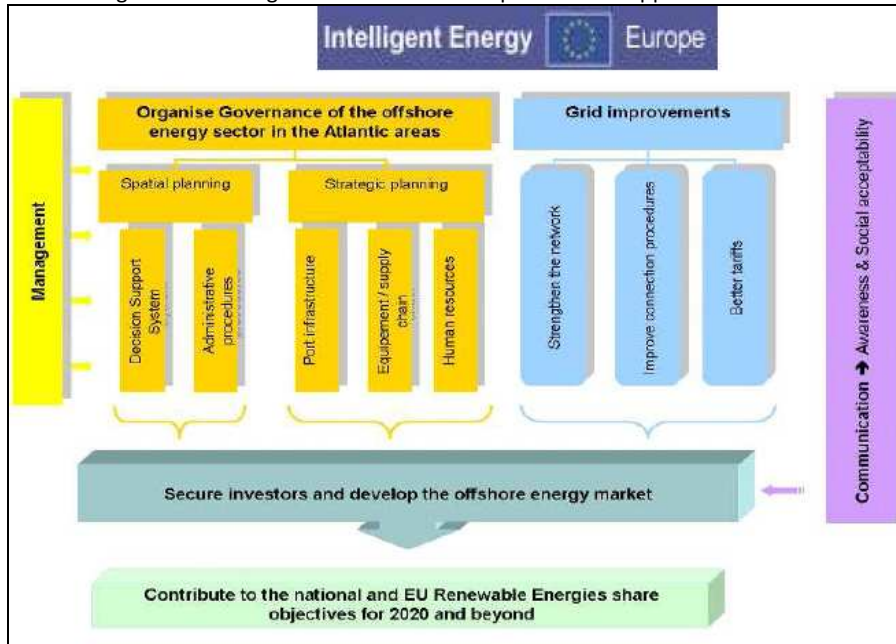
Dans la Communication de la Commission, intitulée « Offshore Wind Energy : Action needed to deliver on the Energy Policy Objectives for 2020 and beyond » (Bruxelles, 13 novembre 2008), précédemment citée, est aussi mentionné, par rapport aux mesures d'appui pour favoriser des projets d'énergie éolienne offshore :

Dans le cadre de l'Union européenne, le plan stratégique européen pour les technologies énergétiques (SET Plan), avec le Septième Programme Cadre pour la Recherche, le Développement Technologique et la Démonstration (7FP) et le Programme Énergie Intelligente l'Europe (IEE), constituent le cadre global d'appui pour la réalisation des défis mentionnés. Les Fonds structurels et de Cohésion sont également susceptibles de fournir des fonds pour des projets d'énergie renouvelable offshore. En outre ces fonds apporteront un investissement majeur de 787 millions d'euros pour l'énergie éolienne, y compris la possibilité de projets offshore, pour la période 2007-2013. Puisque les Fonds structurels et de Cohésion peuvent aussi apporter des investissements pour les projets d'énergies soutenables, y compris l'énergie éolienne, sous d'autres concepts comme la R&D, avec une contribution totale de 63 000 millions d'euros, l'appui réel à l'énergie éolienne dans la politique de cohésion devrait être beaucoup plus élevé.

Les chiffres montrent les grandes différences existantes entre le soutien financier communautaire à l'énergie éolienne offshore et le reste des énergies marines. Le Plan de Relance Économique a également porté son attention aux projets éoliens offshore, avec 565 millions d'euros en 2009. Les énergies marines recevront 77 millions d'euros des fonds structurels et de cohésion pour la période 2000-2010.

¹⁹ Source : Projecto Europeo Aqua-RET.

Figure 45 : Stratégies à mettre en œuvre pour le développement des EMR



La Commission européenne a attribué une subvention de 4,5 millions d'euros à un consortium international pour la construction d'une centrale à énergie des vagues en Espagne (au large de Santoña), qui utilise la technologie américaine de PowerBuoy OPT. D'autres entreprises participent à ce projet, comme le portugais Wave Energy Center, le norvégien Fugro Oceanor, l'espagnol De Gima, les britanniques Intelligent Systems Research Institute et l'Université d'Exeter.

Le projet, baptisé MARINA PLATFORM (Marine Renewable Integrated Application Platform), d'un budget total de 12,8 millions d'euros est co-financé par la Commission européenne au titre du 7^e programme-cadre (PC7) pour la recherche. La subvention de la Commission se monte à 8,7 millions d'euros, le reste étant complété par les ressources propres des participants. L'objectif de ce projet sera de développer des structures en eau profonde capable d'exploiter un mix d'énergies marines constitué par l'éolien en mer, l'énergie houlomotrice, l'énergie marémotrice et l'énergie des courants.

Pour les régions atlantiques concernées par des énergies marines renouvelables aux technologies non matures, le financement des projets de R&D, de démonstrateurs constitue le premier enjeu. Les moyens d'appuis aux entreprises proviennent actuellement des financements européens du 7^e PCRD, éventuellement des programmes régionaux ainsi que des financements nationaux et régionaux. Cependant l'ampleur des besoins impose de rechercher des coopérations, des mutualisations et des synergies.

La Commission européenne a adopté une initiative industrielle et européenne pour l'énergie éolienne qui permet d'accompagner et d'accélérer les différentes phases de développement de cette technologie dont elle considère qu'elle constitue une priorité pour la politique énergétique et environnementale européenne.

Une démarche équivalente n'est pas encore engagée pour les autres technologies énergétiques marines, la Commission européenne considérant que celles-ci n'en sont qu'à des phases de recherche et ne devraient atteindre un développement productif qu'après 2030. Elle estime donc que les appuis en recherche suffisent. La mobilisation indispensable pour le développement de ces technologies et pour répondre aux enjeux environnementaux des régions atlantiques du sud de l'Europe rendent cette approche insuffisante et l'articulation des

différents acteurs à mobiliser sur ces technologies conduit déjà à associer des industriels dans les processus opérationnels. Une initiative européenne dans ce domaine est donc à rechercher activement.

Avec l'adoption en juin 2010 par la Direction Générale de l'Énergie de la Commission européenne, de la « feuille de route » (road map), proposée par l'European Ocean Energy Association, c'est une première étape vers cette initiative qui vient d'être réalisée dans ce domaine.

D'autre part, il convient de mettre en évidence pour les stimulants établis pour le développement des EMR :

- ▶ **Feed in tariffs** : Les entreprises distributrices sont obligées d'acheter toute l'énergie dérivée de sources renouvelables à un prix préalablement fixé par le Gouvernement, qui dépendra de la technologie de génération utilisée. Il s'agit d'une mesure d'appui, afin de faciliter le dépassement de la phase initiale de développement pour les énergies renouvelables. Comme le mentionne le projet européen Aqua-RET, la différence entre le prix fixé par le Gouvernement et le prix normal du kWh constitue une prime de 20 à 25 c€/kWh qui peut être nécessaire dans la phase de démonstration, comme cela arrive dans quelques pays comme l'Irlande, le Portugal et le Royaume-Uni. Dans d'autres pays, comme l'Allemagne, la France et l'Espagne, elle dépasse les 9 c€/kWh.
- ▶ **Impôts** : On constate des réductions de TVA et des exonérations ou des diminutions d'impôt sur les bénéfices.
- ▶ En outre, des **Certificats Verts** et des **Obligations Renouvelables** valident les investissements industriels correspondants. Alors que les Certificats Verts permettent aux énergies renouvelables de négocier des Droits d'Émission sur le marché, les Obligations Renouvelables établissent un minimum de participation des énergies renouvelables au portefeuille de chaque producteur d'électricité.

Il faut tenir compte aussi que des projets énergétiques ne doivent pas être régis par des critères strictement objectifs ; la priorité est souvent établie sur la base de critères politiques. En outre, étant donné les restrictions de crédits actuelles provoquées par la crise financière, le financement de projets d'EMR nécessite d'identifier et de délimiter les variables opérationnelles des projets (investissement, bénéfices et coûts), ainsi que les risques associés. Les premiers projets de chaque technologie sont utilisés comme référence, sur la base de leur succès, ils faciliteront l'obtention de financement bancaire pour des projets postérieurs.

VI. CONCLUSIONS

Le développement des EMR passe par la recherche, le développement et l'innovation, l'entrée d'investisseurs pour développer la production, mais aussi l'existence d'une volonté politique et économique de soutenir cette activité. Il faut remarquer l'intérêt croissant de divers domaines pour les EMR. Les professionnels sont particulièrement structurés, pour le secteur éolien en Europe ; certains gouvernements s'insèrent économiquement (aides pour la R&D, appui aux tarifs) et de grands groupes, comme Voigth Siemens Hydro, EDF, Iberdrola Renouvelables ou Veolia Environnement investissent dans des projets. L'actuelle crise économique et financière affecte tous les secteurs de l'économie, l'activité entrepreneuriale et l'emploi, pouvant retarder certains investissements dans la construction d'infrastructures de production, en particulier, pour les projets ambitieux qui requièrent de hauts niveaux de financement, comme c'est le cas pour les EMR.

Cependant, on ne devrait pas hypothéquer le développement de la production d'électricité renouvelable, qui pourrait même se transformer en moteur de croissance dans une économie touchée économiquement et socialement. L'UE devrait faire de la crise une opportunité pour aborder la capacité à soutenir des opérations durables, financière et écologique, et à développer une société avec de faibles émissions de carbone et avec une utilisation efficace des ressources, basée sur la connaissance, intégratrice en termes sociaux, promouvant cette approche de manière globale. À court terme, les mesures écologiques peuvent contribuer à la revitalisation de l'économie et créer des postes de travail.

À moyen et long terme, cela suppose aussi une stimulation pour les nouvelles technologies et la réduction de notre impact sur le changement climatique et l'épuisement des ressources naturelles, particulièrement les combustibles fossiles. L'utilisation efficace économiquement des EMR va requérir, aux niveaux européen, national et régional, un rapprochement plus stratégique et coordonné, ainsi qu'une série d'instruments. Les ressources marines représentent une source énorme pour la production d'électricité, avec un potentiel à développer. Dans ces circonstances, l'utilisation des EMR peut et doit contribuer à la réalisation des objectifs fixés par l'UE.

Toutefois, développer la technologie, renforcer la capacité industrielle de la chaîne d'approvisionnements et dépasser les phases de planification et d'obtention d'autorisations des projets, requiert du temps et de l'effort, avec des implications économiques et financières conséquentes.

En conclusion, il est nécessaire et urgent de fournir :

- Une vision stratégique et coordonnée entre les différents agents.
- Une initiative industrielle européenne pour les énergies marines renouvelables autres que l'éolien, permettant de mobiliser les financements publics nécessaires, notamment la provision de fonds publics pour les phases initiales des projets R&D, planification, développement de prototypes, parcs expérimentaux, essais dans la mer, etc.
- Un cadre plus sûr et stable pour favoriser l'entrée d'investisseurs privés au moyen de systèmes concrets de financement et de stimulation, par une compensation par l'établissement de tarifs adéquats, l'attribution de droits d'émission de gaz pour les entreprises qui se consacrent aux EMR, etc.
- La création d'une normalisation et réglementation technologique adéquates, l'homologation de composants, les méthodes de travail, etc.
- Les synergies et l'utilisation des technologies et des installations existantes de construction navale et offshore, d'infrastructures portuaires et d'autres activités de savoir-faire mis en relation avec le milieu marin.

Un exemple à considérer

Le Royaume-Uni a décidé d'investir 70,26 M€ dans l'industrie des énergies des courants et des vagues dans le pays, avec la répartition suivante :

- › 11,12 M€ en direction du projet Wave Hub (côtes de Cornouailles), auxquels s'ajoutent 11,71 M€ pour le premier espace économique décarboné avec l'implantation d'un centre mondial des énergies des courants et des vagues,
- › 11,71 M€ au Centre national des énergies renouvelables dans le Northumberland,
- › 9,36 M€ pour le Marine Energy Center (Emec) dans les îles Orkney,
- › 25,76 M€ pour le fonds (Marine Renewable Proving Fund) exclusivement dédié à la fabrication et au test de démonstrateurs, de récupérateurs des énergies des vagues et des courants.

Une étude gouvernementale britannique a estimé le marché en 2007/2008 à 2,31 Mds € dont 3,7% (85,48 M€) pour le seul marché britannique. L'électricité tirée de l'énergie des courants pourrait intervenir pour 13% de l'approvisionnement en électricité du pays, en majorité issue de la région de la Severn.

En 2010, l'objectif du gouvernement britannique est d'atteindre une capacité comprise entre 20.000 et 30.000 MW dans l'éolien offshore d'ici à 2020, ce qui représente 15% de la capacité totale. Le "Crown Estate", autorité administrant 55% du littoral au nom de la monarchie, attribue des licences correspondant à plus de 32 gigawatts pour un programme doté au total de 160 milliards de dollars. L'industrie éolienne pourrait représenter 75 milliards de livres (82 milliards d'euros) et 70.000 emplois en 2020.

- › La plus grande installation offshore est située à Dogger Bank, à environ 100 km au large de la côte (Nord-est). D'une capacité de 10 GW, son coût a été évalué à plus de 30 milliards de livres (soit 38,8 milliards d'euros). Le coût du mégawatt en énergie éolienne offshore est estimé aux alentours de 3,5 millions de livres (3,88 millions d'euros), soit cinq fois le coût de construction d'une centrale au gaz de puissance équivalente.
- › En Écosse, l'appel d'offres "Round 3" pour le développement de fermes éoliennes a été remporté par EDP Renováveis et SeaEnergy -EDP-SER (zone de Moray Firth), SeaGreen Wind Energy Ltd – propriété conjointe de SSE Renewables et Fluor – avec un contrat d'exclusivité pour la zone Firth of Forth.

La capacité globale de production pourrait atteindre 4,8 GW, et s'ajouterait à celle de 6,4 GW devant être générée par les autres projets d'énergie éolienne offshore prévus en Ecosse.

- › Le parc éolien actuellement le plus important (194 MW) se trouve sur la côte est de la Grande-Bretagne, au large du comté de Lincolnshire. Il implique différents groupes britanniques Scottish & Southern Energy et Centrica et étrangers, comme les allemands E.ON et RWE, le norvégien Statoil, le portugais EDP ou le suédois Vattenfall avec l'espagnol Iberdrola Renewables (via sa filiale ScottishPower Renewables, pour un investissement de 20 milliards d'euros).

Au cours de cette année, le Crown Estate a annoncé l'attribution de zones pour des projets houlomoteurs et de courants à Pentland Firth et aux Orcades (Écosse), pour un total de 1,2 GW, soit suffisamment d'électricité pour répondre aux besoins d'environ 750.000 logements. Les autorités régionales ont travaillé en étroite collaboration pour maximiser les avantages qui peuvent revenir à la région et au reste de l'Écosse, en investissements ou fonds publics.

- › Exploiter l'énergie des vagues : SSE Renewables Developments Ltd, 200MW (Costa Head); Aquamarine Power Ltd & SSE Renewables Developments Ltd, 200MW (Brough Head); Scottish Power Renewables Ltd, 50MW (Marwick Head); E.ON, 50MW (West Orkney South); E.ON, 50MW (West Orkney Middle South); Pelamis Wave Power Ltd, 50MW (Armadale).
- › Exploiter l'énergie des courants : SSE Renewables Developments Ltd, 200MW (Westray South); SSE Renewables Holdings Ltd & OpenHydro Site Development Ltd, 200MW (Cantick Head); Marine Current Turbines Ltd, 100MW (Brough Ness); Scottish Power Renewables Ltd, 100MW (Ness of Duncansby).

APPROCHE SOCIALE ET ENVIRONNEMENTALE

Sommaire

INTRODUCTION	42
I. LE SOCIAL	42
I.1. La participation des différents acteurs	42
I.2. La sensibilisation	42
I.3. La formation	42
I.4. La création d'emplois	42
I.5. Les mesures d'insertion	42
I.6. La coopération européenne	42
I.7. La coopération avec les pays en voie de développement	42
II. L'ENVIRONNEMENTAL	42
II.1. Les impacts	42
II.2. Les systèmes d'observation environnementale	42
II.3. Les études d'impacts	42
II.4. Les économies d'énergie	42
CONCLUSION	42

INTRODUCTION

Dans le cadre de cette étude, les champs sociaux et environnementaux sont les moins renseignés, dans la mesure où les énergies marines renouvelables n'en sont qu'à leur premier stade de développement.

Nous n'avons donc que peu de recul, tant sur leur appropriation par les acteurs des territoires concernés que sur les impacts environnementaux qu'ils génèrent.

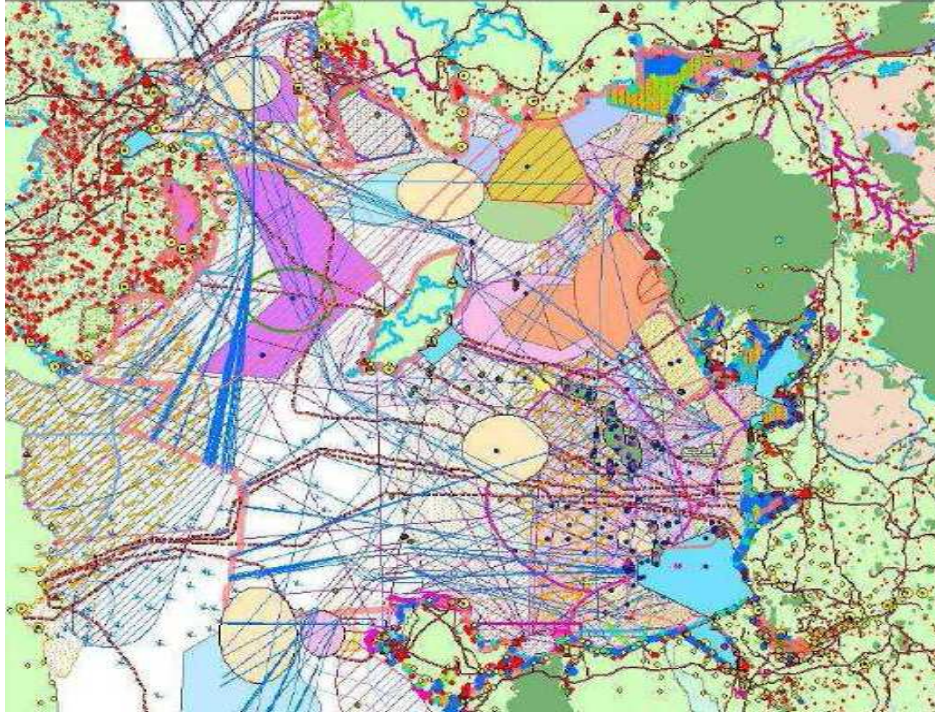
Néanmoins, aborder ces deux volets est essentiel : l'appropriation sociale des projets sera garante de leur pérennité, et l'étude des impacts environnementaux est bien sûr au cœur des enjeux ici considérés.

Le développement de zones de production d'énergies marines renouvelables suppose de surmonter les barrières tant sociales qu'environnementales qui ne manqueront pas de s'élever. Un travail en amont de repérage de l'ensemble des usages doit donc être effectué. Tous les acteurs concernés doivent être consultés dans ce but, et l'ensemble des impacts environnementaux doit être évalué.

La directive-cadre sur la stratégie marine de l'Union européenne (adopté en Juin 2008) vise à protéger les ressources marines dont dépendent les activités économiques et sociales. Cette directive constitue la composante essentielle de la politique environnementale marine de l'Union : elle vise à potentialiser les ressources économiques des mers et des océans, tout en préservant l'environnement marin. Elle établit une cartographie des régions marines européennes sur la base de critères géographiques et environnementaux. Chaque État membre - en coopération avec d'autres États membres, voire des pays non membres de l'UE selon les régions - est tenu d'élaborer des stratégies pour ses eaux marines.

Cette directive a été adaptée en Grande-Bretagne par le « Marine and Coastal Access Act » en 2009. Cette loi coordonne un système de planification stratégique maritime qui précise les objectifs et les priorités pour l'avenir. La première étape a consisté à organiser une consultation des usagers de la zone. Les propositions tiennent compte des divisions existantes de la zone marine. Lors de la deuxième étape, une série d'hypothèses d'utilisation de l'espace côtier et marin est élaborée. Cette phase est mise en oeuvre par des techniciens, chargés d'élaborer une cartographie de la répartition spatiale des usages en mer selon des critères techniques tels que : la ressource existante, les aires naturelles protégées, les bases militaires, les aires de pêche protégée, les principales routes commerciales, les routes touristiques, etc.

Figure 46 : « Marine Renewable Energies: Towards a European Atlantic Strategy ».



Enfin, les acteurs concernés se retrouvent afin de négocier un accord de cohabitation. Le but est de parvenir à un zonage qui prenne en compte l'ensemble des intérêts en présence. Des recherches de compatibilités et de priorisation sont menées. Ces négociations doivent réunir l'ensemble des parties prenantes, sans restriction aucune. Le but étant de parvenir à un règlement accepté par tous, il est essentiel que la procédure repose sur la concertation.

Cette étude spatiale permet également de déterminer la zone d'implantation potentielle du projet, et d'en suivre les impacts tant sociaux qu'environnementaux avant, pendant et après la construction (c'est la méthode BACI : Before-After Control Impact).

Selon la Convention OSPAR pour la protection de l'environnement marin de l'Atlantique Nord-Est , les conflits potentiels suivants naissent d'une mauvaise appréciation de la situation de départ et des forces en présence. Le tableau suivant s'appuie sur l'expérience d'un parc éolien offshore, mais la plupart de ces conflits peuvent s'appliquer au déploiement d'autres énergies marines renouvelables.

Figure 47: Vue d'ensemble sur les conflits potentiels et les considérations pour minimiser les conflits qui peuvent surgir de l'installation d'un parc éolien offshore

Question	Les conflits potentiels	Considérations relatives à la minimisation des conflits
Zones de conservation de la nature, y compris les aires marines protégées OSPAR, les zones protégées spéciales ou des zones spéciales de conservation	Perte de la zone ou de la fonction de la zone, ou troubles du milieu biologique dans les zones protégées	Éviter les zones sensibles ou veiller à ce que le projet de parc éolien respecte les objectifs de conservation et de protection. Les décisions doivent être fondées sur des données à la fois temporelles et spatiales.
Zones d'intérêt biologique ou écologique ou de valeur (par exemple, habitats d'espèces rares ou menacées)	Perte de la zone ou de la fonction de la zone, ou perturbation d'organismes sensibles ou de grande valeur écologique	Éviter les zones sensibles et de grande valeur écologique ou s'assurer que le projet de parc éolien ne nuise pas à la zone concernée et à son milieu
Zones d'intérêt archéologique	Perte de la zone d'intérêt archéologique, destruction ou détérioration du site	S'appuyer sur les normes hydroacoustiques, les levées sismiques et l'évaluation des documents historiques dans la phase de planification
Navigation	Interférence avec le libre passage	Éviter les sites d'ancrage (routes) ; Le cas échéant, prendre des dispositions pour le transport maritime intérieur et autour des parcs éoliens, sous réserve de l'accord de la sécurité de la navigation et des autorités de réglementation
Les bateaux de plaisance (bateaux à voile par exemple)	Restrictions d'expédition	Le cas échéant, prendre des dispositions pour le transport maritime intérieur et autour des parcs éoliens, sous réserve de l'accord de la sécurité de la navigation et des autorités de réglementation
Trafic aérien civil	Obstacle à la navigation aérienne, en particulier pour les avions volant à basse altitude (hélicoptères, par exemple)	Éviter les nécessaires voies d'entrée
Pêches	Perte de zones de pêche. Augmentation des coûts pour les pêcheurs, perte de revenus.	Bénéfice potentiel pour les poissons (refuge); créer des conditions d'accès à cette nouvelle zone de pêche ; prendre garde aux conditions de sécurité pour les navires de pêche et autres utilisateurs
Zones d'entraînement militaire (navires, sous-marins, avions)	La perte ou la restriction de domaines	Négociations à mener dans le cadre politique étatique
Gazoducs et oléoducs sous-marins	La perte ou la restriction des surfaces disponibles pour les routes ; obstruction ; nécessité d'entretien et de réparations	Éviter les tracés des pipelines; assurer un espace suffisant pour l'entretien ou la réparation des équipements
Câbles de communication sous-marine	La perte ou la restriction des surfaces disponibles pour les routes; obstruction de l'entretien et les réparations; dommages causés aux câbles existants	Éviter les routes par câble; assurer un espace suffisant pour l'entretien ou la réparation des équipements ; s'appuyer sur une planification minutieuse des points de passage des câbles nouveaux et existants
L'extraction des sédiments	La perte temporaire ou la restriction des domaines; perturbation de l'extraction	Éviter les zones d'extraction sous licence, l'utilisation peut-être temporaire, ou situées sur des parties "non-actives" du site d'extraction
Activités pétrolières et gaz offshore	Exclusion temporaire ou restriction d'exploitation ou d'exploration	Éviter les nécessaires zones de desserte; garder un espace suffisant pour permettre la poursuite des activités d'exploration ou d'exploitation
Les sites d'immersion des déblais de dragage	Perte des activités des sites d'élimination; obstruction de l'élimination	Éviter les sites d'élimination; utiliser les informations disponibles sur les sites d'élimination

Question	Les conflits potentiels	Considérations relatives à la minimisation des conflits
Sites d'élimination des munitions passées	Perturbation des sites d'élimination passé (risque d'explosion)	Éviter les sites d'élimination passé; utiliser les informations disponibles sur les sites; procéder à des consultations appropriées et des enquêtes dans la phase de planification
Paysage marin	L'impact visuel, la perception	Choisir un emplacement suffisamment éloigné de la rive ; éviter les points de vue sensibles
Tourisme	Restrictions aux loisirs	Choisir un emplacement approprié
La recherche scientifique	Restrictions pour la recherche scientifique	Éviter les zones où la recherche scientifique est nécessaire

I. LE SOCIAL

Les énergies marines renouvelables sont susceptibles d'enclencher une dynamique territoriale de création de richesses et d'emplois et de diversification de l'économie. Mais pour être intégrées, elles devront, comme toute activité innovante, passer par un processus d'appropriation collective. C'est un enjeu déterminant pour l'avenir de cette activité émergente. Car elle pourra être perçue tout d'abord comme un facteur de déstabilisation des économies locales, d'autant plus qu'elle touche un spectre très large du tissu économique.

I.1. La participation des différents acteurs

Le milieu marin est utilisé et partagé par les pêcheurs, les aquaculteurs, les exploitants de ressources minérales, les acteurs du commerce maritime, les prestataires d'activités de loisir (navigation, tourisme), les habitants des zones côtières, les associations de défense de l'environnement, et les différents niveaux de décision publique : collectivités territoriales et État. Tout nouveau projet devra donc s'appuyer sur un inventaire exhaustif des activités et des pratiques existantes, afin d'évaluer les interactions possibles. Ces études préliminaires (études des risques et impacts socio-économiques), financées par les porteurs de projet, sont réalisées en collaboration avec les professions concernées. Les conflits sont en effet potentiellement nombreux. L'idée centrale, partagée par toutes les régions concernées, est donc la concertation (sur le choix de la zone d'implantation des projets notamment), avec les pêcheurs au premier chef, leur activité étant celle la plus directement concernée. Les projets en mer d'installations de production électrique sont en effet perçus comme une soustraction des zones qu'ils exploitent.

L'enjeu est de trouver des complémentarités entre les activités préexistantes et le développement des énergies marines renouvelables. La concurrence pour l'espace et la ressource doit être étudiée de manière adéquate et évaluée pour une organisation et une gestion efficaces. Par exemple :

▪ Pêche

Les installations pour l'exploitation des énergies marines renouvelables peuvent servir de biotopes ou d'habitat pour certaines espèces et, ainsi, profiter à la pêche côtière. Le dialogue entre les professionnels du secteur et les promoteurs des projets d'exploitation des énergies renouvelables, pour la définition des zones et l'évaluation des impacts sur la faune et la flore, ainsi que les campagnes de sensibilisation du public en général peuvent favoriser le succès du développement des EMR, en transformant les menaces initiales par des opportunités potentielles.

▪ **Tourisme**

Les premières installations pour l'utilisation énergétique des ressources marines, en particulier les premiers parcs éoliens offshore, se sont transformées elles-mêmes en attraction. D'autre part, apparaît l'occasion de développer de nouvelles activités de loisir (navigation et pêche sportive, etc.) ainsi que de nouvelles entreprises (aquaculture, etc.). L'impact visuel pourrait être diminué quand les installations seront placées à une certaine distance de la ligne littorale.

▪ **Transport**

Même si quelques secteurs marins peuvent être exclus du trafic maritime, les conséquences peuvent être minimisées par des signalisations spécifiques sur les cartes maritimes et en mer au moyen de balises.

L'acceptabilité des projets repose sur une succession d'étapes :

- **L'information** en amont des projets correspond logiquement à la première étape. Elle est, jusqu'à présent, régulièrement faite par les promoteurs énergétiques.
- **La concertation** vient ensuite. S'agissant du projet éolien offshore de l'île de Ré, une charte syndicale est en cours de réalisation avec les pêcheurs ; sur le projet d'implantation d'un site expérimental de quelques hydroliennes par EDF sur le site de Paimpol-Bréhat, le comité local des pêches de Lannion-Paimpol a mené une enquête d'acceptabilité auprès des pêcheurs, etc. De manière générale, il est souhaitable que soient mis en place systématiquement des comités de pilotage rassemblant les différents acteurs en présence : les porteurs de projets, les exploitants des sites concernés (pêcheurs, comités de tourisme...), mais aussi la société civile.

Il s'agit en fait, quand un parc de ce type est construit, de réaliser une étude préalable sur l'acceptabilité du projet par les acteurs et la société en présence, les usagers de la côte mais aussi les plus éloignés. La concertation, ou débat public, s'organise au niveau local avec les agents sociaux impliqués, mais les enjeux sont ensuite portés au niveau national, niveau de décision in fine, en concertation avec les acteurs publics et privés locaux. En France, l'exercice de planification pour l'identification de zones de développement de l'éolien offshore fixe un nouveau cadre pour cet exercice d'information et de concertation.

L'étude d'acceptabilité doit être renouvelée une fois le projet implanté, afin d'évaluer la concordance entre les impacts attendus et les impacts réels.

- **L'intégration** des acteurs aux projets correspond à l'étape la plus aboutie de la participation (ex : dans le cadre du projet d'EDF à Paimpol Bréhat, le Comité local des pêches a ainsi proposé au porteur de projet de financer plusieurs actions de gestion de la ressource plutôt que d'offrir une compensation financière directe). L'intégration des acteurs aux projets permet de prévenir les conflits et d'appréhender les énergies marines non comme un risque mais comme une opportunité de consolidation de la pêche côtière.

Il convient de noter ici qu'il n'existe au niveau européen aucune réglementation relative à la cohabitation entre pêche et éoliennes offshore.

1.2. La sensibilisation

Si les acteurs concernés doivent être concertés sur les projets, l'appropriation collective passe nécessairement par l'information des citoyens. Différents moyens sont utilisés, mais nous retrouvons essentiellement la publication d'articles dans les journaux (spécialisés et grand public) et la

réalisation d'expositions à destination du grand public. La Communauté Autonome du Pays Basque a par exemple mis sur pied dans le port d'Armintza une exposition dédiée au développement des fermes houlomotrices. Au Portugal, le Centre d'Énergie des Vagues remplit un rôle important d'information et de promotion de cette énergie (organisation de séminaires).

I.3. La formation

De nombreux métiers relevant tant du secteur industriel que de celui des services sont concernés :

- › de l'océanographie opérationnelle, les bureaux d'études environnementaux,
- › de la construction et la réparation navales,
- › de la filière métallurgie pour la construction d'ensembles mécaniques,
- › de la filière composite,
- › de la filière TIC pour l'ensemble des process et équipements de simulation, de contrôle-commande et de télémaintenance etc.,
- › du secteur pétrolier et parapétrolier,
- › de la fabrication et la pose de câbles et tuyaux sous-marins,
- › de l'instrumentation et de la pose de capteurs en milieu maritime,
- › de l'ingénierie des infrastructures marines,
- › de la filière formation maritime pour la formation des personnels spécialisés,
- › les équipementiers de l'énergie (hydroélectricité, électrotechnique, etc.), surveillance aérienne et sous-marine, prévision météorologique, biotechnologies appliqué aux algues acquisition et contrôle des paramètres marins et environnementaux, activités pour l'installation et la logistique de systèmes de production et de transport,
- › à un second niveau les énergéticiens.

S'agissant de la **formation initiale**, le développement de la filière des énergies marines renouvelables est à anticiper dès aujourd'hui. Tous les niveaux de formation (du niveau I à V) doivent être mobilisés. Les compétences existantes pourront aussi être valorisées par des actions de reconversion. Pour former les techniciens et les ingénieurs dont la future filière industrielle EMR aura besoin, il paraît ainsi judicieux de s'appuyer sur les **formations déjà existantes**, en les adaptant, les réorientant et en les développant. Pour permettre l'émergence d'une filière industrielle, il sera aussi nécessaire d'avoir une main d'œuvre qualifiée pour la construction, l'assemblage et la maintenance de ces machines spécifiques. Ces ouvriers et ces techniciens pourront être formés à travers le réseau de formations déjà existantes comme les baccalauréats professionnels et les Instituts Universitaires Technologiques (IUT)- pour le système français. L'expérience issue des activités offshore pétrolières et parapétrolières devrait permettre de faciliter l'adaptation des formations.

En France, les propositions issues du Grenelle de la Mer recommandent de créer une filière cohérente de **formations qualifiantes** (universitaires et professionnelles) des métiers liés à la mer ainsi que les équivalences et passerelles adaptées, et que soient proposées des formations qualifiantes de niveau CAP, BTS. Le Grenelle recommande également la mise en place de formations à l'acquisition de compétences complémentaires, et notamment des formations spécifiques aux risques de la mer.

S'agissant de la **formation continue**, une des orientations recommande de faciliter l'exercice par les pêcheurs de la pluri-activité, en reconnaissant l'exercice par les pêcheurs de services d'intérêt général (collecte de données, ramassage de macros déchets, l'appui aux luttes contre la pollution). La réglementation devra être adaptée pour permettre cette pluri-activité (à travers notamment des mécanismes de financement, d'équipement et de formation nécessaires). L'embarquement de passagers constitue par exemple une piste de diversifications de la petite pêche côtière et de

l'aquaculture marine vers l'écotourisme (pescatourisme). Des formations se mettent en place par exemple pour l'accompagnement des activités portuaires en Cantabrie.

Des **formations spécifiques** se développent également.

En France, le Pôle Mer Bretagne a labellisé en décembre 2009 un Master spécialisé « Energies Marines Renouvelables », porté par l'ENSIETA, l'École navale et Télécom Bretagne. Il a été accrédité par la Conférence des grandes écoles et accueillera sa première promotion en septembre 2010. Le programme de formation a été construit avec l'Université de Bretagne Occidentale, l'École nationale des ingénieurs de Brest, l'Ifremer et le Cetmef. Le dossier bénéficie en outre du soutien d'industriels, dont Blue H, Bureau Véritas, DCNS, EDF, Nass&Wind Offshore, Sofresid et STX.

La formation spécifique aux EMR existe également de manière indirecte. L'implication des lycées maritimes est envisagée en Bretagne. Les EMR sont intégrées dans les programmes de recherche des établissements suivants : l'École Centrale de Nantes, le CNRS de Nantes, l'IFREMER de Brest.

Des formations plus spécifiques existent en Espagne, par le biais de masters intégrés aux universités : ainsi, l'université du Pays Basque propose un master en « Ingénierie énergétique durable ». L'Office basque de l'énergie organise des ateliers sur les énergies renouvelables, parmi lesquelles les énergies marines occuperont une place de plus en plus importante. L'université de Cantabrie a développé différentes formations dans le cadre de son campus international de l'eau et de l'énergie, notamment un master international. L'université de Saint-Jacques de Compostelle propose un Master "Energies renouvelables et soutenabilité énergétique", basé sur un programme pluridisciplinaire. L'université de la Corogne a intégré dans son programme pour le diplôme d'ingénierie navale un cours sur les énergies marines renouvelables.

Au Portugal, l'Instituto Superior Tecnico a mis en place un programme sur les systèmes d'énergies renouvelables : il propose à la fois d'un cursus d'enseignement pratique et un cursus axé recherche-développement. Et l'université Aveiro a mis en place un cours sur « l'efficacité énergétique et les énergies renouvelables », qui vise à mettre en relation les entreprises et les étudiants afin de répondre au mieux aux besoins des professionnels.

A noter : une coopération européenne est à l'œuvre sur ce thème : l'université du Pays Basque, en partenariat avec l'université de Bordeaux 1 et l'université de Southampton, délivre un master européen en gestion de l'environnement et des ressources marines. Un diplôme commun aux trois universités est délivré à l'issue de la formation.

I.4. La création d'emplois

Les domaines suivants sont concernés : scientifique, recherche, technique, logistique, transport et maintenance des dispositifs. Une transformation de certains métiers est également à prendre en compte. Actuellement, en Europe, l'utilisation de la ressource éolienne conjointement avec la biomasse, produit la plus grande activité économique dans le secteur des énergies renouvelables. Même si elle est impressionnante, cette donnée doit être considérée en tenant compte qu'il y a seulement 20 ans ces technologies se trouvaient dans leur phase initiale de développement. Le rapport « État des Énergies Renouvelables en Europe - Édition 2008 » (EurObserv'ER) concrétise la réalité des sept pays qui concentrent 76% de la capacité totale installée fin 2007, auxquels ajoutent plus de 145.000 emplois directs à temps plein et 15.000 millions d'euro de volume d'affaires dans ce domaine.

Figure 48 : Secteur éolien, puissance et emploi direct en 2008

	Puissance cumulée à la fin 2008 (MW) Cumulated capacity at the end of 2008 (MW)	Emplois directs et indirects Employment in direct and indirect full time jobs	Répartition des emplois Breakdown of jobs
Germany	23 902,9 (No.1 EU capacity)	85 100	80% manufacturing, distribution and installation 20% O&M
Spain	16 740,3 (No.2 EU capacity)	36 000	32% manufacturing and distribution, 38% installation, 30% O&M
Denmark	3 166,0 (No.6 EU capacity)	28 400	75% manufacturing 10% distribution, 15% O&M
France	3 542,0 (No.4 EU capacity)	18 250	30% manufacturing 65% study and installation 5% O&M
Italy	3 736,5 (No.3 EU capacity)	5 300	17% manufacturing 48% development and construction, 35% O&M
United Kingdom	3 406,2 (No.5 EU capacity)	4 500	20% manufacturing 40% installation, 40% O&M
Netherlands	2 224,6 (No.8 EU capacity)	2 500	n.c.
Austria	994,9 (No.11 EU capacity)	2 100	55% manufacturing, distribution and installation, 45% O&M
Sweden	1 021,0 (No.10 EU capacity)	2 000	n.c.
Poland	451,1 (No.13 EU capacity)	1 600	25% manufacturing and distribution 60% installation, 15% O&M
Finland	143,0 (No.17 EU capacity)	1 500	n.c.
Luxembourg	43,3 (No.21 EU capacity)	n.c.	n.c.
Slovakia	5,1 (No.24 EU capacity)	n.c.	n.c.
La Slovénie n'a pas d'activité dans l'éolien. Slovenia has no wind power activity. Manufacturing = production. Operation and maintenance (O&M) = exploitation et maintenance Les décimales sont séparées par une virgule. Decimals are written with a comma.			
Source EurObserv'ER 2009			

L'éolien marin représente un potentiel d'emplois industriels qui semble très important. Selon un rapport de l'Association européenne de l'énergie éolienne (EWEA) de janvier 2009, l'éolien représente actuellement 150 000 emplois au sein de l'Union Européenne. D'ici 2025, 360 000 emplois pourraient être créés, dont environ 40% dans le secteur offshore.

Des études nationales permettent également d'avoir une vision des potentialités de création d'emplois à travers les EMR (Acciona estime par exemple que les besoins de l'éolien offshore sont de 10 emplois par MW pour la phase de construction, et de 0,2 à 0,5 emplois par MW installé en phase d'exploitation ; une étude anglaise de l'université de Southampton estime l'impact des EMR sur l'emploi en Europe à 19 emplois directs et indirects par MW actuellement et à 7 emplois directs et indirects par MW en 2020), mais à l'échelle régionale, compte tenu de l'avancement des projets, seules des estimations peuvent être proposées. Par exemple, si l'on reprend les chiffres fournis par Acciona et l'EWEA, installer 1 000MW d'éolien offshore annoncés dans le Plan Energie pour la Bretagne créerait de 10 000 à 15 000 emplois temporaires pour la construction, et 200 à 500 emplois pour l'exploitation et la maintenance.

Pour mener à bien le projet de ferme houlomotrice en Cantabrie, l'entreprise DEGIMA estime qu'il lui sera nécessaire d'embaucher 20 à 25 chaudronniers, soudeurs, monteurs, etc. Il lui faudra également recruter 3 ou 4 employés techniques et administratifs et construire un nouvel atelier. En Cantabrie,

L'emploi direct et indirect produit par les EMR est globalement estimé à quelques 5.500 postes de travail dans les secteurs de la construction navale, environnementale et logistique.

Une estimation en Galice indique que le développement des EMR supposera un accroissement de 10% à 15% d'emplois dans les entreprises consacrées au secteur électrique, auxquels il faut ajouter l'emploi indirect en rapport avec la fabrication de composants et les opérations d'installation et de maintenance, ainsi que la recherche. De même, le développement des EMR signifiera une diversification économique importante, intéressante, concrètement, dans des zones côtières comme celles de la Galice, caractérisées par une forte dépendance des activités maritimes, et, en particulier, de l'activité de pêche.

Le Portugal est très optimiste sur les retombées en terme d'emplois pour son territoire : s'agissant de la récupération de l'énergie des vagues notamment, les différentes phases des projets (construction, installation, maintenance) pourront être assurées presque intégralement par des entreprises nationales. Le développement de cette activité pourrait également permettre de reclasser les pêcheurs affectés par la crise, compte tenu de leur connaissance du milieu marin. Au-delà, de nouveaux emplois pourraient être créés, le travail en mer créant de nouveaux besoins de compétences. Des opportunités de développement apparaissent donc pour ces secteurs, mais pour que cette adaptation soit effective, des politiques devront être engagées.

Ces estimations ont le mérite de montrer les potentialités de création d'emplois qu'offrent les EMR, et de révéler leur potentiel en termes de reconversion d'activités économiques préexistantes.

I.5. Les mesures d'insertion

Compte tenu de l'état d'avancement des projets, aucun programme d'insertion n'a encore été mis en place. Néanmoins, les régions envisagent d'ores et déjà la mise en place de mesures d'insertion dans les phases ultérieures de leurs projets.

I.6. La coopération européenne

On mesure l'importance de cette question pour un dossier à l'ambition transatlantique. Plusieurs programmes européens sont présentés par les régions. Cependant, cette dynamique est encore insuffisante comparé aux coopérations qui se développent en mer Baltique :

- › le programme Windskill (2006-2009) vise à construire un réseau de compétences dans le domaine de l'éolien terrestre et offshore (il regroupe des partenaires français, allemands, italiens et néerlandais) ;
- › l'École centrale de Nantes, avec le projet SEAREV, participe à deux projets européens WAVETRAIN dans le cadre du 7ème Programme Cadre de Recherche et de Développement et CAO-E (Coordinated Action Ocean Energy), action coordonnée des acteurs académiques, industriels, et institutionnels européens sur l'énergie des vagues et des courants ;
- › le projet WAVEPLAM (Wave Energy Planning and Marketing) consiste à développer des outils et d'établir des méthodes et des standards pour accélérer l'introduction des énergies marines sur le marché européen des énergies renouvelables. C'est le premier projet européen, dans le domaine des énergies marines, qui soit centré sur les marchés. Il est financé dans le cadre du 6e PCRD et regroupe des partenaires de plusieurs pays européens, dont, au Pays Basque, l'EVE (Ente Vasco de la Energia) et Tecnalia.
- › Le projet METRI (Marine Environment Tests and Research Infrastructure), coordonné par l'Ifremer, en France, permet de mettre à la disposition d'équipes de recherche européennes,

gratuitement, les moyens d'essais des centres de Brest (bassin de houle) et de Boulogne (veine hydrodynamique).

- › Le projet EquiMar, financé par le 7^e PCRD, poursuit un objectif de pré-normalisation des énergies marines. Il vise à définir des protocoles de mesure et de comparaison des rendements des systèmes de récupération de l'énergie de la houle et des courants. Ce projet regroupe 23 partenaires de 11 pays européens, dont l'EVE au Pays Basque, l'Ifremer et EDF en France..

Il faut noter que, dans le cadre d'Interreg IIIB Espace Atlantique, une mission d'expertise a été diligentée pour identifier des axes de coopération pour le développement des énergies marines dans les programmes 2007-2013.

I.7. La coopération avec les pays en voie de développement

Si la question des transferts de technologies vers les pays en développement est essentielle, nous ne disposons à ce stade d'aucun exemple de coopération avec les pays de l'étude.

II. L'ENVIRONNEMENTAL

Les espaces marins font l'objet d'un nombre important de mesures de gestion ou de protection à prendre en compte dans une étude de zonage :

- › des inventaires (ZNIEFF, ZICO),
- › des protections réglementaires (réserves naturelles, espaces remarquables, sites Ramsar, parcs naturels marins),
- › des sites Natura 2000, étendus au milieu marin depuis 2008. Ces sites ne sont pas préservés de toute activité, mais ce sont des zones où des espèces et/ou des habitats sont à préserver. Une zone Natura 2000 n'exclut donc pas a priori l'implantation de projets.

A titre d'exemple, la France possède sur son territoire marin 29 zones de protection spéciale.

Cette section aborde deux thèmes environnementaux majeurs : l'évaluation des impacts de l'exploitation des énergies renouvelables marines ; les économies réalisées et l'efficacité énergétique.

II.1. Les impacts

L'absence d'harmonisation des indicateurs de suivi rend très difficile la prise de hauteur sur ces études d'impacts. C'est une question essentielle à résoudre dans la perspective d'une étude comparative.

UICN, l'Union internationale pour la conservation de la nature, a récemment publié l'étude « Greening blue energy : identifying and managing the biodiversity risks and opportunities of offshore renewable energy », dans laquelle sont identifiés les principaux enjeux environnementaux pour l'énergie éolienne offshore :

Figure 49: principaux enjeux environnementaux de l'énergie éolienne offshore

Key environmental issues		Level of certainty for predictions/ estimates (1 low to 5 high)	Estimated scale of impact n.a. = Not assessed		
			Spatial	Temporal	Estimated degree of severity (-) or benefit (+) of impacts for species assemblages within the wind farm area
FISH	Injuries from sound pulses (construction)	3	Local	n.a.	Small (-)
	Displacement/habitat loss (construction)	3	Very broad	Short term	(-) see 4.2.2
	Sediment dispersion (construction)	4	Broad	Short term	Small (-)
	Disturbance from operational noise	4	Very local	Long term	Small (-)
	Trawling exclusion	5	Broad	Long term	Large (+) see 4.2.3
	Artificial reef effects	3	Local	Long term	Moderate (+) see 4.2.3
	Electromagnetic fields	2	Local (but see migrating fish)	Long term	Small (-) (but note level of certainty and see migrating fish)
	Collisions with turbines	2	n.a.	n.a.	Small (-)
	Noise masking bioacoustics	2	Local	Long term	Small (-) (but note level of certainty)
MARINE MAMMALS	Injuries from sound pulses (construction)	3	Local	n.a.	Small (-) but see 4.2.2
	Displacement/habitat loss (construction)	3	Very broad	Short term	(-) see 4.2.2
	Displacement, disturbance (operation)	3	Very local	Long term	Small (-)
	Habitat enhancement	1	Broad	Long term	Small (+) (but note level of certainty)
	Migration barriers	2	n.a.	Long term	Small (-) (but note level of certainty and extra caution for whales), and see 4.2.3
	Collisions with turbines	2	n.a.	n.a.	Small (-)
	Noise masking bioacoustics	2	Local	Long term	Small (-) (but note level of certainty)
BIRDS	Displacement/habitat loss (construction)	5	Very broad	Short term	(-) see 4.2.2
	Displacement/habitat loss for seabirds (i.e. sea ducks and divers) (operation)	4	Very broad	Long term	(-) see 4.2.3
	Migration barriers (operation) 1. long distance migrators 2. daily commuters	3	n.a.	Long term	1. Small (-) 2. Moderate (-) see 4.2.3
	Collisions with turbines	3	n.a.	Long term	Small (-) but see 4.2.3
BENTHOS	Sediment dispersion (construction)	3	Broad	Short term	Small (-)
	Acoustic disturbance (construction)	2	Local	Short term	Small (-) (but note level of certainty)
	Changes in community structure directly due to turbines	4	Local	Long term	Small to Moderate (-) see 4.2.3
	Electromagnetic fields	2	Very local	Long term	Small (-) (but note level of certainty)
	Anoxia created	4	Very local	Long term	Small (-)
	Habitat enhancement (not considering trawling exclusion)	4	Very local	Long term	n.a.
	Entry point for invasive species	2	Very broad	Long term	n.a.
	Effects of trawling exclusion	5	Broad	Long term	Large (+) see 4.2.3
HYDROLOGY	Depletion of phytoplankton	4	Local	Long term	Small (-)
	Upwelling or downwelling at the perimeter of wind farm	1	Local	Long term	Small (+/-) (but note level of certainty)
	Toxic substances	4	Local	n.a.	Small (-)
	Oil spills (e.g. ship accidents)	-	n.a.	n.a.	(-) see 4.2.3
SEA TURTLES	Displacement/habitat loss (construction)	2	Very broad	Short term	(-) see 4.2.2
	Displacement/habitat loss (operation)	2	Very local	Long term	Small (-) (but note level of certainty) see

- **Les impacts positifs :**

Éolien offshore : face aux problèmes de sur-pêche, les éoliennes peuvent constituer des zones privilégiées en mer. Un parc d'éoliennes ou d'hydroliennes interdit au chalutage pourrait ainsi être considéré comme une zone de repos biologique. Des études montrent une augmentation de la biodiversité dans ces zones. De nouvelles espèces se développent progressivement dans ce nouveau milieu. L'implantation de machines en mer pourrait créer un "effet récif" et concentrer et/ou augmenter la biomasse. Les développeurs de parcs éoliens offshore réfléchissent actuellement à cette possibilité de valorisation des sites exploités. Des recherches devront être menées afin de déterminer les moyens d'éviter la tendance naturelle à créer des monocultures et les moyens de stimuler la création de véritables récifs artificiels à l'intérieur du parc, et ne pas se contenter d'une vision minimaliste de l'effet récif. Il est bien sûr nécessaire de tenir compte des caractéristiques naturelles du milieu et des activités de pêche présentes à proximité du site concerné. La coquille Saint-Jacques par exemple vit et se reproduit sur des fonds meubles, et la dynamique de population de cette espèce à haute valeur marchande pourrait être affectée par le changement de substrat à proximité des zones exploitées.

Il en va de même pour les autres types d'installations. Le projet espagnol EOLIA, qui vise à promouvoir l'installation de champs d'éoliennes en haute mer portées par la compagnie Acciona, a établi un partenariat avec Tinamenor, une compagnie cantabrieenne d'aquaculture, leader européen dans ce secteur, afin de faire avancer la recherche dans ce domaine, et notamment étudier comment valoriser ces nouveaux milieux.

En ce qui concerne **l'énergie des vagues**, des études séparées devront être effectuées selon que les machines sont installées près de la côte ou en pleine mer.

La culture de la **biomasse marine** (macro-algues) peut favoriser la biodiversité biologique. Elle renforce la connaissance de la ressource.

Exploitation de **l'énergie de la houle** : possible diminution de l'érosion de la côte, tranquillisation du plan d'eau.

Les études de l'EMEC (European Marine Energy Center), basé en Écosse, premier et seul site d'essais en mer raccordé au réseau, sont de ce point de vue essentielles, tout comme les retombées du programme FINO, en Allemagne, qui se base sur une série de mesures et d'observations

- **Les impacts négatifs :**

Éolien offshore : Comme sur terre, les phases chantier et démantèlement sont potentiellement susceptibles d'engendrer le plus d'impact sur la faune et la flore marine, et sur les mammifères marins entre autres : les sons diffusés lors du forage peuvent endommager l'oreille interne de certains mammifères ; l'augmentation du trafic en bateaux peut avoir des effets sur le comportement de certaines espèces. Le calendrier des travaux est donc à établir en prenant en compte les espèces les plus sensibles à ces effets.

Les risques de mortalité accrue pour les oiseaux restent à étudier. Il est cependant recommandé de tenir compte des trajectoires de passage des oiseaux migrateurs dans l'emplacement des turbines. Les conclusions d'une étude danoise (« L'éolien offshore danois. Les clés du débat »), montrent un impact négligeable sur la mortalité des oiseaux, qui semblent capables d'éviter les obstacles. Les études menées pour l'éolien offshore, plus faciles puisque les dépouilles des oiseaux morts sont repérées, évaluent la hausse du taux de mortalité due aux impacts à 0,2%.

L'installation de ces systèmes peut également produire des mouvements sur le fond marin et une perturbation des communautés benthiques.

Les **impacts visuels** : la notion de pollution visuelle est importante s'agissant de l'éolien offshore ; l'altération dénoncée des paysages est un facteur de rejet fréquemment repéré.

Dans l'étude danoise évoquée plus haut, il est fait état d'une étude spécifique sur l'acceptabilité par la société d'un parc d'éoliennes en mer. S'agissant de l'acceptabilité visuelle, des montages photographiques sont présentés à la population. Ainsi par exemple en Allemagne, la population s'est opposée à un tel projet et a obligé les autorités à produire un arrêté d'interdiction d'établissement de champs d'éoliennes à moins de 40 kilomètres des côtes.

- **Énergie de la houle** : la faune et la flore pourraient être déstabilisées par les câbles déployés pour le transfert d'électricité (risque de collisions et d'accrochage). Cependant, cette même étude danoise indique qu'il est impossible à l'heure actuelle de dresser des conclusions sur ce point, car les moyens d'observation des comportements des animaux marins, excepté les oiseaux, sont encore insuffisants.
- **Biomasse marine** : le milieu d'exploitation doit être bien confiné, car l'exploitation extensive de micro-algues pourrait conduire à une prolifération incontrôlable de ces micro-organismes. Quand elles sont cultivées dans des photo-bioréacteurs, ceux-ci doivent être totalement clos.
- L'impact du **démantèlement** de ces structures devra également faire l'objet d'études spécifiques.

II.2. Les systèmes d'observation environnementale

Sur ce point également, l'absence d'harmonisation des critères rend toute comparaison difficile.

Il existe en Poitou-Charentes un Observatoire Régional de l'Environnement mais il n'a pas travaillé sur les énergies marines jusqu'à présent. En Aquitaine, les systèmes d'observation environnementale sont relativement développés en lien avec les activités aquacoles ou l'approche touristique et concernent principalement le bassin d'Arcachon, les stations touristiques et les zones estuariennes (Gironde et Adour). En Bretagne, un grand nombre d'acteurs mène des actions d'observation des milieux marins : l'Ifremer à Brest, la station biologique de Roscoff, l'Agence des aires marines protégées, le Centre d'études et de valorisation des algues... A noter : le GIP Bretagne Environnement qui vise à rassembler, vulgariser et diffuser les données concernant l'environnement en Bretagne, avec un volet particulier sur la mer et le littoral.

Il existe en Cantabrie des instruments de mesure en continu comme la bouée Augusto Gonzales Linares, étudiée par la délégation cantabrieuse de l'institut Océanographique Espagnol, l'antenne de réception par satellite destinée à l'étude des variables océanographiques, et le marégraphe qui tient à jour un registre historique du niveau de la mer. Le Pays Basque dispose d'une structure régionale d'analyse, le AZTI. En Galice, plusieurs institutions sont dotées de systèmes de surveillance environnementale : les instituts océanographiques de Vigo et de la Corogne, le Centre de recherche et d'information sur l'environnement...

Certains des outils d'analyse sont largement développés aujourd'hui, mais d'autres sont encore loin d'être réellement pertinents, comme ceux permettant l'analyse de l'impact des câbles électriques sur la faune. La future installation du réseau de la mer du Nord et la mer Baltique devra être utilisée comme plate-forme test, afin de développer les systèmes d'observation.

Les pays du Nord de l'Europe ont une politique forte de recueil et d'analyse des données qui permet aujourd'hui de disposer de retours d'expériences sur les impacts environnementaux des parcs éoliens offshore. C'est le cas en Allemagne, avec les résultats des campagnes de mesures sur les plateformes FINO. Le Royaume-Uni dispose d'une agence dédiée à l'étude de l'impact environnemental des parcs éoliens offshore, l'agence COWRIE (Collaborative Offshore Windfarm Research Into The Environment), qui fonctionne sous la direction du Crown Estate, du gouvernement britannique (BERR), et de l'association pour l'énergie éolienne au Royaume-Uni (BWEA). Elle pilote des programmes de recherche, en publie les conclusions, rédige des guides à l'attention des porteurs de projets et constitue une base de données environnementales accessible à tous.

II.3. Les études d'impacts

Conformément aux textes réglementaires, une étude d'impact doit contenir :

- › une analyse de l'état initial du site et de son environnement ;
- › une analyse des effets directs, indirects, temporaires ou permanents sur l'environnement;
- › les raisons, notamment environnementales pour lesquelles le projet a été retenu ;
- › les mesures envisagées pour supprimer, réduire et, si ce n'est pas possible, compenser
- › les conséquences dommageables du projet.

Trois zones sont à distinguer dans les études d'impact : la zone de production, la zone de transit (câbles), et la zone d'atterrissage. Ces études impliquent de proposer des mesures de suivi à long terme et des mesures de surveillance durant les travaux.

En Bretagne, des études sur les effets d'émission d'infrasons par le prototype Sabella ont été menées en 2001 et 2002 et ont conclu à l'absence de nuisances sonores pour les poissons, qui semblent s'habituer et reviennent sur le site. Ces hypothèses ont été confirmées par la période d'essais de 6 mois dans l'estuaire de l'Odet. Les mesures n'ont révélé aucun problème concernant l'impact sonore et aucune perturbation de l'écosystème n'a a priori été décelée.

Parmi les projets basques, la ferme houlomotrice de Mutriku a fait l'objet d'une étude d'impact en amont sur l'environnement, puis d'études de suivi en temps réel des impacts sur l'environnement réalisée par l'organe environnemental de la communauté autonome basque, qui a énoncé des mesures correctives.

La question du démantèlement éventuel des installations doit également être intégrée dans les études d'impact.

II.4. Les économies d'énergie

Le 23 Janvier 2008, la Commission Européenne a déposé un ensemble de 6 textes, traduisant les orientations du Conseil Européen des 8 et 9 Mars 2007 vers les "3x20" en 2020 : réduire les émissions de gaz à effet de serre de 20%, amener la part des énergies renouvelables à 20%, améliorer l'efficacité énergétique de 20%. Ces trois enjeux doivent être clairement différenciés, les notions d'efficacité énergétique et d'économies d'énergie doivent en particulier être dissociées.

L'objectif des 20% d'économies dans la consommation d'énergies est le plus difficile à atteindre car il touche au comportement d'une multitude d'acteurs et à leur mode de consommation. Les projets d'énergies renouvelables répondent à la fois à l'objectif d'efficacité énergétique et à celui d'économies d'énergies car ils reposent sur des systèmes moins énergivores. Afin que l'objectif d'économies d'énergies puisse être atteint, il serait souhaitable que les pouvoirs publics conditionnent leur soutien aux projets d'énergies renouvelables au respect de critères qui intègrent des mesures d'économies d'énergies avec pour objectif de diminuer la consommation d'énergies.

Conclusion

L'appropriation sociale des projets étant garante de leur pérennité, il convient d'identifier les éléments susceptibles d'aider la prise de décision des autorités et des développeurs, grâce à une compréhension plus fine des perceptions et des problématiques soulevées par les communautés concernées, et des formes de consultation, d'examen et de réponse des acteurs locaux. De plus, l'étude des impacts environnementaux étant au cœur des enjeux considérés, toute étude de milieu doit se situer dans le temps long. Cette étude de suivi, pour être efficace, doit s'appuyer sur des critères et des indicateurs d'observation harmonisés au niveau européen. Les travaux doivent reposer sur des croisements entre des modélisations effectuées en amont et l'observation des écosystèmes en temps réel.

ANNEXES

1. LISTE DES AUDITIONS RÉALISÉES EN COMMUN

Le groupe de travail tient à remercier l'ensemble des personnes qui ont contribué à cette réflexion par leurs apports, leurs présentations et leurs remarques.

Rennes

Ifremer Brest

Audition de M. Michel PAILLARD, ingénieur de recherche
Exposé général sur les énergies marines renouvelables

EDF

M. Bruno DE CHERGE, conseiller juridique, et de M. Alban DE LA ROQUE, Direction juridique
Aspects juridiques de l'implantation d'hydroliennes au large de Paimpol, Bretagne

Enertrag France

M. Philippe GOUVERNEUR, Président
Présentation du premier projet éolien offshore français au large de Veulettes-sur-Mer

Lisbonne

Centre Énergies renouvelables marines au Portugal

D. António Sarmento, Directeur du Wave Energy
Principaux enseignements actuels et projets d'avenir. Situation du projet pilote au Portugal.

Société portugaise ENERSIS "Parc de Aguacadoura pelamis"

D. Rui Barros, Responsable pour le parc Pelamis
Problématique, financement et développement futur ; installation des Açores

INEG (laboratoire portugais d'énergie et de la géologie)

D^a Ana Estanqueiro, Responsable du groupe de l'énergie du vent et des vagues
Aspects réglementaires, économiques et administratifs au Portugal, liés au déploiement des énergies renouvelables marines

Orkney

Visite de l'EMEC (European Marine Energy Centre Ltd), Stromness (centre de référence mondiale pour les essais technologiques de vagues et des courants)

Interlocuteur : Stuart BAIRD, Operations Director, EMEC Orkney

Visite de Scotrenewables Ltd (société qui développe une technologie d'énergie marine et éolienne)

Interlocuteurs : Barry JOHNSTON, Directeur Général de Scotrenewables, Marc VANNERUM et Éloi DRONIOU

Rencontre avec le Orkney Islands Council, Kirkwall

Interlocuteur : Jackie THOMSON, agent chargé de la politique de développement économique, en présence d'élus (Stephen HAGAN, Président, James STOCKAN, Vice-président, et Ian JOHNSTONE, Président du comité de développement).

Rencontre avec le bureau d'études Aquatera, Stromness

Interlocuteur : Gareth DAVIES, managing director, Environmental services and products

Orkney Hydrodynamic Research Facility (OHRF)

Suite de la rencontre avec Barry JOHNSTON

Santander

Unit Arctic and Atlantic Oceans and Outermost Regions

Présentation par Martin FERNANDEZ DIEZ-PICAZO, DG des Affaires Maritimes et de la Pêche

Par ailleurs des auditions, contacts téléphoniques, etc. complémentaires ont été réalisés par les différents partenaires, dans leur région.

2. LISTE DES FIGURES AVEC MENTION DE LEUR SOURCE

- Figure 1. Usine marémotrice de la Rance. *Source : médiathèque EDF.*
- Figure 2. Le prototype Seagen. *Source : Marine Current Turbines. www.marineturbines.com*
- Figure 3. Le prototype OpenHydro. *Source : OpenHydro. www.openhydro.com*
- Figure 4. Le prototype Hammerfest Strom. *Source : Hammerfest Strom. www.hammerfeststrom.com*
- Figure 5. Le prototype Sabella. *Source : Sabella SAS. www.sabella.fr*
- Figure 6. Le parc de Pelamis P1 au Portugal. *Source : Pelamis Wave Power Ltd. www.pelamiswave.com*
- Figure 7. Le prototype Oyster. *Source : Aquamarine Power. www.aquamarinepower.com*
- Figure 8. Le prototype OPT. *Source Ocean Power Technology*
- Figure 9. Le prototype Oceanec. *Source : Mr Pablo Ruiz-Minguela, Oceanec Energias Marinas, Third International Symposium on Ocean Energy, 2nd April 2009, Bilbao Exhibition Centre (Spain)*
- Figure 10. Le prototype AWS. *Source : Archimede Wave Swing. www.awsocan.com*
- Figure 11. Le prototype Searev. *Source : Francis Rousseau / 3B Conseils.*
- Figure 12. Le prototype Hywind. *Source : StatoilHydro. www.statoilhydro.com*
- Figure 13. Le prototype Diwet. *Source : Pôle Mer Bretagne. www.pole-mer-bretagne.com*
- Figure 14. Le prototype Winflo. *Source : groupe Nass&Wind. www.nass-et-wind.com*
- Figure 15. Le prototype WindFloat. *Source : Principle Power. www.principlepowerinc.com*
- Figure 16. Projets européens de parcs éoliens offshore planifiés pour 2025. *Source : EWEA, 2009. Oceans of Opportunity. www.ewea.org*
- Figure 17. Transport d'éoliennes sur navire spécialisé. *Source : Sea Energy, A2SEA. www.a2sea.com*
- Figure 18. Proposition d'interconnexion en Mer du Nord. *Source : EWEA, 2009. Oceans of Opportunity. www.ewea.org*
- Figure 19. Rendements en litres d'huile par ha et par an. *Source : Jean-Paul CADORET, Ifremer, 2008.*
- Figure 20. La digue du port de Mutriku. *Source : Ente Vasco de la Energia. www.eve.es*
- Figure 21. La balise expérimentale du projet Idermar. *Source : El Diario Montanes.*
- Figure 22. Le projet BIMEP. *Source : Ente Vasco de la Energia & CIC energuGUNE. www.eve.es*
- Figure 23. Le prototype AquaBuoy. *Source : Finareva Renewables. www.finareva.com*
- Figure 24. Le projet Ceodouro. *Source : IEA / OE, Lettre N°8, mai 2007 <http://www.iea-oceans.org>*
- Figure 24b. Zone pilote du Portugal. *Source : audition Lisbonne*
- Figure 25. Le projet de site de démonstration hydrolien de Paimpol-Bréhat. *Source : EDF. energie.edf.com*
- Figure 26. Le projet Seeneoh. *Source : Energie de la Lune. www.energiedelalune.fr*
- Figure 27. Le prototype Searev. *Source : École centrale de Nantes.*
- Figure 28. Le projet Wade. *Source : Degima*
- Figure 29. La technologie RIM-DRIVEN. *Source : Institut de recherche de l'École Navale, 2008.*
- Figure 30. Le projet Fermentalg. *Source : Fermentalg.*
- Figure 31. Production mondiale d'électricité par source. *Source : La production d'électricité d'origine renouvelable dans le monde – Onzième inventaire Édition 2009, Observ'ER & EDF.*
- Figure 32. Structure de la production mondiale d'électricité d'origine renouvelable en 2008. *Source : La production d'électricité d'origine renouvelable dans le monde – Onzième inventaire Édition 2009, EurObserv'ER & EDF.*
- Figure 33. Capacité globale installée dans éolienne offshore. *Source : Baromètre éolien – Édition 2010, EurObserv'ER.*
- Figure 34. Structure de la production dans l'UE d'électricité d'origine renouvelable en 2008. *Source : La production d'électricité d'origine renouvelable dans le monde - Onzième inventaire Édition 2009, EurObserv'ER & EDF.*

Figure 35. Production dans l'UE d'électricité par source. *Source : La production d'électricité d'origine renouvelable dans le monde – Onzième inventaire Édition 2009, EurObserv'ER & EDF.*

Figure 36. Objectifs globaux nationaux. *Source : Annexe I de la Directive 2009/28/CE du Parlement Européen et du Conseil du 23 avril 2009.*

Figure 37. Parc éolien en France : participation de l'éolien offshore et la capacité annuelle installée jusqu'à 2020. *Source : Coe-Rexecode.*

Figure 38. Secteur éolien : marché, acteurs et chiffre d'affaire en 2008. *Source : État des Énergies Renouvelables en Europe – Édition 2009, 9^e Bilan EurObserv'ER.*

Figure 40. Répartition comparative en pourcentage des coûts d'un projet éolien onshore (gauche) et offshore (droite). *Source : Des énergies marines en Bretagne : à nous de jouer ! Conseil économique et social de Bretagne, 2009.*

Figure 41. Coût total d'installation.

Figure 42. Coût de l'énergie produite.

Figure 43. Prix d'achat.

Figure 44. Sources de financement en fonction au degré de développement du projet. *Source : Access to risk capital, Ernst & Young LLP, Energy and Environmental Infrastructure (October 2009).*

Figure 45. Stratégies à mettre en œuvre pour le développement des EMR. *Source : Pôles Mer Bretagne et Provence - Alpes – Côte d'Azur, Maritime competitiveness clusters.*

Figure 46. « Marine Renewable Energies: Towards a European Atlantic Strategy ». *Source : Présentation par Martin FERNANDEZ DIEZ-PICAZO. Unit Arctic and Atlantic Oceans and Outermost Regions. DG des Affaires Maritimes et de la Pêche. Santander, le 15 avril 2010.*

Figure 47. Vue d'ensemble sur les conflits potentiels et les considérations pour minimiser les conflits qui peuvent surgir de l'installation d'un parc éolien offshore. *Source : OSPAR Guidance on Environmental Considerations for Offshore Wind Farm Development.*

Figure 48. Secteur éolien, puissance et emploi direct en 2008. *Source : État des Énergies Renouvelables en Europe – Édition 2009, 9^e Bilan EurObserv'ER.*

Figure 49. Principaux enjeux environnementaux de l'énergie éolienne offshore. *Source : UICN (Union internationale pour la conservation de la nature), étude « Greening blue energy : identifying and managing the biodiversity risks and opportunities of offshore renewable energy », 2010*

3. Bibliographie

Section état de l'art et technologie

Libros

Brooke, J. *"Wave Energy Conversion"*. © 2003. Elsevier Ocean Engineering Book Series, Vol. 6, ECOR

Callaghan, J.; Bould R. *"Future Marine Energy"*. © 2006. The Carbon Trust

Falnes, J. *"Ocean Waves and Oscillating Systems"*. © 2002 Cambridge University Press

Le Méhauté, B. *"An Introduction to Hydrodynamics & Water Waves"*. © 1976 Springer Verlag

McCormick, M. *"Ocean Wave Energy Conversion"*. © 1981 John Wiley & Sons

Mei, C. C. *"The Applied Dynamics of Ocean Surface Waves"*. © 2005 Adv. Ser Ocean Eng. 1. World Scientific

Newman, J. N. *"Marine Hydrodynamics"*. © 1977 MIT Press

Ross, D. *"Energy from Waves"*. © 1979 Pergamon

Ross, D. *"Power from the Waves"*. © 1995 Oxford University Press

Ross, D. *"Scuppering the Waves"*. © 2001 Open University Network for Alternative Technology

Shaw, R. *"Wave Energy – A Design Challenge"*. © 1982 Ellis Harwood Ltd., John Wiley & Sons

Artículos y Ponencias

Buigues, G. et al. *"Sea Energy Conversion: Problems and Possibilities"*. 2006 ICREPQ

Eguíluz, L. I. *"Energía del Oleaje. Conversión Directa"*. 2006 Febrero-Marzo Curso "Nuevas Tecnologías en Energías Renovables", Universidad de Cantabria

Evans, D. V. *"A theory for wave-power absorption by oscillating bodies"*. © 1976 J. Fluid Mech 77(1):1 – 25

Pontes, M. *"Assessing the European Wave Energy Resource"*. © 1998, November, INETI, Vol.120

Vidal, C. *"Fuentes de Energía Marinas: Potencial, Aprovechamiento y Problemática Ambiental"*. 2008 CONAMA Cumbre del Desarrollo Sostenible, Universidad de Cantabria

Informes

Beckert, Heino *"Biofixation of CO₂ and greenhouse gas abatement with microalgae technology roadmap" Final Report, U.S. Department of Energy.*

Harmelen, T. , Oonk, H. *"Microalgae biofixation processes: Applications and potencial contributions to greenhouse gas mitigation optionas" EniTecnologieS.p.A. San Donato Milanese, Milan, Italy.*

US DOE "A look Back at the U.S. Department of Energy's Aquatic Species Program: Biodiesel from algae".

Kadan, K.L. "Microalgae Production from Power Plant Flue Gas: Environmental Implications on a life cycle basis", Task No. DO11.4010 National Renewable Energy Laboratory.

Páginas Web

www.appa.es "Revisión Régimen Económico Energías Renovables". Noviembre 2006. Informe Propuestas APPA

<http://www.aquahoy.com/content/view/5610/1/lang.es/>

<http://www.consultoresinternacionales.com/imagenes/ciscomentario/342/>

<http://www.cubasolar.cu/biblioteca/energia/Energia35/HTML/articulo05.htm>

http://ecosofia.org/2006/06/energia_geotermica.html?page=1

<http://www.elrepuerto.cl/admin/render/noticia/15301>

<http://energelia.com/biocarburantes/biodiesel-a-partir-de-aceite-de-algas.html>

<http://energelia.com/biocarburantes/el-irta-trabaja-en-un-posible-biodiesel-de-origen-marino.html>

<http://energelia.com/biomasa/-airemar-un-prototipo-para-la-produccion-de-biopetroleo.html>

<http://energelia.com/biomasa/convenio-para-el-aprovechamiento-energetico-de-las-microalgas.html>

www.energías-renovables.com "La mar de energías para Europa". Octubre 2005. Solos, H. Revista Energías Renovables, nº 41

http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page?_pageid=1090,1&_dad=portal&_schema=PORTAL

<http://erenovable.com/>

<http://www.europasur.es/article/economia/224414/iberdrola/entra/eolica/marina/reino/unido>

<http://www.iea-oceans.org/>

<http://www.ineti.pt/download>

<http://inventos.teoriza.net/nuevo-biocombustible-a-base-de-algas-marinas-en-sustitucion-de-la-gasolina.php>

<http://www.labolsa.com/foro/mensajes/1203766915/>

<http://www.mantenimientomundial.com/sites/mmnew/bib/notas/control.asp>

<http://www.monografias.com/trabajos/fuentesener/fuentesener.shtml> "Energía de las olas"

<http://www.monografias.com/trabajos4/energias/energias.shtml>

<http://www.mundoenergia.com/marina-energetica/>

<http://news.soliclima.com/index.php?seccio=noticies&accio=veure&id=1578>

<http://www.plataformaurbana.cl/archive/2007/10/04/energy-island-almacenando-la-energia-en-el-mar/>

<http://www.portalsolar.com/energia-solar-nueva-tecnologia-energia-eolica.html>

<http://www.rdenergysolutions.com/technologies/marine.html>

http://www.ree.es/transporte/planificacion_desarrollo_red_transporte.asp

<http://www.ree.es/transporte/transporte.asp>

<http://servicios.elcorreodigital.com/ekoplaneta/datos/actualidad/2005/enero/actu290105.htm>

<http://turcon.blogia.com/2005/120102-desalacion-eolica-offshore-en-gran-canaria.php>

www.unesa.es "La electricidad en España. 313 preguntas y respuestas". 2003. UNESA

http://www.uni-leipzig.de/~grw/welle/wenergie_3_80.html "Europa die 80er: Förderung der Wellenenergie durch die Europäischen Union"

<http://www.universia.es/>

<http://www.windpower.org/es/tour/rd/offintro.htm>

Section juridique

Législation française :

Décret 86-606 du 14 Mars 1986, relatif aux commissions nautiques
(www.mer.gouv.fr/IMG/doc/LN_D_14mars1986_com_nauti_cle21acd3.doc)

Décret 83-228 du 22 Mars 1983, fixant le régime de l'autorisation des exploitations de cultures marines (www.lexinter.net/Legislation5/decret_cdd.htm)

Arrêté du 23 décembre 2008 définissant le dossier de demande de concession prévu à l'article 3 du décret n° 94-894 du 13 octobre 1994 modifié relatif à la concession et à la déclaration d'utilité publique des ouvrages utilisant l'énergie hydraulique

Législation espagnole :

Décret royal 1028/2007 du 20 juillet 2007 établissant la procédure administrative d'autorisation des installations génératrices d'électricité en mer territoriale.

Rapport 08-26627 du Secrétaire général de l'ONU « Les océans et le droit de la mer » - 10 mars 2008, (rapport d'ensemble sur l'évolution de la situation et les questions intéressant les océans et le droit de la mer)

Décret royal 1578/2008, du 26 septembre 2008, Ministère de l'industrie, du tourisme et du commerce

Législation portugaise :

Décret-loi n.º 189/88 du 27 mai 1988, Ministère de l'Industrie et Énergie

Décret-loi n.º 168/99 du 18 mai 1999, Ministère de l'Économie

Décret-loi n.º 312/2001 du 10 décembre 2001. DR 284 SÉRIE I LA, Ministère de l'Économie

Décret-loi n.º 339-C/2001 du 29 décembre 2001, Ministère de l'Économie, Ministère de l'Environnement et de l'Aménagement du territoire

Décision n.º 295/2002 du 19 mars 2002. DR 66 SÉRIE I-B Ministères de l'Économie et de l'Environnement et de l'Aménagement du territoire

Décision commune n.º 51/2004 du 31 janvier 2004, Ministère de l'Économie, Ministère des Villes, Aménagement du territoire et Environnement

Décret-loi n.º 33-A/2005 du 16 février 2005, Ministère des Activités Économiques et du Travail

Annonce n.º 3.ª série du 04 mars 2005, Ministère des Activités Économiques et du Travail, Direction générale de Géologie et Énergie

Déclaration de Rectification n.º 29/2005 du 15 avril 2005, Présidence du Conseil de Ministres

Résolution N°169-2005 du 24 octobre 2005, Conseil des Ministres

Décret loi N°29- 15 février 2006 Ministère de l'économie et de l'innovation

Décision commune n.º 324/2006 du 10 avril 2006 Ministère de l'Agriculture, du Développement Agricole et des Pêches, du Ministère de la Défense Nationale, du Ministère de l'Économie et de l'Innovation, du Ministère des Oeuvres Publiques, de Transports et de Communications, de Ministère de l'Environnement, de l'Ordre du Territoire et du Développement Régional

Décret-loi n.º 225/2007 du 31 mai 2007. DR 105 SÉRIE I Ministère de l'Économie et de l'Innovation

Déclaration de Rectification n.º 71/2007 du 24 juillet 2007. DR 141 SÉRIE I, Présidence du Conseil de Ministres - Centre Juridique

Résolution n.º 109/2007 du 20 août 2007. DR 159 SÉRIE I, Conseil de Ministres

Loi n.º 57/2007 du 31 août 2007, Assemblée de la République

Décret-loi n.º 5/2008 du 08 janvier 2008, Ministère de la Défense Nationale

Décret-loi n.º 238/2008 du 15 décembre 2008, DR 241, Série I, Ministère de l'Économie et de l'Innovation

« **The Spanish Wind Power Cluster** », 4 mai 2007, Emily BOLON, Matthew COMMONS, Frank DES ROSIERS, Paz Guzman CASO DE LOS COBOS, Nicholas KUKRIKA, HARVARD BUSINESS SCHOOL

« **Un plan stratégique européen pour les technologies énergétiques (Plan SET) : Pour un avenir moins pollué par le carbone** », 22 novembre 2007, Communication de la Commission au Conseil, au Parlement européen, au Comité économique et social européen et au Comité des Régions

« **Énergies renouvelables : les atouts espagnols** », Janvier 2009, Ambassade de France en Espagne, Service pour la science et la technologie, Antenne de Barcelone

« **Feuille de route sur les énergies renouvelables marines** », juin 2009, ADEME (Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie)

« **Investir dans le développement des technologies à faible intensité carbonique (Plan SET)** », 7 octobre 2009, Communication de la Commission au Parlement européen, au Conseil, au Comité économique et social européen et au Comité des Régions

« **Les énergies renouvelables aux États-Unis : politiques de soutien et tendances pour la recherche et le développement** », Rapport d'Ambassade 4 novembre 2009, Ambassade de France à Washington, Mission pour la Science et la Technologie

« **Évaluation socio-économique du programme de production d'électricité éolienne et photovoltaïque** », Octobre 2009, Coe-Rexecode - Michel DIDIER et Gilles KOLEDA
également accessible sur le site www.coe-rexecode.fr.

« **Perspectives énergétiques à l'horizon 2030** », "Exxon Mobil" (compagnie pétrolière), 2009.
http://www.exxonmobil.com/corporate/files/news_pub_eo_2009.pdf

Liens

ACTU-ENVIRONNEMENT : l'actualité professionnelle du secteur de l'environnement
<http://www.actu-environnement.com/>

AEE (Spanish Wind Energy Association)
www.aeolica.org

APPA (Association of Producers of Renewable Energies)
www.appa.es

CIEMAT (Center for Research in Energy, the Environment, and Technology)
www.ciemat.es

ENERZINE.COM : magazine en ligne, traitant des préoccupations énergétiques d'une façon quotidienne, globale et durable.
<http://www.enerzine.com/>

European Wind Energy Association (EWEA) : association qui promeut activement l'utilisation de l'énergie éolienne en Europe et dans le monde entier.
<http://www.ewea.org/>

Grenelle de la mer : un plan pour développer les énergies "bleues", Localtis, 10 juillet 2009
<http://www.localtis.info/cs/ContentServer?c=artVeille&pagename=Localtis%2FartVeille%2FartVeille&cid=1247200835680>

Législations européennes

<http://res-legal.eu/en/search-for-countries.html>

Les énergies de la mer renouvelables : blog assurant une veille internationale d'information sur la chaîne énergétique renouvelable
<http://energiesdelamer.blogspot.com/>

IPANEMA (Initiative PArtenariale Nationale pour l'émergence des Énergies MArines) : charte ayant pour objectif de structurer rapidement les programmes français visant au développement des énergies marines et de favoriser l'émergence, en France (métropole et DOM-COM), d'une filière industrielle et scientifique dans ce domaine)
<http://www.ipanema2008.fr/>

RenewableEnergyWorld.com : l'une des sources les plus reconnues pour l'information sur Internet concernant les énergies renouvelables

<http://www.renewableenergyworld.com/rea/home>

REOLTEC (La Red Científico Tecnológica del Sector Eólico)

www.reoltec.net

Section économie et finances

1. Documents made by the Economic and social council of Pays de la Loire

- **Regional strategy for energy**, Mr Yves LEGEAY, March 2007
- **Biodiesel**, Mr Yves GELUSSEAU, October 2005
- **Cycle compound gas**, Mr Yves LEGEAY, December 2005
- **Energies**, Mr Yves LEGEAY, November 2004
- **The energy**, Mr Bernard de BOUSQUET, May 1998

2. Other documents

- **Challenges and targets of the Renewable Energies**, Congress for Environment, 9th edition (CONAMA 9). Coordinator: Juan Layda. Official College of Industrial Engineers of Madrid.- Madrid, dec.2008.
- **New international agency to promote renewable energies EU** - European Information on Energy Supply, article Euractiv.com, nov. 2008
- **Future energy: Improved, sustainable and Clean Options for our planet**, T.M. Lechter, Elsevier Science & Technology, July 2008.
Deals with: how all sources of renewable energies are produced, provided and transported in sustainable ways.
- **Renewable Energy in Power Systems**, .L.L. Freris, David Infield, Muray Thomson, John Wiley and Sons Ltd, July 2008
Deals with : the economic trading of green electricity in national and international deregulated markets
- **Energy and environment**, Mr Pierre MERLIN, La Documentation française, July 2008
- **Future of renewable marine energies – Synthesis of the IFREMER prospective study on renewable marine energies by 2010**, Mr Denis LACROIX and Mr Michel PAILLARD, Futuribles n°345, October 2008.
- **Renewable Energy and the Grid : The challenge of Variability**, Godfrey Boyle, Earthscan Ltd, Sept 2007
Deals with : The renewable energy may not match variations in energy demand. This book presents some solutions in the field of economy
- **Algae for energy: in Denmark too**, IFREMER environment, July, 2nd 2007
- **Using sustainable and renewable energies in the context of the structural policy 2007-2013**, European parliament, Regional direction of internal policies, June 2007
- **State of renewable energies in Europe** , 7e report EurObserv'ER – Edition 2007
- **Fundamentals of Renewable Energy Processes**, Aldo V. da Rosa, Elsevier Science & Technology, sept. 2005
Deals with : Ocean thermal energy conversion, Hydrogen, water energy, other ocean engines
- **Renewable innovation Review, joint DTI / the Carbon trust white paper**, Hetherington & Wilde, February 2004
- **Renewable Energy**, Godfrey Boyle, Oxford University Press, March 2004
Deals with : bioenergy, hydroelectricity, tidal power wave energy.
- **Energy of the oceans**, ADEME, synthesis 2004

- **Energy of the seas**, IFREMER document, published by ECRIN, 2004
- **Wind energy on the sea: recommendations for a national policy**, Paris, General secretary of the sea, 2002, 89 pages
- **Understanding price volatility in electricity markets**, proceeding of the 33rd Hawaii International conference on systems sciences, 2000
- **Energy for the future: sources of renewable energy, White Book for the EU Strategy and Action Plan**, European Commission, 1997.

3. Web sites :

- **Laboratories and schools working on R&D about renewable marine energies**

- École Centrale de Nantes : <http://www.ec-nantes.fr/>
- ATLANPOLE : <http://www.atlanpole.fr/>
- IFREMER : <http://www.ifremer.fr/>
- ADEME : Agence de maîtrise de l'énergie : <http://www.ademe.fr/>
- CNRS : <http://energie.cnrs.ensma.fr/>

- **General information about renewable marine energies**

- The International Conference on Ocean Energy:
<http://www.icoe2008.com/fr/liens-energies-renouvelables-marines.html>
- The point of view of the oil and gas group TOTAL
<http://www.planete-energies.com/contenu/energies-renouvelables/voies-futur.html>

- **Several projects about renewable marine energies**

- HydroGen project (energy of the marine currents)
www.brest-ouvert.net
<http://gepea.fr>
<http://www.missionh2.org>
- PELAMIS Project :
<http://www.pelamiswave.com/>
<http://news.bbc.co.uk/1/hi/scotland/6377423.stm>
<http://www.orkneycommunities.co.uk/OREF/documents/Wave%20Energy%20in%20Orkney.pdf>
- Underwater turbine generator:
<http://fr.wikipedia.org/wiki/Hydrolienne>
<http://generationsfutures.chez-alice.fr/energie/hydrolienne.htm>
<http://www.naturavox.fr/IMG/jpg/hydrolienne-2.jpg>
http://www.dailymotion.com/video/x4no05_hydrolienne_tech
<http://www.hydroelix.fr>

DTI – Meeting the energy challenge – a white paper on energy, 2007
<http://www.berr.gov.uk/files/file39387.pdf>

Section « Social et Environnemental »

Des énergies marines en Bretagne : à nous de jouer!, rapport du CESR de Bretagne, mars 2009

Rapport d'étape, Ipanema, novembre 2009

Europe's onshore and offshore wind energy potential, European Environment Agency, juin 2009

Greening Blue Energy : identifying and managing the biodiversity risks and opportunities of offshore renewable energy, International Union for Conservation of Nature, 2010

Énergies marines renouvelables. Étude prospective à l'horizon 2030, ouvrage collectif coordonné par Michel Paillard, Denis Lacroix, Véronique Lamblin, Quae, 2009

Guidance on Environmental Considerations for Offshore Wind Farm Development, OSPAR

I - En français

La recherche en matière d'énergie marine. Extrait de la stratégie nationale de recherche énergétique. Approche thématique : les énergies renouvelables.

<http://www.industrie.gouv.fr/energie/recherche/energie-marine.htm>

© Ministère de l'Écologie, du Développement et de l'Aménagement Durables,

© Ministère de l'Économie, des Finances et de l'Emploi, DGEMP, 18/06/2007

Énergies marines : La Bretagne veut prendre de l'avance ; article publié le 29 Mars 2008 dans Le Télégramme :

<http://www.kavadenn.com/nautisme/economie/energies-marines-bretagne-veut-prendre-deavance/2652>

<http://www.kavadenn.com/nautisme/info/energie-hydrolienne-se-jette-eau/2644>

Vidéo Marémotricité et environnement : France 24 explique comment le projet marémoteur sur l'estuaire de Severn (Royaume-Uni) se heurte à l'hostilité de certains groupes écologistes (3 mn environ) : <http://energiesdelamer.blogspot.com>

Du retard de l'éolien français en mer... :

<http://energiesdelamer.blogspot.com/2008/11/du-retard-de-lolien-franais-en-mer.html>

Conflits d'usage entre la pêche professionnelle et les parcs éoliens en mer, Pierre-Georges DACHICOURT Président du Comité national des pêches maritimes et des élevages marins (28 octobre 2008)

http://www.wind-eole.com/de/system/files/Dachicourt_CNPMEM_28.10.08.pdf

Études de synthèse sur l'économie et la politique maritime au niveau régional, national et international : NASCA GéoMarine, bureau d'études, de recherche et d'expertise en géographie économique et politique maritime

<http://www.nasca-geomarine.com/etudes.html>

Actes de la conférence franco-britannique Arc Manche 2007

<http://www.region-haute-normandie.com/actions/europe/objets/fichiers/Actes-fr-2007.pdf>

Grenelle de l'Environnement

Comité opérationnel n° 10 Plan de développement des énergies marines à haute qualité environnement 2008 - 2012 - 2020

http://www.legrenelle-environnement.fr/grenelleenvironnement/IMG/pdf/rapport_final_comop_10.pdf

Plan national pour le développement des énergies renouvelables à haute qualité environnementale (site Internet QhseClub – rubrique Communiqués de presse) :

<http://www.qhseclub.com/fr/content/view/2975/40/>

I - En español

SIDRA (Sistema de Información Documental en Red de Asturias)

REBIUN (Red de Bibliotecas Universitarias)

BNE (Biblioteca Nacional de España)

DIALNET (artículos de revistas españolas, libros, revistas y tesis; portal de difusión de la producción científica hispana)

VI Programa Marco de la Unión Europea

Programa LIFE de la Unión Europea

Centro Nacional de Energías Renovables (CENER)

Energías renovables (publicación periódica en Internet sobre energías renovables)

REOLTEC (Red Científico Tecnológica del Sector Eólico) : grupo de trabajo “Parques Marinos (offshore)” que ofrece acceso a sus documentos de trabajo en esta web

Liens :

www.ictnet.es

www.homepower.com

www.jxj.com

www.censolar.es

www.energias-renovables.com

www.energuia.com

www.infopower.es

www.enervia.com

www.infoenergia.com

www.appa.es

4. PRÉSENTATION DU RTA ET COMPOSITION DU GROUPE DE TRAVAIL

LE RTA

Le RTA est une plate-forme de coopération de la société civile dans l'espace atlantique. Il a été constitué officiellement le 19 septembre 2003, lors de la première session de son organe plénier, le Comité d'orientation.

Ce réseau transnational est composé des Conseils économiques et sociaux des régions de l'espace Atlantique européenne et dans le cas où de telles institutions n'existent pas, par des entités régionales équivalentes. Le Réseau Transnational Atlantique a établi une relation de coopération permanente avec la Commission Arc Atlantique (CAA) de la Conférence des Régions Périphériques Maritimes.

Le réseau a comme principal objectif le développement de coopérations entre les représentants socioprofessionnels de la société civile afin d'influencer les politiques européennes en faveur de la façade atlantique.

Il travaille à travers :

- › *des contacts réguliers*
- › *des échanges d'expériences*
- › *des études conjointes*
- › *l'émission de points de vue communs sur toute question qui concerne les régions européennes de l'Arc Atlantique et leur coopération mutuelle, et des propositions pour un meilleur développement de l'intégration européenne de cet espace.*

Le réseau définit des projets et des politiques de coopération interrégionale à destination des institutions communautaires pour promouvoir des politiques qui favorisent ces régions périphériques aux problématiques communes, pour améliorer l'intégration des régions Atlantiques, pour renforcer leur compétitivité et leur cohésion sociale et territoriale.

La réussite de ce réseau depuis son lancement en septembre 2003, s'est concrétisée avec la publication de trois études sur divers sujets d'une importance particulière pour les agents économiques et sociaux de l'Atlantique :

- › *la sécurité du transport et du trafic maritime de marchandises ;*
- › *l'intermodalité dans le transport de marchandises : ports et hinterlands, transport maritime y compris celui à courte distance ;*
- › *transfert de technologie et innovation : enjeux de coopération pour les régions de l'Arc Atlantique.*

Les organes du RTA, sont :

- › *le Comité exécutif, dont le rôle principal est d'organiser des groupes de travail sur les thèmes ou les initiatives décidées par l'Assemblée plénière ;*
- › *le Comité d'orientation, organe de décision stratégique, qui définit les thèmes de travail, valide les propositions des groupes et les diffuse aux autorités compétentes dans chaque matière.*

Président	<i>Pablo Coto Millán</i>	<i>Président du CES de Cantabrie</i>
Vice-Président	<i>Joao Paulo Duarte</i>	<i>ISQ région de Lisbonne</i>
Vice-Président	<i>Luc Pabœuf</i>	<i>Président du CESER d'Aquitaine</i>
Vice-Président	<i>Pablo Egerique Martínez</i>	<i>Président du CES de Galice</i>
Vice-Président	<i>Jean Pierre Limousin</i>	<i>Président du CESER du Limousin</i>

COMPOSITION DU GROUPE DE TRAVAIL
SUR LES ENERGIES MARINES RENOUVELABLES :

<i>Organisation</i>	<i>Participant</i>
CESER Aquitaine	Jacques BOSCOQ
	Jean Louis MARTRES
	Martine CHAILLAT
CESER de Bretagne	Guy JOURDEN
	Philippe MARCHAND
	Fanny TARTARIN
CES de Cantabria	Andrés PRIETO GALA (Président)
	Pablo COTO MILLÁN
	Luis Ignacio EGUILUZ MORÁN
	Daniel RUIZ SCHÄFER (Secrétaire)
CES de Galicia	Pablo EGERIQUE MARTÍNEZ
	Primitivo B. GONZALEZ LOPEZ
	Santiago MARTÍN CRIADO
	Cristina ANIDO MARTÍNEZ
ISQ - Instituto de Soldadura e Qualidade	Joao Paulo DUARTE
	Sandra Cristina ESTANISLAU
CES de País Vasco	Arantza LÓPEZ DE MUNAIN ZULUETA (Vice-Présidente)
	Roberto BERMEJO GOMEZ DE SEGURA
	Iñaki BARRENECHEA GONZÁLEZ
CESER de Poitou-Charentes	Michel HORTOLAN (Vice-Président)
	Claire HOUPLINE

Suite à l'adoption par le Parlement français de la loi « Grenelle 2 » portant engagement national pour l'environnement, le 12 juillet 2010, l'ensemble des Conseils Economiques et Sociaux Régionaux ont changé d'appellation et sont devenus des Conseils Economiques Sociaux et Environnementaux Régionaux (CESER).



Conseil économique, social
et environnemental

7, rue du G^{al} Guillaudot - CS 26918
35069 RENNES Cedex
Tél. : +33 2 99 87 18 75
ceser@region-bretagne.fr
<http://www.ceser-bretagne.fr>



15, rue de l'Ancienne Comédie, BP 575
86021 POITIERS CEDEX
Tél. : +33 5 49 55 77 77
com@cesr-poitou-charentes.fr
<http://cesr-poitou-charentes.fr>



14, rue François de Sourdis
33077 BORDEAUX Cedex
Tél. : +33 5 57 57 80 80
com@ceser-aquitaine.fr
<http://ceser-aquitaine.fr>



Abbaye aux Dames - BP 529
14036 CAEN Cedex
Tél. : +33 2 31 06 98 90
secretariat@cesr-basse-normandie.fr
<http://www.cesr-basse-normandie.fr>



27, boulevard de la Corderie
87 031 LIMOGES Cedex
Tél. : +33 5 55 45 19 80
ces@cr-limousin.fr
<http://ceser-limousin.info>



Gran Vía, 81 - 7^a planta
48011 BILBAO (ESPAÑA)
Tfno: +34 944 792 150
cesvasco@cesvasco.es
<http://www.cesvasco.es>



Paseo de Pereda, 31, 2^o
39004 - SANTANDER - Cantabria (ESPAÑA)
Tfno: +34 942 232215. - 942 237907
cescantabria@cescan.es
<http://www.cescan.es>



Algalia de Abaixo 24
15704 SANTIAGO DE COMPOSTELA - Coruña (ESPAÑA)
Tfno: +34 981 541 650
administracion@ces-galicia.org
<http://www.ces-galicia.org>



Plaza de la Feria, 1
35003 Las Palmas de Gran Canaria
Tefno: +34 928 384 932
cescanarias.ces@gobiernodecanarias.org
<http://www.cescanarias.org>



Rua Joao Bastos, N°8
1449-016 LISBONNE (PORTUGAL)
Tel. : +351 21 422 81 00
info@isq.pt
<http://www.isq.pt>

Conception graphique :
Couverture : PG édition

Crédits photos :
Winflo 2008 ; Sodercan 2010 ; Aquamarine Power ; Pelamis ; Open Hydro

ISBN : 978-2-11-128030-4 Dépôt légal : octobre 2010
dépôt effectué par le CESER Aquitaine pour le compte du RTA