



HAL
open science

Réenchanter le maritime par la promesse énergétique : technologies, trajectoires, discours

Sylvain Roche

► **To cite this version:**

Sylvain Roche. Réenchanter le maritime par la promesse énergétique : technologies, trajectoires, discours. Economies et finances. Université de Bordeaux, 2019. Français. NNT : 2019BORD0064 . tel-03005970

HAL Id: tel-03005970

<https://theses.hal.science/tel-03005970v1>

Submitted on 15 Nov 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

THÈSE PRÉSENTÉE POUR OBTENIR LE GRADE DE

DOCTEUR DE L'UNIVERSITÉ DE BORDEAUX

ÉCOLE DOCTORALE
ENTREPRISE, ECONOMIE, SOCIÉTÉ - E.D. 42

Par Sylvain ROCHE

RÉENCHANTER LE MARITIME PAR LA PROMESSE ÉNERGÉTIQUE

Technologies, trajectoires, discours

Sous la direction de M. Claude DUPUY et Mme Sylvie FERRARI

Soutenue le 27 mai 2019

Membres du jury :

M. BANEL Éric

Directeur interrégional de la mer Sud-Atlantique.

M. BOUNEAU Christophe

Professeur, Université Bordeaux Montaigne.

M. CONNAN Guillaume

Ingénieur, chargé de mission énergies renouvelables à la Région Nouvelle-Aquitaine.

M. DUPUY Claude

Professeur, Université de Bordeaux.

M. DURANCE Philippe

Professeur, Conservatoire national des arts et métiers. Rapporteur.

Mme FERRARI Sylvie

Maître de conférence-HDR, Université de Bordeaux.

M. LE FLOC'H Pascal

Maître de conférence-HDR, Université de Bretagne Occidentale. Rapporteur.

M. SMITH Andy

Directeur de recherche CNRS, Sciences Po Bordeaux. Président.

Cette thèse a été réalisée au sein du GREThA, le Groupe de Recherche en Economie Théorique et Appliquée de l'Université de Bordeaux (UMR CNRS 5113), dans le cadre d'une Convention Industrielle de Formation par la Recherche (CIFRE) financée par la Région Nouvelle-Aquitaine.

La Région Nouvelle-Aquitaine, l'Université de Bordeaux ainsi que le GREThA n'entendent donner aucune approbation ni improbation aux opinions exprimées dans cette thèse.

Ces opinions doivent être considérées comme propres à l'auteur.

université
de **BORDEAUX**



Remerciements

S'ils se situent dans les premières pages d'une thèse, les remerciements sont de fait les dernières phrases rédigées. En concluant plusieurs années de travail, ils sont l'occasion de se souvenir de ceux qui ont joué un rôle dans notre construction intellectuelle et plus particulièrement dans les recherches et la rédaction d'un tel projet. Si ce travail a été marqué par des moments de solitude et de doute, son accomplissement reste le fruit de rencontres décisives et de partage ayant permis son développement et son aboutissement.

Je tiens tout d'abord à exprimer ma plus grande gratitude à mes directeurs de thèse, Sylvie Ferrari et Claude Dupuy, pour avoir accepté d'encadrer mes recherches sans m'avoir connu durant mes études. Sans leur soutien, cette aventure n'aurait sans doute pas vu le jour.

Je tiens aussi à remercier mon responsable à la Région Nouvelle-Aquitaine, Guillaume Connan, pour ses conseils, ses relectures, ses corrections, et plus généralement pour le temps qu'il a bien voulu me consacrer malgré un emploi du temps particulièrement rempli. Je lui adresse toutes mes plus sincères amitiés.

Merci aux membres du jury qui ont accepté de participer à la dernière étape de ce travail. Merci en particulier aux rapporteurs Philippe Durance et Pascal Le Floc'h, qui me font l'honneur de lire ce manuscrit.

Merci aux membres de mon COPIL de thèse qui ont su m'accompagner dans ce doctorat. Malgré des problématiques parfois éloignées, les conversations ont toujours été enrichissantes. Pour leur enthousiasme et leur inspiration, je remercie Sylvie Saint-Vignes, Marlène Kiersnowski, Christophe Bouneau, Boris Fedorovsky, Marc Lafosse, Luc Labalette et Cyril Abonnel. Je souhaite ici remercier plus spécialement Andy Smith, dont les conseils avisés (notamment sur l'Ecosse !), m'ont aidé tout au long de mon travail de recherche.

J'exprime ma gratitude aux personnels de la Région Nouvelle-Aquitaine, de Tocardo, du Cluster De Energía, d'Offshore Renewable Energy Catapult, de l'European Marine Energy Centre et du Cluster Maritime Français, qui m'ont accueilli avec gentillesse et professionnalisme. Ces expériences m'amènent ici à remercier particulièrement Nicolas Wallet, Gautier Houel, David McCrone et Marie-Noelle Tiné-Dyèvre.

Mes remerciements les plus sincères et les plus chaleureux à tous ceux qui m'ont accordé un peu de leur temps pour retracer ces morceaux de vie des énergies marines. Tous ces échanges furent passionnants et humainement enrichissants. Merci, entre autres, à Brigitte Bornemann, Alain Clément, Michel Paillard, Vincent de Laleu, Aurélien Babarit, Marc Moulin, Laurent Bellemare, Yves Parlier, Philippe Maison, Denis Vidal et Alain Gras.

Je tiens aussi à remercier spécifiquement mes amis Vincent Guigueno, Christophe Le Visage et Yves Bouvier pour leur soutien, leur disponibilité et leurs relectures stimulantes. Votre bienveillance, vos conseils et vos critiques pertinentes m'ont permis de franchir bien des obstacles, d'approfondir des parcours trop vite exploités et d'explorer des chemins oubliés.

Merci également aux membres de mon laboratoire, le GREThA, qui ont participé à me fournir un environnement agréable, convivial et serein. J'ai trouvé ici un lieu organisé et propice au développement de mes nombreuses envies. Je n'y ai pas trouvé que des collègues mais aussi des ami(e)s. J'ai ici une pensée particulière pour mes camarades de bureau : Alexandre Brunet, Gwendoline Bontemps, Antoine Achard et Lydie Pilorget. Vous occuperez toujours une place particulière dans mon cœur.

Merci à celle et ceux qui ont traversé cette étape avec moi et m'ont fait tenir le coup. Manue, Céline, Timothée, William. Votre oreille attentive et votre soutien moral m'ont permis de m'accrocher pour terminer ce travail.

"I aear cân ven na mar"
(La mer nous appelle chez nous)

John Ronald Reuel Tolkien

Sommaire

Remerciements	5
Sommaire	7
Liste des sigles et abréviations	9
INTRODUCTION GENERALE	13
Hypothèses de recherche.....	16
Présentation du manuscrit de thèse	36
PREMIERE PARTIE - Le phénomène de réveil et de résurgence technologique au regard de trois filières techniques	62
Introduction de la première partie	64
Chapitre 1 - Réinventer la filière marémotrice : l'encombrant héritage du succès de la Rance dans la résurgence du marémoteur en France.....	66
Chapitre 2 - Transformer les vagues en énergie : utopie ou réalité ?	102
Chapitre 3 - L'énergie thermique des mers dans les outre-mer français : un enjeu stratégique de territoire ?	128
Conclusion de la première partie	150
DEUXIEME PARTIE - L'institutionnalisation délicate des énergies marines renouvelables en France et dans ses territoires d'outre-mer.....	152
Introduction de la deuxième partie.....	153
Chapitre 4 - Comment un enjeu industriel émergent devient-il un problème public ? L'institutionnalisation avortée des premiers projets éoliens offshore en France (1997-2007)	155
Chapitre 5 - Faire des énergies marines renouvelables la vitrine médiatique d'une ambition politique : le cas du Grenelle de la mer et du plan « énergies bleues »	191
Chapitre 6 - Rayonner par la technique : des îles d'outre-mer au cœur de la transition énergétique française ?	209
Conclusion de la deuxième partie	232
TROISIEME PARTIE - L'ancrage territorial et la diversité du processus d'innovation.....	234
Introduction de la troisième partie	236
Chapitre 7 - Construire une politique publique d'innovation transfrontalière à l'heure de « la spécialisation intelligente » : une application à la filière énergies marines renouvelables dans l'Eurorégion Nouvelle-Aquitaine-Euskadi-Navarre	238
Chapitre 8 - S'appuyer sur le passé pour construire l'avenir : l'exemple du projet nationaliste écossais dans le domaine des énergies renouvelables offshore	260
Chapitre 9 - Territorialiser la transition énergétique européenne : quand les îles écossaises veulent montrer l'exemple.....	289
Chapitre 10 - Optimiser un patrimoine existant par le projet de transition énergétique : cas appliqué aux digues multifonctionnelles néerlandaises.....	302
Conclusion de la troisième partie.....	320

CONCLUSION GENERALE	324
ANNEXES	345
Liste des tableaux.....	359
Liste des figures.....	360
TABLE DES MATIERES.....	363

Liste des sigles et abréviations

AAP : Appel à projets
ACLEM : Association contre les éoliennes en mer
ADEME : Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie
AME : Agence Martiniquaise de l'Energie
ANVAR : Agence nationale de valorisation de la recherche
BIMEP : *Biscay Marine Energy Platform*
CEA : Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives
CESE : Conseil économique, social et environnemental
CGDD : Commissariat général au développement durable
CGI : Commissariat général à l'investissement
CIFRE : Convention industrielle de formation par la recherche
CLAROM : Club pour les actions de recherche sur les ouvrages en mer
CMF : Cluster Maritime Français
CNAM : Conservatoire National des Arts et Métiers
CNEXO : Centre national pour l'exploitation des océans
COFIL : Comité de pilotage
CRE : Commission de régulation de l'énergie
CRPM : Conférence des Régions Périphériques Maritimes
CREDOC : Centre de recherche pour l'étude et l'observation des conditions de vie
CSF : Comités stratégiques de filières
CSPE : Contribution au service public de l'électricité
ECN : École Centrale de Nantes
EDF : Electricité de France
EDF EN : EDF Énergies Nouvelles
EGI : Etats Généraux de l'Industrie
EMEC : *European Marine Energy Centre*
EMR : Energies marines renouvelables
ENR : Énergies renouvelables
ENSM : École Nationale Supérieure de Mécanique
EPR : *Evolutionary Power Reactor*
ETM : Energie thermique des mers
ETP : Equivalent temps plein
FEE : France Énergie éolienne
FNE : France Nature Environnement
GE : *General Electric*
GECT : Groupement européen de coopération territoriale
GERRI : *Green Energy Revolution Reunion Island*
GICAN : Groupement des Industries de Construction et Activités Navales
ICOE : *International Conference on Ocean Energy*
IEA : *International Energy Agency*
IFEN : Institut français de l'environnement
IFP : Institut Français du Pétrole

IFREMER : Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer
INA : Institut national de l'audiovisuel
IPANEMA : Initiative Partenariale Nationale pour l'émergence des Energies Marines
ISTPM : Institut scientifique et technique des pêches maritimes
ITER : *International Thermonuclear Experimental Reactor*
LTECV : Loi de transition énergétique pour la croissance verte
MOT : Mission opérationnelle transfrontalière
NEW : *Natural Energy Wire*
OEE : *Ocean Energy Europe*
OER : Observatoire Energie Réunion
OMEGA : Observatoire Martiniquais de l'Energie et des Gaz à effet de serre
ONG : Organisation non gouvernementale
OPEP : Organisation des pays exportateurs de pétrole
ORE CATAPULT : *Offshore Renewable Energy Catapult*
OREC Guadeloupe : Observatoire Régional de l'Énergie et du Climat de la Guadeloupe
PAT : Prototype à terre
PPE : Programmation pluriannuelle de l'énergie
RA : Recherche-action
RES : *Renewable Energy Systems*
RUP : Région ultrapériphériques
SCP : Société du Canal de Provence
SEENEOH : Site Expérimental Estuarien National pour l'Essai et l'Optimisation d'Hydroliennes
SEI : Systèmes énergétiques insulaires
SER : Syndicat des Energies Renouvelables
SEUM : Société d'Étude pour l'Utilisation des Marées
SGMER : Secrétariat général de la mer
SHF : Société hydrotechnique de France
SNP : *Scottish National Party*
SWAC : *Sea Water Air Conditioning*
TEPOS : Territoire à énergie positive
TRL : *Technology readiness level*
UBO : Université de Bretagne Occidentale
UE : Union Européenne
ZNI : Zone non interconnectée

« Comparée au passé, l'époque actuelle ne semble pas radicalement novatrice. Inversement, comparé à l'époque actuelle, le passé apparaît extraordinairement inventif. »

David Edgerton, *Quoi de neuf ? Du rôle des techniques dans l'histoire globale*, 2013.

INTRODUCTION GENERALE

« L'hydrolienne, le Graal énergétique ?¹ » ; « Les énergies marines, l'or bleu de la France ?² », « Les océans : des énergies inépuisables ? Qui maîtrise les énergies de demain ?³ », « Les EMR, nouvel eldorado de la filière navale⁴ ». Parce qu'elles sont présentées par leurs promoteurs comme un moyen d'accélérer la transition énergétique et de relocaliser l'emploi industriel, les énergies marines renouvelables ont connu ces dernières années un fort intérêt de la part de nombreuses régions littorales. Présentées comme « un pari sur l'avenir⁵ », ces énergies ont suscité autant de fascination que d'interrogations et tiennent une place particulière au sein du système énergétique. Les énergies renouvelables classiques (éolien, solaire, biomasse, hydraulique...) ne sont désormais plus uniquement terrestres. Fondamentalement, il s'agit bien là d'une innovation majeure, celle de la production d'énergie renouvelable se trouvant directement confrontée à l'élément marin. Les énergies marines offrent plusieurs avantages : elles produisent de l'électricité renouvelable, elles n'existent pas encore (hormis pour l'éolien posé et le marémoteur), et à ce titre, elles peuvent favoriser la restructuration de l'industrie maritime vers le développement d'activités nouvelles⁶. Le choix de l'Etat de soutenir l'éolien marin en 2012 se présente alors comme « un investissement étranger, mais une construction française⁷ », comme « la naissance d'une filière tricolore⁸ ».

Pourtant, malgré l'engouement international des premières années et la mise en place de plusieurs centaines de millions d'euros de subventions publiques et d'investissements privés, les énergies marines n'ont toujours pas rencontré le succès escompté en France⁹.

« Les énergies marines renouvelables au point mort dans les Outre-mer¹⁰ » ; « Les énergies marines dans le brouillard¹¹ » ; « Le rêve brisé de l'hydrolien¹² » ; « Le grand gâchis de l'éolien offshore¹³ » ; « Le

¹ *Sciences et Avenir*, 09 novembre 2016.

² *BFM Business*, 31 août 2013.

³ *Diplomatie Hors-série 02*, août-septembre 2007.

⁴ *Les Echos*, 29 novembre 2011.

⁵ « Énergies Marines Renouvelables, le pari sur l'avenir à ne pas manquer », *Les Echos*, 27 avril 2016.

⁶ Les énergies marines sont une composante des 34 propositions pour redessiner « La Nouvelle France industrielle ». Pour insister sur l'importance de cette filière émergente, on a choisi une photographie de l'hydrolienne de DCNS pour représenter le secteur des énergies renouvelables.

<https://www.economie.gouv.fr/files/files/PDF/nouvelle-france-industrielle-sept-2014.pdf> Consulté le 22 février 2019.

⁷ *L'Usine Nouvelle*, 11 janvier 2012.

⁸ *L'Usine Nouvelle*, 10 janvier 2012.

⁹ Les investissements publics et privés s'élèveraient à 1,3 milliards en France depuis 2007 selon l'Observatoire des Énergies de la Mer. <http://merenergies.fr/> Consulté le 22 février 2019.

¹⁰ *Outre-mer 1^{ère}*, 1^{er} juillet 2016.

¹¹ *Sud-Ouest*, 04 décembre 2018.

¹² *Ouest-France*, 27 juillet 2018

flop de l'éolien en mer français¹⁴ » ; « La France patine dans les énergies marines renouvelables¹⁵ ». L'euphorie des premières années et la débauche des moyens accordés au développement de ces technologies a fait place à l'attentisme et à la méfiance. Alors que le secteur des énergies marines était appelé à représenter 37.000 créations d'emplois directs et indirects à l'horizon 2020¹⁶, la situation en 2019 est loin de confirmer les prévisions¹⁷.

La volonté affichée des industriels à changer le monde a laissé place au « *business as usual* » qui touche l'ensemble des filières techniques. Le retrait de l'industriel Naval Energies du marché de l'hydrolien témoigne ainsi du décalage entre les promesses émises sur cette technologie dans les années 2000 et le contexte actuel¹⁸. Pour un représentant de la société General Electric (GE) : « Le marché n'est pas au rendez-vous des espoirs suscités entre 2009 et 2013¹⁹ ». D'autre part, l'Etat s'est avéré incapable d'installer une éolienne en mer depuis le lancement du premier appel d'offre de 2004²⁰, contrastant avec une industrie dynamique dans toute l'Europe du Nord²¹. Le projet actuel de GE de supprimer plusieurs dizaines de postes dans sa division éolienne en mer en France en raison du retard des projets de parcs éoliens en mer français est symptomatique de la situation difficile que traversent les énergies marines en France, nous rappelant que l'industrie énergétique s'inscrit certes dans le cadre d'une politique publique nationale mais aussi dans un marché économique concurrentiel mondialisé²². Annoncée en novembre 2018 par le Président de la République Emmanuel Macron et le ministre de la Transition écologique et solidaire François de Rugy, puis publiée le 25 janvier 2019, la programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE) n'a déclaré aucun objectif pour l'hydrolien, l'énergie des vagues et l'énergie thermique des mers (ETM), soulignant ô combien le scepticisme de l'Etat quant au développement de ces filières techniques dans un futur proche semble aujourd'hui acté. Les promesses se porteraient désormais sur l'éolien flottant²³.

¹³ *L'Express*, 04 avril 2018.

¹⁴ *Challenges*, 03 juin 2018.

¹⁵ *BFM Business*, 27 juillet 2018.

¹⁶ « Énergies marines : un potentiel de 80.000 emplois à l'horizon 2030 », *Les Echos*, 17 janvier 2013.

¹⁷ 2650 ETP ont été recensés au cours de l'année 2017 selon l'Observatoire des Énergies de la Mer.

¹⁸ « Naval Energies enterre les ambitions françaises dans l'hydrolien », *L'Express*, 26 juillet 2018.

¹⁹ « Les projets hydroliens peinent à démarrer dans l'Hexagone », *Les Échos*, 09 janvier 2017.

²⁰ « Elles étaient présentées comme l'avenir pour la filière énergie en France. Un espoir pour l'économie industrielle. Mais depuis le premier appel d'offres en 2005, La Manche n'a toujours pas vu la pale d'une éolienne en mer » - Propos de la journaliste Emilie Leconte dans *Dimanche en politique - Éolien offshore : à bout de souffle ?*, France 3 Picardie et France 3 Normandie, le 27 janvier 2018.

²¹ Plus de 18 GW étaient raccordés au réseau européen en 2018, avec un quatuor de tête constitué de la Grande-Bretagne (8,2), de l'Allemagne (6,4), du Danemark (1,3) et de la Belgique (1,2). Source: *Offshore Wind in Europe Key trends and statistics 2018*, WindEurope, février 2019. <https://windeurope.org/about-wind/statistics/offshore/european-offshore-wind-industry-key-trends-statistics-2018/> Consulté le 07 mars 2019.

²² « Éolien en mer : General Electric envisage de tailler dans ses effectifs français », *Challenges*, 05 février 2019.

²³ « L'éolien flottant, futur pilier de la croissance bleue ? », *La Tribune*, 31 mars 2016 ; « L'éolien flottant, le nouvel enjeu de l'Ouest », *Ouest-France*, 23 septembre 2018.

Que s'est-il passé au tournant des années 2000 pour qu'ingénieurs, experts, élus politiques et industriels perçoivent dans les énergies marines renouvelables un totem de la transition énergétique et du passage vers une nouvelle économie maritime ?

Cette thèse cherche à comprendre comment les énergies marines ont émergé au sein du système énergétique et à évaluer ce que cette apparition a généré dans les pratiques des acteurs. Il s'agit de l'examen d'une filière énergétique émergente qui s'inscrit dans les débats actuels autour de l'analyse de la transition énergétique (Zelem et Beslay, 2015 ; Labussière et Nadaï, 2018). A travers l'analyse des dynamiques temporelles d'innovation, nous souhaitons proposer une analyse historicisée en termes de cycles de vie des technologies. Nous défendons la thèse que la trajectoire des énergies marines s'est construite autour d'un double agenda : celui du futur hypothétique (celui des promesses et du discours de rupture) et celui du retour au passé (celui du poids des traditions et de l'héritage). Pour étayer cette hypothèse, il convient donc d'étudier les processus qui ont conduit les énergies marines à se présenter comme des innovations émergentes, comme la fabrication d'un nouvel « horizon d'attente²⁴ » énergétique. Se posent alors les questions typiquement schumpétériennes :

- Comment les innovations énergétiques émergent-elles et se développent-elles ?
- Quelles sont l'ampleur et la rapidité de la diffusion des technologies énergétiques ?
- Comment réagissent les systèmes énergétiques face à l'irruption de nouvelles technologies énergétiques ?
- Quel rôle a joué l'environnement technologique, socio-économique, institutionnel et territorial dans la mise à l'agenda de ces technologies ?

La méthodologie à adopter pour répondre à ces questions se base sur l'analyse d'un système énergétique global constitué de deux sous-systèmes en interaction : le système associé aux technologies d'une part et le système institutionnel dans lequel elles doivent s'insérer d'autre part.

²⁴ Dans *Futures Past : On the Semantics of Historical Time* (1990), l'historien Reinhart Koselleck parle « d'horizon d'attente » pour définir un futur éclairé par une lecture sélective du passé faite dans le présent.

Hypothèses de recherche

Dans cette introduction, nous présenterons les 8 hypothèses de recherche qui ont guidé notre démarche tout au long de notre enquête. Celles-ci ont été regroupées en 3 axes de recherche. Ces hypothèses conditionnent la dimension structurante de cette thèse.

Axe de recherche 1 : Cycles de vie et trajectoires de l'innovation énergétique

De la création d'une technologie énergétique à son adoption par le grand public, le processus d'innovation passe par une série d'étapes qui conditionnent son cycle de vie.

Hypothèse 1: Les énergies marines s'inscrivent dans un phénomène « d'émergence-interruption-résurgence » technologique

Dans le modèle économique classique *stricto sensu*, la dynamique de l'invention technologique joue un rôle moteur. La tension « innovation incrémentale - innovation radicale » est le plus souvent représentée comme les deux extrêmes d'un continuum au regard du « degré de nouveauté » (Dewar et Dutton, 1986). La nouveauté est un thème charnière entre économistes, sociologues et historiens des techniques, tour à tour conceptualisé sous forme de « progrès²⁵ », de « révolution²⁶ » et « d'émergence²⁷ ». Irréversibilités et « dépendance du sentier » apparaissent alors comme les deux constituants du phénomène technologique (Boyer *et al.*, 1991 ; David, 2000).

Si la question du temps dans l'analyse du changement technologique est intéressante d'un point de vue économique (Zimmermann, 2009), elle est capitale pour le technologue qui tente de comprendre les trajectoires de l'innovation et les chemins de la nouveauté (Hilaire-Pérez et Garçon, 2003). De nombreux travaux académiques de toutes disciplines se sont penchés sur la question (Deforge, 1985 ; Jacomy, 2002 ; Simondon, 2012). Sortant la technique d'une visée progressiste et linéaire dont elle fait l'objet depuis plus d'un siècle, certains chercheurs ont insisté, eux, au contraire, sur la manière dont l'innovation peut s'appuyer sur les savoirs et savoir-faire (*know-how*) accumulés au fil du temps.

²⁵ Karl Popper, *Objective Knowledge: An Evolutionary approach*, Oxford University Press, 1972.

²⁶ Thomas Samuel Kuhn, *The structure of Scientific Revolutions*, University of Chicago Press, 1962.

²⁷ Anne Fagot-Largeault, *L'émergence de la médecine scientifique*, Editions Matériologiques, Paris, 2012

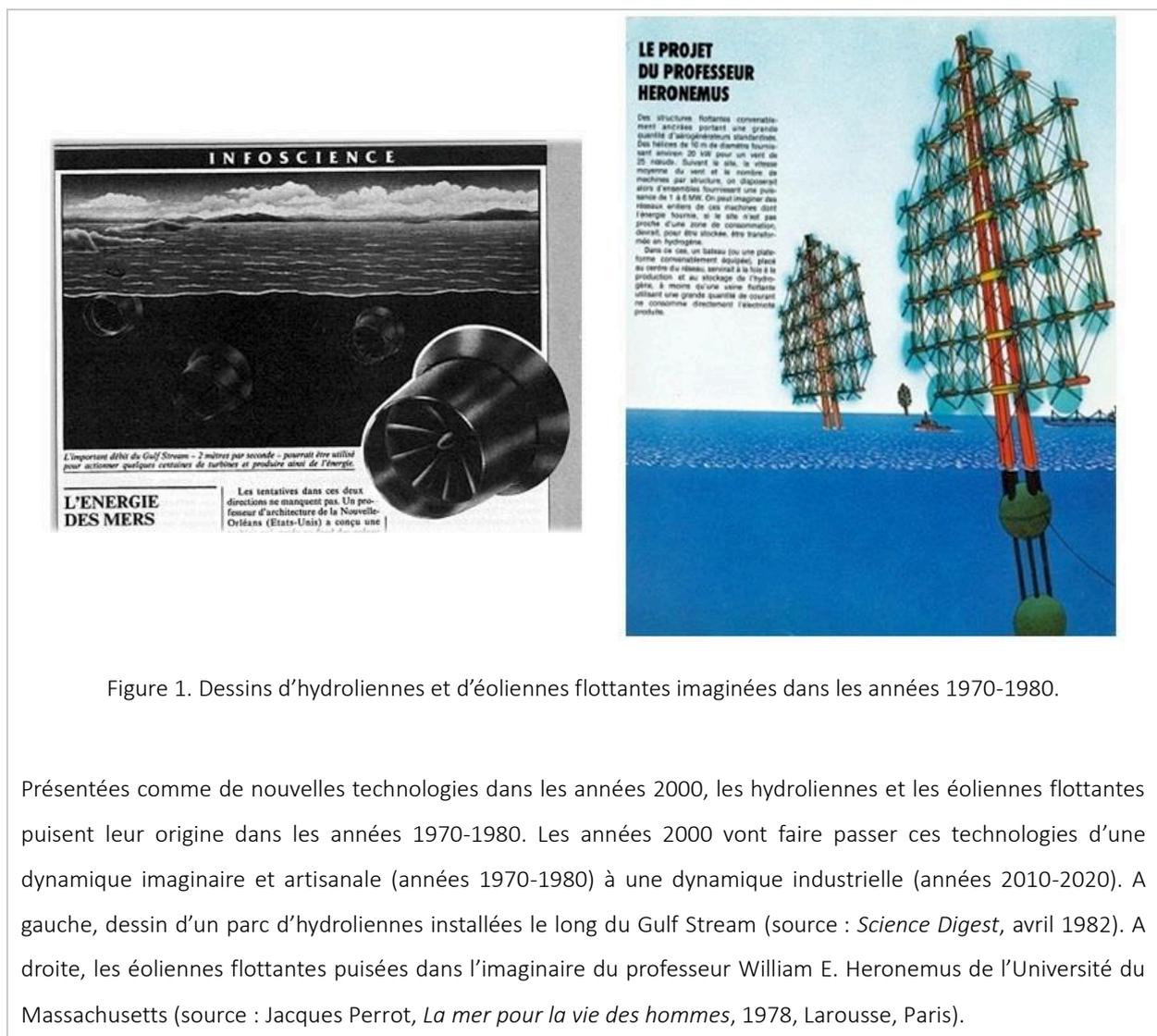
L'historien britannique David Edgerton souligne à contre-courant des théories classiques que l'imitation des techniques existantes a joué un rôle beaucoup plus fréquent dans la croissance que l'invention. Dans son ouvrage *The shock of the old : technology and global history since 1900* (2006), il questionne le modèle de la courbe en cloche de la vie d'une innovation, conduisant à repenser les temps technologiques tels que les définissent les chronologies classiques. Toute analyse historique du processus de conception d'un nouvel artefact montre en effet une très forte dépendance par rapport à des formes et des représentations antérieures (Marvin, 1988). Les phases de mutation liée à l'émergence de nouvelles énergies ont été récurrentes depuis le XVIII^e siècle, témoignant que la transition énergétique ne semble pas « inventer grand-chose » au regard de l'histoire (Lamad et Stoskopf (dir.), 2018). Thomas Ortiz et Éric Dussert dans leur ouvrage *Rétrofutur, une contre-histoire des innovations énergétiques* (2018) démontrent à quel point le passé est riche de leçons et de sources d'inspiration pour inventer et actualiser des solutions qui aujourd'hui permettent de répondre aux enjeux actuels de la transition énergétique²⁸.

Cette réalité nous oblige à ne pas avoir une vision déterministe des technologies, mais au contraire, avoir une « lecture tourbillonnaire » (Akrich *et al*, 1988) qui vise à la compréhension des mécanismes et des dynamiques du changement technologique. Nous rejoignons ici les travaux des économistes évolutionnistes pour qui le développement d'une nouvelle technologie est un processus complexe, de longue durée et non linéaire, influencé par l'environnement socio-économique, institutionnel, organisationnel et par les stratégies des firmes (Nelson et Winter, 1982). Dans *The Evolution of Technology*, George Basalla (1988) analyse de fond en comble les implications d'une application des théories évolutionnistes à la technologie. « Diversité » et « continuité » sont les deux mots clés de l'évolutionnisme technologique défendu par son ouvrage. Toute analyse historique du processus de conception d'un nouvel objet technique montre sa très forte dépendance par rapport à des formes et représentations intérieures²⁹. Nous retrouvons une des propriétés caractérisant le processus technologique : on invente presque toujours à partir de l'existant, c'est une histoire cumulative (Jacomy, 2015) et de filiation (Pesqueux, 2015).

²⁸ Voir à ce titre la communication de François Jarrige, « Oubliées les énergies alternatives ? », Cycle modernité en crise, Cité des sciences et de l'industrie, 03 mai 2016. <https://www.dailymotion.com/video/x4ckbd7> Consulté le 07 mai 2019.

²⁹ Gilles Garel et Loïc Petitgirard utilisent le concept « d'objets lignés » dans leur MOOC *Fabriquer l'innovation* (Conservatoire national des arts et métiers) pour définir les objets techniques qui existent encore dans notre système sociotechnique, parfois sous des formes différentes, et dont nous avons en partie perdu la mémoire originelle. Yves Deforge parle de « lignée génétique » pour définir une « lignée constituée par des objets ayant la même fonction d'usage et mettant en œuvre le même principe » (1985 : 72).

Ces différents travaux soulignent la dimension évolutionniste et sélectionniste inhérente au processus d'innovation. On comprend dès lors mieux l'objectif qui préside au cœur de l'innovation : son usage modernisateur. Le processus d'innovation passerait donc par un travail politique des acteurs promotionnels, ainsi qu'un travail sociotechnique sur notre imaginaire et notre connaissance biaisée des temps technologiques (Martuccelli, 2016). A l'âge de l'intelligence artificielle et des biotechnologies, la vieille filière des moulins médiévaux s'est découvert une nouvelle jeunesse avec les éoliennes offshore (moulins à vent) et les hydroliennes (moulins à marée)³⁰.



Nous faisons ici l'hypothèse que la résurgence des énergies marines dans les années 2000 s'inscrit dans un « phénomène d'environnementalisation » des trajectoires énergétiques qui a encouragé la redécouverte de solutions oubliées mises en sommeil par le contre-choc pétrolier des années 1980.

³⁰ « Des moulins sous-marins », *Le Télégramme*, mercredi 24 mars 1999.

Hypothèse 2 : Les énergies marines répondent à un phénomène de « hype-hope-disappointment »

L'étude de la science et des technologies (*The Science and technology studies*) est marquée par l'émergence d'un courant de recherche (*The Sociology of Expectations*) qui place les discours sur le futur, les visions et autres anticipations, au centre de l'analyse de la dynamique technologique (Brown et Mike, 2003 ; Borup *et al.*, 2006 ; Felt, 2007 ; Audétat (dir.), 2015). Sociologues et économistes de l'innovation témoignent depuis longtemps de l'existence d'une « économie des promesses » associée à des cycles de crédit (et de crédibilité) des nouvelles technologies, soulignant le rôle des attentes en matière d'investissement et de recherche et développement. Pour Marc Audétat : « De la même manière que les innovations cherchent à faire de l'ombre à leurs concurrentes ou à les disqualifier, les promesses se présentent souvent comme des projets de « destruction créatrice », c'est-à-dire qu'elles prétendent parfois redessiner de fond en comble des réseaux sociotechniques existants ou concurrents. » (2015 : 20). Les promesses constitueraient un instrument essentiel de coordination des acteurs impliqués dans ces projets d'innovation, occupant une place croissante dans les discours sur les sciences et techniques et dans la dynamique des projets industriels. S'inscrivant dans ce courant de pensée, le sociologue Pierre-Benoît Joly a ainsi caractérisé le « régime de l'économie des promesses technoscientifiques » en lien avec le rôle prépondérant donné au futur dans les politiques actuelles de l'innovation³¹.

La légitimation des technologies passe par un travail sociotechnique sur notre imaginaire et s'accompagne d'un travail politique pour institutionnaliser cette filière, afin que ces technologies soient reconnues (processus de légitimation) et mises à disposition à grande échelle (processus de pérennisation). Des technologies aussi innovantes que les énergies marines nécessitent en effet des « garants » suffisamment puissants pour qu'elles puissent apparaître comme commercialement envisageables, tout en bénéficiant d'une crédibilité suffisante pour résister aux critiques et à la rivalité des autres technologies énergétiques. Au milieu des années 2000, le grand défi est alors pour les EMR de rassembler un nombre suffisant d'acteurs ayant intérêt à la réussite des énergies marines. Ces promesses sont généralement construites en fonction d'extrapolation des tendances passées et des dires d'experts généralement engagés dans le développement des technologies concernées. Elles permettent aux acteurs promotionnels de légitimer leurs projets, de mobiliser des ressources et de stabiliser leur environnement (Harro Van Lente, 1993). Ces derniers sont donc amenés à construire un

³¹ <https://www.ihest.fr/la-mediatheque/dossiers-123/quand-la-science-entre-en/pierre-benoit-joly-l-economie-des> Consulté le 22 février 2019.

long et systématique travail de « communication promettante » (Quet, 2012) et de persuasion auprès des acteurs publics, relayé par une importante audience médiatique³².



Figure 2. Inauguration de l'usine d'hydroliennes de Naval Group à Cherbourg en juin 2018. Clichés de l'auteur, 2018.

L'usine d'hydroliennes de Cherbourg est devenue un symbole de cette séquence de doute touchant actuellement les EMR. Inaugurée le 14 juin 2018 en grande pompe, l'usine a fermé ses portes en juillet de la même année sans avoir construit une seule machine. Naval Group, via sa filiale Naval Energies, aurait investi environ 250 millions d'euros au cours des dix dernières années dans l'énergie hydrolienne.

Néanmoins, au regard des réalités de 2019, la trajectoire des EMR suivrait deux temporalités en France : le temps de l'enthousiasme et des promesses et celui des réalités technico-socio-économiques et de la gestion délicate des attentes. Comment expliquer ce phénomène de déception alors que les promesses paraissent pourtant bourgeonnantes au cours des années 2000 ? Les EMR ont-elles fait l'objet d'un phénomène d'emballement (« *hype* ») comme l'hydrogène (Romm, 2005 ; Bakker, 2010) ou la voiture électrique avant elles (Fouquier et Thomas, 2017) ? Aussi, la trajectoire s'inscrirait dans un cycle de type « *hype-hope-disappointment* » tel qu'identifié par Gideon Gartner³³ ou Victor Scardigli (1992).

Nous faisons ici l'hypothèse que la trajectoire des énergies marines s'inscrit dans une confrontation entre une dynamique des opinions sociales marquées par la construction des promesses technologiques et une logique technico-économique marquée par la rationalité concurrentielle du système énergétique.

³² « Energie : la promesse hydrolienne », *Le Monde*, 25 février 2013 ; « Les promesses de l'énergie thermique des mers », *Valeurs Actuelles*, jeudi 28 mai 2015 ; « Les promesses de l'éolien en mer », *Le Monde*, 07 avril 2016.

³³ Alex Linden, Jackie Fen, "Understanding Gartner's Hype Cycles", *Strategic Analysis Report*, 30 mai 2003.

Axe de recherche 2 : Les déterminants du succès de l'innovation énergétique

Plusieurs facteurs influencent la réussite (ou non) d'une innovation et aident à comprendre les dynamiques de changement du système énergétique. Nous en retiendrons trois dans cette thèse : la crise, la compétition inter-technologique et la ressource territoriale.

Hypothèse 3 : La résurgence des énergies marines s'explique par la crise systémique des 3E qui a catalysé le changement technologique

La crise de 2008 encourage les acteurs à découvrir de nouveaux viviers de croissance en faveur de la construction d'une nouvelle « économie verte ». L'émergence d'un paradigme environnemental a bouleversé l'évolution des technologies de l'énergie qui a permis l'intensification de l'innovation dans le secteur des énergies renouvelables (Helm *et al.*, 2014). Trouver des voix concrètes de la réindustrialisation de l'économie française devient une priorité, et à ce titre, les *greentechs* paraissent offrir à la France des possibilités pour se construire un « avantage comparatif écologique » à l'échelle internationale (Drouin, 2011 ; Crifo *et al.*, 2012).

Dans son ouvrage *L'innovation pour le meilleur et pour le pire*, l'économiste Danièle Blondel (1990 : 32) rappelait déjà « que dans les années 80, à une époque où chacun s'interrogeait sur la « sortie de crise » ou sur la nouvelle croissance, l'accélération de la mise en œuvre des nouvelles technologies et le caractère spectaculaire de certaines d'entre elles ont fait adopter un discours lyrique aux hommes politiques et aux scientifiques eux-mêmes. » On rejoint ici la thèse de Ferenc Fodor pour qui « le processus de désindustrialisation de la France qui dure depuis des années dans le contexte de mondialisation et de chômage de masse qui ne cesse d'augmenter contribuent à créer une atmosphère au sein de laquelle l'espoir d'une nouvelle filière industrielle « non dé-localisable » atténue quasiment toutes les critiques » (2016 : 208). Mise en place une première fois après la Seconde Guerre mondiale, la politique de filières revient sur le devant de la scène française (*hype*) dès les premiers Etats Généraux de l'Industrie (EGI) en 2009 (Dehecq, 2010). Présentés comme « une réponse à la crise³⁴ », les EGI se donnent alors comme mission de définir une nouvelle stratégie industrielle fondée sur la compétitivité, la reprise de l'emploi, l'innovation et la production. Pour

³⁴http://archives.gouvernement.fr/fillon_version2/gouvernement/des-etats-generaux-pour-redefinir-la-politique-industrielle-francaise.html Consulté le 09 mars 2019.

mener à bien cette politique, des Comités Stratégiques de Filières (CSF) sont mis en place, dont un Comité stratégique des éco-industries créé en juillet 2008³⁵.

Les périodes de crise sont généralement propices aux réflexions sur les secteurs porteurs de voies nouvelles à l'économie (De Bandt, 2002). Les paradigmes technico-économiques de Christopher Freeman (1992) s'inscrivent dans la tradition schumpétérienne qui considère que les crises économiques entraînent des « tempêtes de destruction créatrice » permettant à de nouvelles innovations de relancer la croissance et l'emploi (Denervaud *et al.*, 2009). Ceci serait particulièrement vrai dans le secteur de l'énergie où la crise est un catalyseur d'innovation³⁶.

L'histoire doit ici nous rappeler que l'énergie fait figure de symbole de ce que l'économie doit faire ou ne plus faire en période de crise et constitue un vecteur majeur d'innovations qui nourrissent les bifurcations de l'industrie³⁷. Au cœur de nombreux travaux en sciences humaines et sociales, la bifurcation est souvent présentée comme un élément résultant de la crise qui vient déstabiliser l'ordre établi (Clemens et Cook, 1999 ; Grosseti *et al.*, 2009). En comparant la politique énergétique de la Grande-Bretagne, de la France et des Etats-Unis depuis 1945, l'économiste Martin Chick (2009) a ainsi montré que la période 1968-1984 (qu'il nomme les « longues années 1970 ») constitue une période charnière de bifurcation et divergence des trois trajectoires énergétiques nationales.

A l'heure où l'innovation bas-carbone est plébiscitée comme la solution d'une relance économique dans un cadre de concurrence mondialisée (Jurgensen, 2009), la crise systémique du tournant des années 2000, que nous appelons crise des 3E (pour Energie, Economie et Environnement), a eu comme effet d'accorder aux innovations énergétiques un surplus d'attention et d'efficacité symbolique³⁸. Les énergies marines entrent dans une phase dite de « *slope of enlightenment* » (pente

³⁵ Le comité stratégique des éco-industries a été créé en juillet 2008 à la suite des recommandations du rapport sur le développement des éco-technologies remis au Premier ministre par Thierry Chambolle. Ses objectifs sont le travail par filière, le développement du tissu de PME et d'entreprises de taille intermédiaire (ETI), l'ancrage local et le développement de l'activité industrielle en France. <https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/comite-strategique-des-eco-industries> Consulté le 09 mars 2019.

³⁶ Les chocs pétroliers ont eu pour effet de déclencher de profondes mutations de l'économie mondiale (Escudier, 1988 ; Criqui, 1995). David Popp (2002) montre ainsi que sur la période 1970-1974, une hausse des prix de l'énergie de 10% a entraîné en moyenne une hausse des brevets déposés dans le secteur de l'énergie de 3,5% et ce pour moitié dans les cinq premières années après la hausse des prix.

³⁷ On peut ici rappeler le rôle majeur qu'a joué l'électricité dans la sortie de la crise de 1929 aux États-Unis (le New Deal et ses grands projets industriels de relance). De même, en France, alors que s'amorçait une récession de l'économie mondiale au tournant des années 1970, la filière électronucléaire fut pensée en France comme une industrie motrice à construire.

³⁸ Jean-Louis Borloo emploiera le terme de « Keynésianisme vert » pour qualifier sa politique de redémarrage économique par le développement durable. « Grenelle Environnement : plus de 500.000 emplois d'ici 2020, selon Borloo », *Le Parisien*, 01 décembre 2008.

de l'illumination) où toutes les conditions du succès semblent réunies par la crise des 3E. Les perspectives solides de création d'un secteur industriel compétitif à l'exemple de l'éolien danois et allemand (Jacobsson et Johnson, 2000) ou du solaire japonais (Adamson, 2007) ont encouragé les acteurs publics et le secteur privé à investir dans les nouvelles technologies de production d'énergie.

La crise des 3E

Energétique

- Augmentation importante des cours du pétrole brut entre 2003 et 2008 (qualifiée de « troisième choc pétrolier »). Le record absolu est atteint le 11 juillet 2008 avec un baril à 147 dollars. En juin 2008, le président de l'Agence internationale de l'énergie Nobuo Tanaka déclare que le monde traversait une troisième crise énergétique et demande une « révolution énergétique » pour réduire la demande. En France, des mesures gouvernementales sont annoncées pour limiter l'impact de la volatilité du prix du pétrole (qui replonge néanmoins à partir de l'automne 2008, chutant à 32 dollars en décembre 2008) notamment en faveur des énergies renouvelables et des économies d'énergie.

Economique

- Crise économique mondiale entre 2007 et 2012 déclenchée par la crise des *subprimes* aux Etats-Unis. La crise financière a un impact sur les dynamiques industrielles. Le secteur maritime est directement touché. L'investissement dans les énergies renouvelables diminue mais les projections restent optimistes. Les Etats cherchent de nouveaux viviers de croissance pour pallier à la crise (lancement des stratégies de croissance bleue). En France, un plan de relance (dit le « Grand emprunt ») d'environ 30 milliards d'euros est engagé en décembre 2008 afin de favoriser (entre autres) l'innovation, le développement de PME innovantes et les énergies décarbonées.

Environnementale

- Les enjeux environnementaux sont de plus en plus pris en compte dans l'action des gouvernements. Le Grenelle de l'Environnement en 2007 met le changement climatique au cœur de la décision publique. Lancement de mesures ambitieuses pour le développement des énergies renouvelables en France et en Europe. Le « Paquet énergie climat » adopté par l'Union européenne en 2009 vise à faire passer la part des énergies renouvelables dans le mix énergétique européen à 20% d'ici 2020. La même année est lancée en France le Grenelle de la mer pour promouvoir les activités maritimes dans une perspective de développement durable.

Nous faisons ici l'hypothèse que le fort intérêt porté aux énergies marines est le produit d'une dynamique conjoncturelle des acteurs sociaux-économiques, érigée en réponse politique à une situation d'urgence systémique ouverte par la crise des 3E.

Hypothèse 4 : Les énergies marines s'inscrivent dans un jeu de compétition technologique au sein d'un système énergétique fortement inertiel

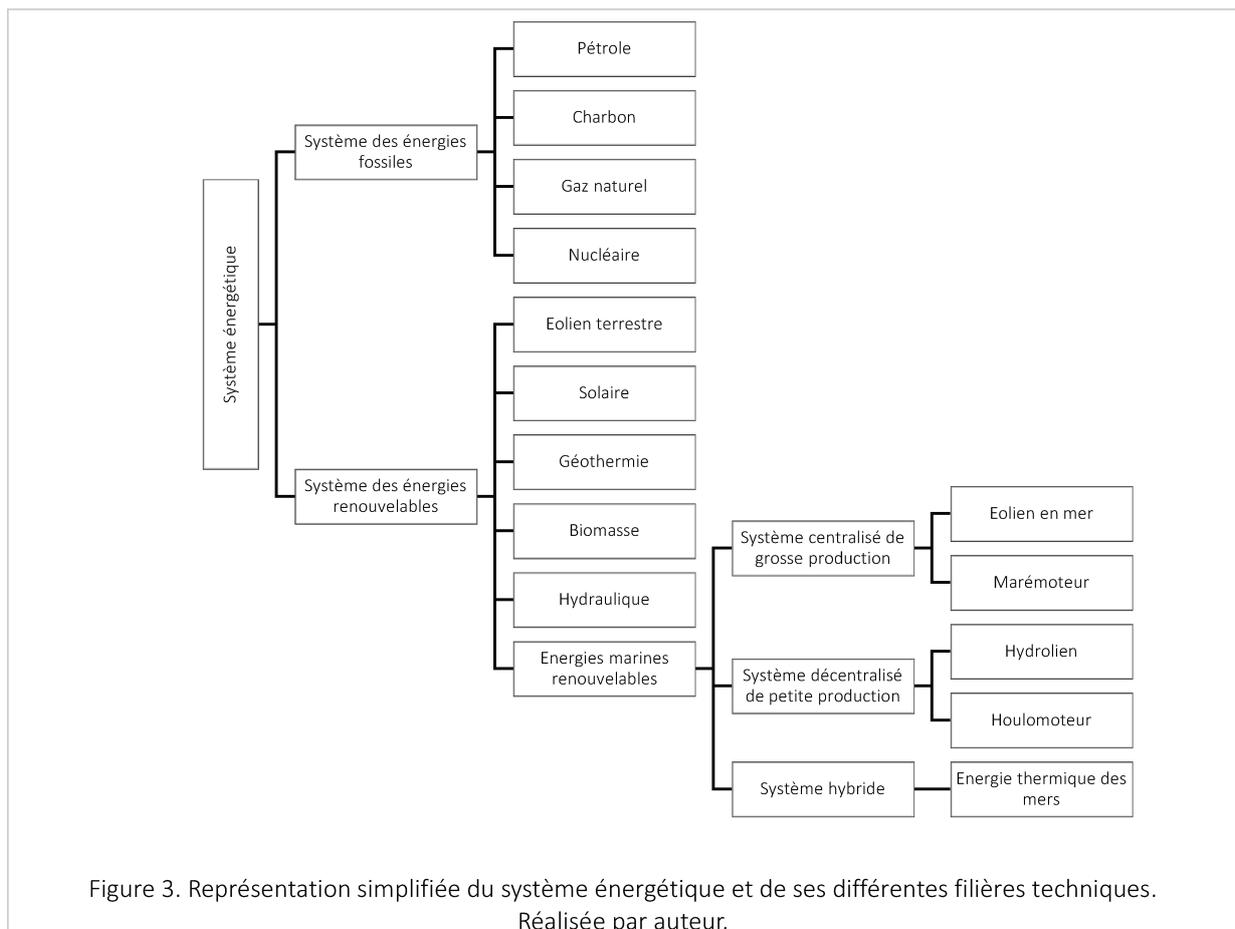
L'histoire des techniques montre que plusieurs changements de technologies correspondent à des changements de paradigme (Gille, 1978). Cette application de la notion de système à la réalité technique souligne les filiations existantes entre les diverses techniques au sein de systèmes cohérents³⁹. La mobilisation des énergies s'organise au sein de grands systèmes techniques (énergie, transport, logement...) dont les dimensions sont à la fois techniques, sociales, politiques, économiques et culturelles : les systèmes énergétiques. Dans leur *Histoire de l'énergie*, Jean-Claude Debeir, Jean-Paul Deléage et Daniel Hémerly définissent le système énergétique comme « la combinaison originale de diverses filières de convertisseurs qui se caractérisent par la mise en œuvre de sources d'énergie déterminées et par leur interdépendance, à l'initiative et sous le contrôle de classes ou de groupes sociaux, lesquels se développent et se renforcent sur la base de ce contrôle » (2013 : 25). Les travaux de l'historien Lewis Mumford (1934) ont été ici essentiels dans l'appréhension des phénomènes techniques en théorisant les systèmes techniques sur des sources d'énergie et des secteurs industriels clés.

Dans son ouvrage *Le Choix du feu : Aux origines de la crise climatique*, Alain Gras (2007) dresse les jalons d'une histoire de l'énergie, qui n'est pas seulement un phénomène technologique, politique ou économique, mais avant tout « un fait social total ». A ceci Jean-Paul Deléage rajoute que « c'est sur le terrain social, voire politique, qu'il faut revenir pour saisir l'agencement, l'essor et la régression des systèmes énergétiques, car ce qui est en jeu dans leur mise en place et leur dynamique, c'est la dialectique de logiques et de forces sociales contradictoires. » (2011 : 138). Le système énergétique n'est donc pas un système unifié mais composé de deux systèmes imbriqués (système des énergies fossiles et système des énergies renouvelables) où chaque filière (qui elle-même donne naissance à des sous-filières techniques) a des caractéristiques propres (Figure 3 et Figure 4).

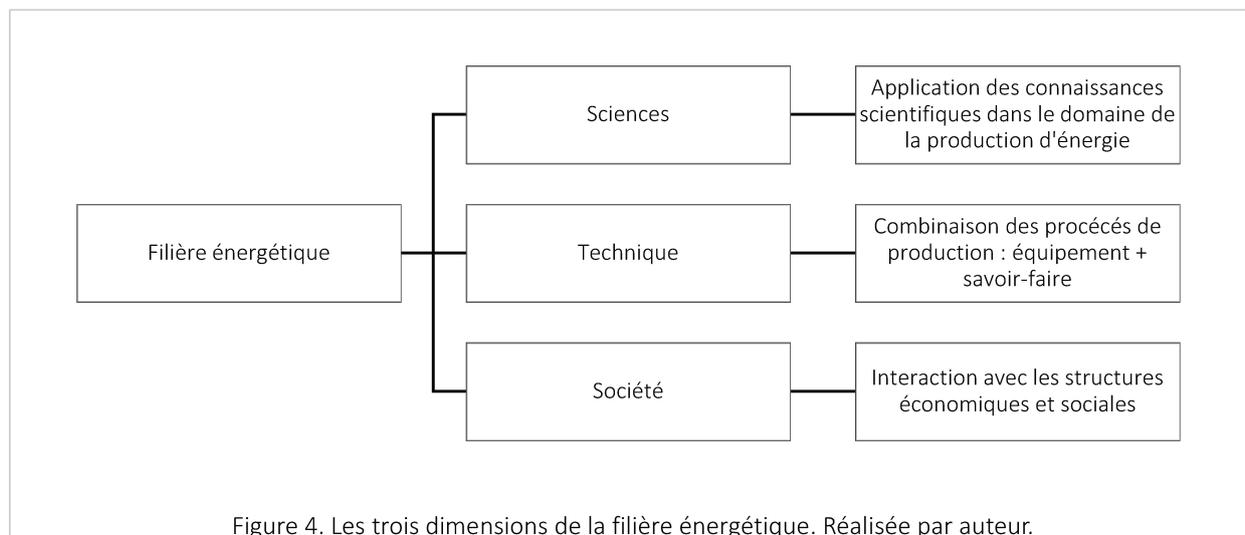
Les filières énergétiques étant interdépendantes et interactives, il est impossible d'analyser la trajectoire d'une filière technique sans la replacer dans l'univers très concurrentiel du système énergétique où les technologies de production sont constamment insérées dans des situations de compétition, s'observant généralement en début de cycle de vie d'une industrie ou dans des phases de transition (Clastres, 2014). Le charbon puis le pétrole ne se sont pas imposés naturellement, de façon

³⁹ Au cœur du système technique se trouvent les technologies génériques qui vont exercer une influence sur de multiples secteurs d'activités. Dans le cas du système énergétique, on pourra mettre en avant l'importance de la turbine comme technologie générique, elle-même découlant de la roue antique.

linéaire et inéluctable, mais en marginalisant d'autres trajectoires, d'autres systèmes énergétiques jugés par certains plus fiables, plus efficaces, moins onéreux et moins dangereux. Les différents travaux cités ci-dessus ont eu le mérite de montrer que le système énergétique reste dominé par les inerties et par l'importante immobilité des filières techniques existantes. Il faut en effet plusieurs années pour mettre au point de nouvelles filières énergétiques et plusieurs décennies pour qu'elles jouent un rôle significatif dans le système énergétique⁴⁰.



⁴⁰ Vaclav Smil (2017) estime par exemple qu'il a fallu plus de cent ans pour que le charbon contribue à hauteur de 25% à l'approvisionnement mondial en énergie, alors que le pétrole a atteint ce chiffre en 80 ans.



La filière des énergies marines présente donc une cohérence d'ensemble par son fonctionnement (ce sont des énergies en mers...) et ses fonctions (... qui produisent de l'électricité) à défaut de posséder une homogénéité par son contenu (diversité des sous-filières techniques) (Figure 3). Autant l'énergie des vagues et l'hydrolien s'inscrivent pleinement dans le modèle de la décentralisation énergétique et de la petite production⁴¹ (modèle décentralisé de rupture), autant les parcs éoliens offshore⁴² s'inscrivent dans la génération électrique de grande puissance héritée des barrages hydrauliques de montagne et des centrales électronucléaires (modèle métropolitain traditionnel). Cette opposition fondamentale entre les deux modèles est cruciale pour comprendre le développement (ou non) des énergies marines renouvelables, la diversité des trajectoires, et pour en expliquer le jeu de compétition.

Nous faisons ici l'hypothèse que le développement difficile des énergies marines s'explique par une dynamique de compétition économique entre des technologies se situant à des phases de maturité différente.

Hypothèse 5 : La ressource territoriale est un facteur déterminant dans l'ancrage des projets énergies marines

Les problématiques énergétiques du présent sont une construction historique qui nécessite d'être recontextualisée et replacée dans un environnement éminemment territorial. La littérature sur

⁴¹ La puissance des hydroliennes marines est de l'ordre de 2 MW et celle des hydroliennes fluviales varie entre 40 et 80 kW.

⁴² Des éoliennes offshore de 10 MW (Vestas) et 12 MW (GE) sont aujourd'hui en cours de développement.

l'innovation en sciences sociales (économie, géographie et sciences politiques en particulier) a insisté sur la territorialisation du phénomène de l'innovation, sur sa dimension située et ancrée dans des organisations, des « écosystèmes », des marchés et des cultures territoriales (Rallet et Torre, 2007 ; Godet *et al.*, 2010).

Invitant à mieux intégrer les dynamiques territoriales comme facteur explicatif de la diversité des configurations et trajectoires d'innovation, Christophe Bouneau et Yanick Lung (2014) proposent à travers une approche pluridisciplinaire de l'innovation d'identifier de véritables « logiques spatiales de l'innovation », facteurs selon eux d'opportunités pour les territoires, le processus d'innovation se transformant au gré de l'usage et des ressources territoriales spécifiques. Les particularités territoriales ont pour principale conséquence d'accroître la diversité du processus d'innovation, en favorisant le développement de trajectoire territorialisée (François *et al.*, 2013). Dans son ouvrage *Une grande divergence : La Chine, l'Europe et la construction de l'économie mondiale*, Kenneth Pomeranz (2010) a ainsi montré que la « chance » de la Grande-Bretagne fut de disposer au XVIII^e siècle d'importants gisements de charbon à proximité des lieux de l'activité économique. De ces différents travaux ressort l'influence de la localisation des ressources naturelles dans l'implantation des activités. Ces ressources territoriales constituent des « avantages différenciatif » (Glon et Pecqueur, 2016) qui encouragent à modifier la répartition géographique de l'offre énergétique dont l'activation peut aussi dépendre des caractéristiques régionales des structures existantes. Il est en effet indéniable que la géographie physique explique une bonne part des différences territoriales concernant le développement des énergies marines en Europe. Que ce soit avec l'éolien en mer, l'énergie des vagues, l'énergie des marées ou l'énergie thermique des mers, c'est d'abord la disponibilité des ressources naturelles valorisables qui reste le critère déterminant pour leur développement.

Mais on aurait tort de se limiter à un simple déterminisme géographique. Lorsqu'il joue, c'est souvent à travers des rapports sociaux, créateurs d'institutions, qui encouragent et territorialisent le processus d'innovation. L'innovation n'intervient donc pas dans un espace désincarné, mais dans un espace structuré par des relations sociales, relations, produites par une construction historique longue et souvent spécifique⁴³. En prenant l'exemple du Royaume-Uni, Patrick Verley (1997 : 54) écrit : « Si les innovations virent le jour en Grande-Bretagne, ce n'est pas parce qu'elle était scientifiquement en avance, mais parce que ces innovations résolvaient des problèmes économiques qui s'y posaient avec d'avantage d'acuité qu'ailleurs ».

⁴³ Alain Nadaï et Olivier Labussière (2010) distinguent ainsi la « technologie générique », telle qu'elle est imaginée dans les laboratoires d'études, de la technique « territorialisée » telle qu'elle se développe concrètement face aux contraintes des milieux humains et sociaux.

A travers l'exemple d'expériences territoriales originales (qu'elles soient nationales, régionales ou locales), nous soulignerons comment les spécificités et particularismes territoriaux (ressources naturelles, cadre socio-institutionnel, patrimoine technologique existant, savoir-faire et expériences pratiques...) ont influencé le processus de changement technologique. L'existence de digues a impulsé le développement d'une sous-filière technique spécifique aux Pays-Bas : the *energy tidal dike*. Les spécificités territoriales des îles les poussent à se lancer dans des stratégies de « saut technologique » (*technological leapfrogging*) dans le champ énergétique. La présence d'une industrie pétrolière offshore encourage les transferts technologiques vers l'éolien en mer (Figure 5).



Figure 5. « Windmills of your mind », *Lloyds List*, 22 août 1996.

Moderniser un patrimoine technologique territorialisé (ici les plates-formes pétrolières de la mer du Nord) par un projet de reconversion écologique. Tel est le projet avant-gardiste pensé par des industriels néerlandais dans les années 1990.

Nous faisons ici l'hypothèse que la diversité des expériences dans les énergies marines s'inscrit dans des trajectoires d'innovation ancrées territorialement selon des ressources et des héritages spécifiques.

Axe de recherche 3 : Discours et représentations collectives

L'innovation énergétique fait appel à des facultés collectives d'imagination et d'extrapolation. Son déploiement s'inscrit dans un processus collectif, d'ordre cognitif et sociotechnique, qui se structure à travers des interactions entre les individus.

Hypothèse 6 : Les énergies marines reposent sur la construction d'un imaginaire maritimo-énergétique d'abondance

L'imaginaire social de la technique apparaît comme une composante majeure du processus d'innovation (Holton, 1991 ; Flichy, 2003). Depuis la « Grande Aventure du Feu » (Roussel et Boutié, 2006) et les multiples bienfaits de l'action du soleil, de l'hydraulique présentée comme « l'eau conquise » (Nordon, 1991) au pétrole surnommé « Or noir » (Auzanneau, 2015), du kérosène désigné comme « lumière nouvelle » (Yergin, 1991) et jusqu'à l'électricité transformée en « fée » (Beltran, 1991), l'énergie a tenu une place importante dans l'univers des mythes et des symboles. Le rôle des représentations imaginaires (imaginaire indissociablement technique et social) dans l'appropriation initiale de l'électricité nous paraît aujourd'hui incontestable (Salmon, 2018). Le secteur de l'énergie est marqué par des cycles de promesses de grande amplitude, caractérisés par des vagues de technologies présentées comme salvatrices. Il est rare en effet qu'une innovation énergétique apparaisse sans qu'on proclame qu'elle sauvera la civilisation du déclin⁴⁴. On a ainsi cru dans les années 1950 que le nucléaire serait le pivot de la troisième révolution industrielle, comme l'électricité et le pétrole avaient été ceux de la deuxième à la fin du XIX^e siècle⁴⁵.

Dans leur ouvrage *La mer. Terreur et fascination*, Alain Corbin et Hélène Richard (2011) parlent de la mer comme un « sixième continent », celui de l'enchantement permanent et de l'espoir perpétuel, dont la littérature n'a pas manqué de vanter les vertus ces dernières années⁴⁶. Déjà en 1861, Jules Michelet exaltait les richesses de la mer, cette « mer de lait » où la vie s'inventa et prépara l'avènement de l'homme sur Terre : « La terre vous supplie de vivre. Elle vous offre ce qu'elle a de meilleur, la Mer, pour vous relever. » Cette transition d'un monde ancien où la mer était sous-valorisée

⁴⁴ Voir l'émission « Quelle énergie pour sauver le monde », L'avenir du futur, Télévision française 1, 15 décembre 1980. Source INA.

⁴⁵ Ce mysticisme nucléaire sera notamment personnifié par le surgénérateur. Voir Sylvain Roche « Le surgénérateur nucléaire. Une histoire prophétique et cyclique d'une innovation controversée (de 1945 à nos jours) », Mémoire de Master 2, Université Bordeaux III, 2010.

⁴⁶ Nous pouvons ici par exemple citer *La mer est l'avenir de la France* (Biette, 2015) ; *Un océan de promesses* (Joseph et Gouletquer, 2017) ; *La mer : nouvel eldorado ?* (Cyrille Coutansais et Marignan, 2017), *Demain l'océan : des milliers d'initiatives pour sauver la mer et l'humanité* (Verlomme, 2018) ou encore *La mer est notre avenir* (Agostini, 2018).

à un monde nouveau où on lui donne pleinement sa chance prendrait de nos jours la forme d'une « croissance bleue », synonyme pour les territoires littoraux d'un potentiel considérable en matière d'innovation, d'emplois et de croissance économique⁴⁷. D'un côté la mer est présentée comme dernière frontière à conquérir avec l'espace⁴⁸. D'un autre côté les énergies marines sont les dernières énergies renouvelables à maîtriser. Elles couplent *imaginaire d'abondance énergétique* (« Les énergies marines deviennent un eldorado dans la quête de nouvelles sources d'énergie⁴⁹ ») et *imaginaire d'abondance maritime* (« La mer, le nouvel eldorado économique⁵⁰ »).

S'inscrivant dans un jeu de compétition pour capter de l'industrie⁵¹, les territoires se parent ainsi de références historiques, voire bibliques, soulignant à quel point l'enthousiasme et les espoirs sont alors énormes. Avec « la vague des énergies marines⁵² » et « la déferlante des projets⁵³ », la Basse-Normandie et le Royaume-Uni se projettent comme « des terres promises⁵⁴ » pour ces technologies. S'inscrivant dans l'imaginaire de l'abondance pétrolière⁵⁵, l'Ecosse se présente comme « l'Arabie Saoudite des énergies marines⁵⁶ » et la Bretagne se rêve comme possible « nouveau Koweït⁵⁷ ». Dans les Outre-mer, la Réunion se voit comme un « eldorado pour les énergies marines⁵⁸ », en étant la future vitrine internationale de l'énergie thermique des mers. Riche en ressources maritimes valorisables⁵⁹, ces technologies font incontestablement figures de bénédictions pour la France qui a sans cesse cherché à trouver des solutions techniques de production d'énergie pour pallier son déficit en matière de ressources pétrolières⁶⁰. Elles offriraient en plus des solutions pour pallier les

⁴⁷ Voir le numéro spécial de *Politique internationale* consacrée à la croissance bleue, n.156, été 2017.

⁴⁸ Voir le colloque « La mer et l'espace : L'homme face aux frontières du XXI^e siècle : Innovations et applications » organisé le 9 et 10 novembre 2017 à la Maison des océans (Paris).

⁴⁹ <https://www.journaldunet.com/ebusiness/magazine/1157258-la-mer-un-veritable-eldorado-energetique/>

Consulté le 07 mars 2019.

⁵⁰ *Les Echos*, 17 septembre 2014.

⁵¹ « Énergies marines : inquiétude normande face à la concurrence inter-régionale », *AFP*, 20 septembre 2010.

⁵² *La Tribune*, 07 mars 2007

⁵³ Systèmes solaires, le journal des énergies renouvelables, n.189, 2009.

⁵⁴ « Duo normando-écossais sur les EMR », *Paris-Normandie*, 20 septembre 2013.

⁵⁵ Ce discours a notamment été mis en exergue ces dernières années avec le « miracle du gaz de schiste » américain. Voir « Pétrole, gaz... L'Amérique, nouvel eldorado de l'énergie », *Le Monde*, 04 février 2019.

⁵⁶ « L'Ecosse, poisson pilote des énergies marines », *Libération*, 20 octobre 2013.

⁵⁷ « Énergies marines. L'or bleu breton », *Le Télégramme*, 29 novembre 2012.

⁵⁸ « La Réunion : un Eldorado pour les énergies marines », *France Info*, La 1^{ère}, 11 juillet 2014.

⁵⁹ Le potentiel total théorique des énergies marines dans le monde a été estimé par l'Agence internationale de l'énergie dans une fourchette allant de 20 000 à 90 000 térawatts-heure/an (TWh/an). En comparaison, la consommation mondiale d'électricité est de l'ordre de 16 000 TWh/an. En France (deuxième pays européens le mieux doté en ressource), le potentiel est estimé entre 2000 et 3000 MW, concentré majoritairement au large des côtes de Normandie, de Bretagne et des Pays de la Loire.

⁶⁰ Voir le reportage « Le pétrole de demain ? La mer » du 20h de France 2, 23 avril 2013 et le podcast de France Inter, « Et si l'énergie de la mer, l'or bleu arrivait à détrôner l'or noir ? », 02 juin 2016.

incertitudes grandissantes concernant l'avenir de l'énergie nucléaire en France⁶¹. « La science contribue avec des éléments neufs, revisités, à reconstituer des mythes anciens » écrivait le chimiste Paul Caro en 1994. Il est certain que cette thèse se confirme dans les nouvelles technologies de l'énergie. Cette thèse questionnera l'inscription symbolique de ces nouvelles énergies, car il s'agit bien là de les légitimer en les inscrivant dans un passé vénérable, celui du mythe de l'abondance énergétique, dans la continuité des innovations de rupture que furent le puits de pétrole et le réacteur à fission.



Figure 6. « Energie : la mer, plus forte que l'atome !? », *C dans l'air*, 18 août 2011. Capture d'écran INA. Production Maximal Productions et France Télévision. Reproduit avec autorisation.

« A quand une voiture qui fonctionnerait à l'eau de mer ? Ça peut paraître idiot mais la France, qui est un grand pays maritime, n'utilise que très peu cette énergie qui agite nos océans. Alors est-ce là un rêve d'écolo ? Il faut savoir en tout cas qu'EDF s'intéresse de plus en plus à cette énergie maritime. Reste maintenant à connaître le coût de ces nouvelles énergies et leur potentiel. Pourra-t-on un jour se passer du charbon, du pétrole, de l'atome ? »

Déclaration du journaliste-présentateur Axel de Tarlé lors de l'émission *C dans l'air* intitulée « Energie : la mer, plus forte que l'atome !? », France 5, 18 août 2011.

Nous faisons ici l'hypothèse que les énergies marines ont été inscrites dans l'imaginaire technique qui prolonge les mythes énergétiques du passé afin de mieux légitimer les technologies actuelles.

⁶¹ L'accident nucléaire de Fukushima de mars 2011 va par ailleurs encourager à remettre à l'agenda le développement des énergies renouvelables en France.

Hypothèse 7 : Les énergies marines appartiennent à un discours technopolitique.

L'innovation technologique n'est neutre ni politiquement ni socialement (Barthe, 2009 ; Bonneuil et Joly, 2013 ; Pestre, 2014). Les projets technologiques ont des propriétés politiques qui leur sont propres et répondent à des objectifs politiques précis. L'historienne Gabrielle Hecht utilise le concept de technopolitique pour définir « les pratiques stratégiques qui consistent à concevoir ou à utiliser la technique afin de mettre en place des objectifs politiques, de leur donner forme et de les réaliser. » (2014 : 24)

« Au Havre, un séminaire sur l'électricité d'origine marine souligne le retard français comparé au volontarisme britannique⁶² » ; « Les océans : des énergies inépuisables ? Qui maîtrise les énergies de demain ?⁶³ » ; « Énergies marines : le Royaume-Uni garde un coup d'avance sur la France⁶⁴ » ; « Énergies marines : pourquoi la France peut gagner⁶⁵ » ; « Distancée par des pays comme le Danemark, l'Allemagne et la Grande-Bretagne, la France peine à combler son retard en matière d'énergies marines renouvelables⁶⁶ », les investissements dans les énergies marines sont dès lors justifiés en termes de compétition internationale et formulés comme une course, la dimension comparative déterminant de plus en plus fortement la décision publique (Hassenteuful, 2005 ; Bocquillon et Evrard, 2016).

L'invocation de la nation et d'un passé mythologisé pour promouvoir ces technologies (qui est celui des grands programmes technologiques de l'époque gaullo-pompidolienne, à l'image de l'usine de la Rance⁶⁷) doit ainsi permettre de créer un sentiment d'objectivité qui à son tour doit participer au travail de légitimation de ces technologies, dans le cadre d'une administration de la société industrielle acquise au principe d'une imbrication des choix politiques et énergétiques (Beltran *et al.*, 2009 ; Fridenson et Griset, 2013). Car il s'agit bien là d'exploiter à la fois les ressources naturelles nationales et les savoir-faire industriels et technologiques locaux en valorisant l'énergie patriotique par définition. Non seulement les énergies marines doivent encourager la « reconquête industrielle des océans » par l'intermédiaire de ses champions nationaux⁶⁸, mais elles doivent également redonner à la France une

⁶² « Comment capter l'énergie des vagues », *Le Monde*, 24 janvier 2006.

⁶³ *Diplomatie Hors-série* 02, août-septembre 2007.

⁶⁴ *GreenUnivers*, 10 avril 2012.

⁶⁵ *La Tribune Bordeaux*, 19 mai 2017.

⁶⁶ « Éolien en mer. À quand un nouvel élan ? », *Le Télégramme*, 10 février 2018.

⁶⁷ Voir à ce titre le discours de Président de la République Nicolas Sarkozy sur la politique maritime de la France (Le Havre, 16 juillet 2009) et celui du Premier ministre Edouard Philippe lors des Assises de l'Economie de la mer (Le Havre, 22 novembre 2017).

⁶⁸ « DCNS : La reconquête industrielle des océans », *TTU Lettre Hebdomadaire d'informations stratégiques*, supplément au numéro 940, 2 juillet 2014.

place de leader mondial en la préparant aux « nouvelles guerres de l'énergie » qui s'annoncent (Chevalier et Geoffron, 2017). Si après la guerre, la technique nucléaire devint « la quintessence même du symbole de la modernité et de la puissance nationale » (Hecht, 2014 : 11), le XXI^e siècle est présenté comme une course internationale autour des nouvelles technologies environnementales (Glachant, 2014), notamment énergétiques (Therme, 2011). La technopolitique n'est pas seulement énergétique mais maritime, la mer devenant de plus en plus « un élément stratégique, d'un point de vue militaire, mais aussi commercial et écologique » (Auffray, 2004 : 11). A la croisée du nationalisme des ressources naturelles, du nationalisme technologique et du nationalisme énergétique, les énergies marines sont un élément du *soft power* qui reflète bien les nouveaux enjeux contemporains que sont l'autonomie énergétique et la maîtrise des ressources marines.

Nous faisons ici l'hypothèse que les énergies marines ont été inscrites dans un processus de légitimation porté par un discours technopolitique décuplé par la rencontre de deux référentiels de puissance : la mer et l'énergie⁶⁹.

Hypothèse 8 : Les énergies marines sont prises dans des controverses qui entravent la diffusion des technologies

Les innovations émergentes sont régulièrement génératrices de désordre et de conflits. En citant Gérald Gaglio (2011 : 47) : « L'innovation remet en cause des positions acquises, des rentes de monopoles, des prérogatives et des intérêts. Elle bouscule des certitudes, nécessite une adaptation de la part de ceux qui ne l'ont pas initiée ou pas souhaitée. De ce fait, les processus d'innovation, largement traversés d'oppositions, de débats contradictoires, génèrent des confrontations. » L'histoire ne manque pas d'exemples d'innovations énergétiques qui ont suscité de vives controverses, tant du point de vue technologique, que du fait des conséquences de leurs applications sur la société⁷⁰. L'historien Lynn White (1962) a montré que bien qu'utilisé dès le moyen-âge, le moulin à eau ne s'est largement diffusé que sept siècles plus tard pour des raisons économiques et d'acceptabilité sociale. Les technologies de l'énergie ne se sont imposées que si elles étaient cohérentes avec le milieu d'accueil, en adhésion avec les contextes économiques, législatifs ou sociaux. Le processus de diffusion d'une innovation dépend donc de sa capacité à pouvoir réguler les controverses et à leur répondre (Alter, 2002). A ce titre, les discours favorables autour des énergies renouvelables ne doivent pas

⁶⁹ Nous étudierons plus spécifiquement les cas français et écossais.

⁷⁰ Dans son ouvrage *La Révolte luddite : briseurs de machines à l'ère de l'industrialisation*, Kirkpatrick Sale (2006) nous montre par exemple que l'arrivée de la vapeur au début du XIX^e siècle en Angleterre s'est traduite par un brusque mouvement de rejet de la part de la population des Midlands composés d'artisans et d'ouvriers.

cachez la réalité des résistances et des blocages multiples qui sont une composante classique du processus d'innovation énergétique (Lachal et Romerio-Giudici, 2003).

Pour les économistes Christian de Perthuis et Pierre-André Juvet (2013), les transitions énergétiques du passé ont amené à utiliser des sources d'énergie toujours plus concentrées⁷¹. Cette dynamique a encouragé à limiter considérablement les surfaces mobilisées par les systèmes énergétiques. Or, une des particularités de la transition énergétique contemporaine est qu'elle conduit à renverser ce modèle hérité des précédentes vagues d'innovations schumpétériennes en privilégiant le développement d'énergies de flux faiblement concentrées et demandeuses d'espace. Ce changement de paradigme génère de fortes controverses sur l'usage de l'espace, en raison des nuisances engendrées par ces énergies (Fournier *et al.*, 2012). Le processus de diffusion des énergies renouvelables s'inscrit dans un contexte de tensions spatiales plus ou moins marquées en fonction des technologies (Nadaï et Labussière, 2010), nécessitant une prise en charge par l'action publique régulatrice (Melé, 2004). Clin d'œil au moulin à eau médiéval, les énergies marines connaissent ainsi des controverses de nature technico-économiques, mettant face-à-face des expertises sur l'efficacité économique de ces énergies face à d'autres technologies, et des controverses de nature sociotechnique, renvoyant aux usages actuels ou futurs de l'espace maritime (Oiry, 2015).

En bousculant à la fois les usages des activités maritimes traditionnelles et l'inertie du système énergétique (notamment le système électronucléaire), les énergies marines vont ainsi multiplier les controverses contre elles, obligeant à un bien plus grand effort d'imagination pour concevoir le processus d'innovation.

Nous faisons ici l'hypothèse que les énergies marines en tant qu'innovations émergentes ont engendré des controverses (à la fois technico-économiques et sociotechniques) qui ont fragilisé le processus de diffusion de ces technologiques.

⁷¹ Une tonne de pétrole contient davantage d'énergie qu'une tonne de charbon qui elle-même en concentre bien plus qu'une tonne de bois.

Le tableau ci-dessous synthétise la construction du questionnement de recherche.

<p style="text-align: center;">PROBLEMATIQUE GENERALE</p> <p style="text-align: center;">Que s'est-il passé au tournant des années 2000 pour qu'ingénieurs, experts, élus politiques et industriels perçoivent dans les énergies marines un totem de la transition énergétique et du passage vers une nouvelle économie maritime ?</p>		
<p>AXE DE RECHERCHE 1</p> <p>Cycles de vie et trajectoires de l'innovation énergétique</p>	<p>AXE DE RECHERCHE 2</p> <p>Les déterminants du succès de l'innovation énergétique</p>	<p>AXE DE RECHERCHE 3</p> <p>Discours et représentations collectives</p>
<p style="text-align: center;"><i>Hypothèse 1</i></p> <p>Les énergies marines s'inscrivent dans un phénomène « d'émergence-interruption-résurgence » technologique</p> <p style="text-align: center;"><i>Hypothèse 2</i></p> <p>Les énergies marines répondent à un phénomène de « <i>hype-hope-disappointment</i> »</p>	<p style="text-align: center;"><i>Hypothèse 3</i></p> <p>La résurgence des énergies marines s'explique par la crise systémique des 3E qui a catalysé le changement technologique</p> <p style="text-align: center;"><i>Hypothèse 4</i></p> <p>Les énergies marines s'inscrivent dans un jeu de compétition technologique au sein d'un système énergétique fortement inertiel</p> <p style="text-align: center;"><i>Hypothèse 5</i></p> <p>La ressource territoriale est un facteur déterminant dans l'ancrage des projets énergies marines</p>	<p style="text-align: center;"><i>Hypothèse 6</i></p> <p>Les énergies marines reposent sur la construction d'un imaginaire maritimo-énergétique d'abondance</p> <p style="text-align: center;"><i>Hypothèse 7</i></p> <p>Les énergies marines appartiennent à un discours technopolitique</p> <p style="text-align: center;"><i>Hypothèse 8</i></p> <p>Les énergies marines sont prises dans des controverses qui entravent la diffusion des technologies</p>

Tableau 1. Résumé analytique de la thèse

Présentation du manuscrit de thèse

L'apport des sciences économiques et sociales est crucial pour répondre à la problématique générale, invitant à distinguer les observations technico-économiques et les enjeux politiques et sociétaux (Touffut, 2002). La majorité des technologies (énergie des courants de marée, énergie des vagues, énergie thermique des mers et éolien en mer) sera examinée afin de d'illustrer la non-homogénéité de cette « filière des énergies marines ».

La construction d'une approche théorique

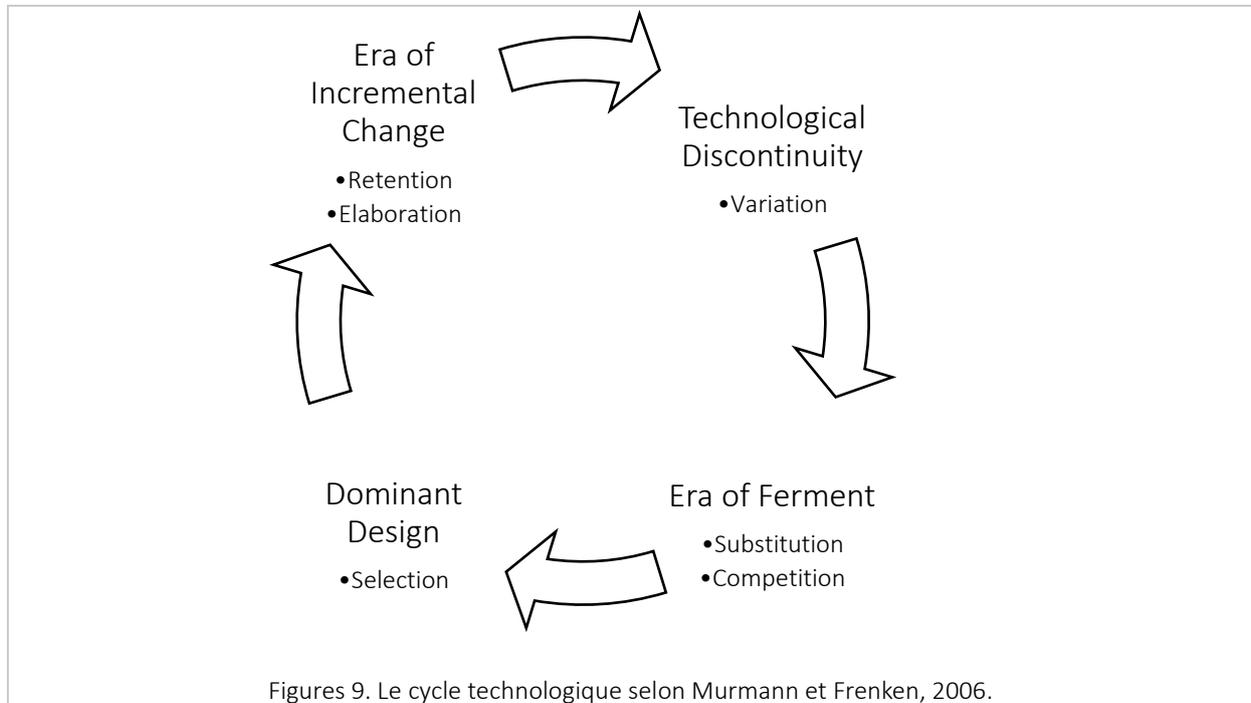
1. *S'appuyer sur les apports de l'économie du changement technologique...*

Pour observer le développement des technologies, il est nécessaire de remonter dans le passé lorsque les technologies ne sont pas stabilisées et d'expliquer les controverses technico-économiques (Mangematin, 1992).

Les sciences économiques se sont dotées d'outils conceptuels et méthodologiques destinés à décrire le cycle de vie des innovations. Les théories évolutionnistes ont pour principale ambition de comprendre l'émergence de la nouveauté et d'interpréter le changement, étant donné l'environnement et l'histoire dans lesquels les systèmes techniques se situent (Yildizoglu, 2011). L'une des préoccupations de la théorie évolutionniste est l'analyse des phénomènes de coévolution entre la technologie de production et l'organisation.

Confrontés à un nombre croissant de situations de compétitions technologiques, des économistes (Arthur, 1988 ; David, 1985 pour ne citer qu'eux) ont tenté d'analyser le processus de diffusion des technologies et de sélection par le marché. Ces travaux ont défini le concept d'une « économie du changement technologique » dans les années 1980 (incarnée notamment en France par Dominique Foray et Marc Willinger) qui s'attache à mettre, depuis les travaux fondateurs de Joseph Schumpeter, la relation innovation-croissance au cœur des analyses. Par ailleurs, l'économie du changement technologique accorde une place fondamentale au temps technologique et à la succession des choix (qui concernent autant la conception que la diffusion). Ces travaux vont nourrir les réflexions sur les dynamiques de changement technologique du secteur énergétique (Bourgeois *et al.*, 2000). La transition vers l'usage de ressources renouvelables nous encourage aujourd'hui à reconsidérer

l'économie du changement technologique à travers le prisme du développement durable (Touzard, 2017). Les innovations environnementales ont des effets structurants et systémiques (Debref, 2016) qui doivent nous questionner sur les nouvelles modalités et le rythme du changement technologique vers une économie post-carbone (Bersalli, 2017). C'est dans ce cadre que cette thèse a été réalisée.



Les technologies suivent des cycles de vie. Elles passent par des phases de naissance, de croissance, de maturité et de vieillissement. L'apparition d'un « design dominant » correspond à un moment clé dans le processus du changement technologique. C'est son apparition liée à la discontinuité technologique qui caractérise un cycle technologique.

Nous adopterons ainsi une approche « structuraliste » qui « cherche en à enrichir la compréhension du changement technologique par l'étude des facteurs (technologiques, économiques, sociaux, institutionnels, etc.) permettant de rendre compte des formes de régularité, d'ordre et de continuité que l'on peut observer dans la dynamique du changement technologique » (Depret et Hamdouch, 2007 : 99). En insistant sur la complexité de l'environnement et de sélection des technologies en prenant compte des *smalls events* (petits évènements), des *lock-in* (effet de verrouillage⁷²) et des

⁷² Le verrouillage technologique est particulièrement visible dans le secteur de l'électricité, en raison de sa forte intensité de capital et de la longue durée de vie des actifs énergétiques (Scrase et MacKerron, 2009). Ainsi, les décisions d'investissement prises aujourd'hui auront des conséquences pendant au moins plusieurs décennies.

déterminismes du *path dependency* (dépendance de sentier⁷³), les travaux en économie du changement technologique nous permettront d'approfondir notre analyse sur la trajectoire des énergies marines.

2. ... et sur ceux de l'économie de l'énergie

Le coût de l'énergie est probablement l'un des facteurs qui joue le plus dans la mise en compétition des technologies au sein du système énergétique. La politique énergétique doit pouvoir concilier la sécurité d'approvisionnement énergétique, la préservation de l'environnement et un prix de l'énergie qui doit assurer la compétitivité nationale (Bureau *et al.*, 2013). L'évolution de la trajectoire des différentes technologies dépend naturellement pour une grande part de leurs performances et de leur compétitivité sur les marchés du système énergétique (Méritet et Vaujour, 2015). Cette dynamique concurrentielle entre des technologies de production d'énergie matures et des technologies émergentes est sans conteste un enjeu majeur de l'économie de l'énergie (Clastres, 2014).

Les coûts étant incertains du fait du caractère innovant des énergies marines et les bénéfices en termes de créations d'emplois se conjuguant désormais au conditionnel car revus à la baisse et renvoyés à un futur sans cesse repoussé (Podevin, 2017), ces technologies restent assujetties au risque économique (qu'on va estimer comparativement par le ratio coûts/bénéfices) et à la concurrence de technologies plus compétitives. Les technologies émergentes doivent pouvoir sortir de la « Vallée de la mort » (*Death Valley*), cette phase critique en finance de l'innovation située entre les financements publics (faible TRL⁷⁴) et privés (fort TRL). Cette incertitude technico-économique est particulièrement présente dans le secteur des nouvelles innovations de l'énergie (Hartley et Medlock, 2017).

Le grand défi des industriels est donc de faire la promotion d'un « kilowattheure EMR compétitif » à la fois par rapport au prix électrique de référence (le nucléaire en France), et face aux autres énergies renouvelables plus matures et moins chères (comme le solaire ou l'éolien terrestre). On pourra dès lors se questionner sur l'effet que peut avoir la fluctuation du coût de l'énergie de référence sur le phénomène d'émergence-interruption-résurgence des technologies énergétiques et sur le phénomène de *lock-in* (Lee et Gloaguen, 2015).

⁷³ L'innovation dans les industries énergétiques tend à s'inscrire dans des cadres institutionnels et technologiques existants (phénomène de dépendance de sentier). Elle repose sur des améliorations par touches successives (innovation incrémentales), visant à améliorer la productivité, qui n'exige que des investissements modérés.

⁷⁴ Les TRL (*Technology readiness level*) forment une échelle d'évaluation du degré de maturité atteint par une technologie. Cette échelle a été imaginée par la Nasa en vue de gérer le risque technologique de ses programmes. Initialement constituée de sept niveaux, elle en comporte neuf depuis 1995.

3. *Un objet d'étude qui nécessite de s'ouvrir aux sciences, technologies et société (STS)*

Nous insistons sur le fait que cette thèse suit une approche pluridisciplinaire. Situer cette étude dans une unique discipline reviendrait à engager une enquête unidimensionnelle dont nous ne pensons pas qu'elle puisse apporter une solution satisfaisante à la problématique posée. Nous rejoignons à ce titre les propos de Dominique Vinck lorsqu'il insiste sur la pertinence d'une vision transdisciplinaire vis à vis du développement technologique, économique et social : « Dans un contexte socio-économique où le souci est de mettre la science au service du développement technologique et industriel, on comprend que les gestionnaires de la recherche ragent devant la multiplicité des chapelles scientifiques et qu'ils plaident pour l'interdisciplinarité » (2001 : 57). Or, examiner, questionner, comprendre et contribuer à ces débats est précisément la tâche que s'est donnée le champ interdisciplinaire connu sous le vocable des *Sciences, technologies et société* (Doray *et al.*, 2015).

« L'énergie étant un produit de l'histoire » (Chevalier *et al.*, 1986 : 41), l'analyse des dynamiques du système énergétique nécessite en effet le décloisonnement des disciplines en révélant l'interdépendance des facteurs, remis dans une perspective du temps long. Comprendre l'évolution du système énergétique par un seul angle disciplinaire ne peut que réduire la compréhension d'un phénomène qui, par définition, est multiple, changeant et polysémique.

Étant donné l'importance du futurisme technologique et la montée en puissance du régime des promesses dans les débats sur l'innovation, l'histoire doit permettre de (dé)construire la manière d'aborder le calendrier du changement technique et des dynamiques d'innovation (Caron, 2010) et ainsi relativiser la vitesse du changement technologique. Notre travail sur les archives a notamment permis de déconstruire la chronologie de certaines technologies (énergie des marées et énergie des vagues plus particulièrement)⁷⁵. On rejoint ici l'analyse du sociologue Patrice Flichy pour qui « l'analyse de l'innovation et des phénomènes de verrouillages technologiques nécessite d'intégrer des évolutions de longue durée » (2003 : 174) et celle du prospectiviste Michel Godet pour qui « le rétroviseur du temps long est indispensable pour enseigner les conduites du présent » (2007 : 89). Cette intégration d'une double perspective « rétrospective/prospective » (*hindsight/foresight*) s'inscrit parfaitement dans le domaine pluridisciplinaire du champ de la construction sociale des technologies (*Social construction of technology* ou SCOT) dont les plus éminents représentants américains ont notamment travaillé sur l'énergie (Hughes, 1983 ; Nye, 1990 ; Crosby, 2006).

⁷⁵ Présenté comme une création des années 2000 par les acteurs promotionnels, le terme technique « hydrolien » apparaît pourtant dans les années 1970, comme le souligne un article du journal *Le Monde* (« Imagination : Les énergies de la mer ») daté du 13 juillet 1980.

A l'histoire des techniques, j'emprunte l'analyse de l'archive historique et le souci de la chronologie. Très inspiré par les travaux de Gabrielle Hecht sur la « technopolitique » (2014), j'emprunte à la sociologie politique de l'innovation l'enquête de terrain et un certain nombre de références me permettant d'analyser les propriétés politiques des sciences et technologies émergentes. A la géographie économique et aux sciences régionales, j'emprunte les analyses en termes de « ressource territoriale » et développement économique. Les travaux récents en sciences sociales sur la transition énergétique compléteront notre base théorique. Enfin, la dimension sociotechnique des innovations énergétiques doit aussi nous rappeler qu'il est nécessaire d'articuler dans notre examen les processus de changement technologique et les processus de changement institutionnel pour bien comprendre les dynamiques des systèmes énergétiques et de ses filières techniques. Aussi, les travaux sur le changement des politiques publiques, ceux consacrés à la construction des problèmes publics et des controverses, compléteront notre base théorique (Lascoumes et Le Gales, 2007 ; Campana *et al.*, 2007 ; Jullien et Smith, 2012).

Ces différentes disciplines seront sollicitées en fonction des besoins.

Méthodologie de la thèse

1. Une thèse CIFRE qui s'inscrit dans une démarche de recherche-action collaborative

Ce manuscrit est le résultat d'une thèse CIFRE⁷⁶ qui a débuté à la Région Nouvelle-Aquitaine en décembre 2015. L'objectif était double :

- (1) Proposer un protocole de veille qui tienne compte des évolutions technologiques, économiques et institutionnelles propres à la filière énergies marines. Celui-ci devait permettre à la Région Nouvelle-Aquitaine de mieux comprendre les trajectoires technologiques afin d'aider au mieux la politique régionale dans ce secteur.
- (2) Répondre aux questions essentielles que se pose la Région Nouvelle-Aquitaine face au développement des énergies marines, savoir comment va évoluer le marché et sur quelle(s) technologie(s) devait se positionner la collectivité.

⁷⁶ Depuis plus de 30 ans, le dispositif CIFRE subventionne toute entreprise, collectivité, association... etc de droit français qui embauche un doctorant pour le placer au cœur d'une collaboration de recherche avec un laboratoire public. Les travaux aboutiront à la soutenance d'une thèse en trois ans.

Cette thèse s'est inscrite rapidement dans une démarche de recherche-action (RA) et de formation professionnelle sur le terrain : notre but principal étant de produire des connaissances appliquées afin de répondre aux interrogations de la Région Nouvelle-Aquitaine. L'enjeu était alors de mieux percevoir les opportunités que pouvaient offrir les différentes filières de la croissance bleue en Nouvelle-Aquitaine⁷⁷.

Prise au sens large, la RA « est une démarche fondamentale dans les sciences de l'homme, qui naît de la rencontre entre une volonté de changement et une intention de recherche. Elle poursuit un objectif dual qui consiste à réussir un projet de changement délibéré et ce faisant, faire avancer les connaissances fondamentales dans les sciences de l'homme. Elle s'appuie sur un travail conjoint entre toutes les personnes concernées. Elle se développe au sein d'un cadre éthique négocié et accepté par tous. » (Kurt Lewin, 1947)⁷⁸.

Cette ambition de RA s'est couplée à une approche de recherche collaborative de type interactionniste visant à construire un objet de recherche avec les acteurs-experts, à partir de leur réalité, en leur donnant la parole, tout en conservant notre rôle de producteur et de diffuseur de connaissances (Gonzalez-Laporte, 2014). La construction d'un comité de pilotage (COFIL) de thèse de nature interdisciplinaire a encouragé à lancer une dynamique de travail de ce type⁷⁹. La recherche collaborative nous a poussés à clarifier la problématique auprès des experts du domaine (industriels, institutionnels et techniciens de l'action publique), recueillir des données et des témoignages, et enfin expérimenter et observer nos résultats. Cette approche collaborative s'est complètement intégrée dans une démarche que nous avons voulu avant tout prospectiviste (Gaudin, 2013 ; Durance, 2014).

A ce titre, nous avons suivi une méthode qui s'est construite selon 3 leviers principaux :

- (1) Un travail de documentation approfondi afin de bien connaître les contextes institutionnels, l'état de la technique et les données socioéconomiques. Nous avons ici effectué une recension des travaux qui portent sur le système énergétique en général puis sur les énergies marines en

⁷⁷ La Région Nouvelle-Aquitaine totalise 720 km de littoral sur ses 4 départements littoraux. Son économie maritime représente 6,5% de l'économie maritime française en 2018 et 49 000 emplois. La Charente-Maritime concentre 20 000 emplois. Lancé le 06 février 2018, le « Cluster Croissance Bleue » ambitionne d'augmenter la visibilité de la Nouvelle-Aquitaine et de ses acteurs sur ces questions d'économie maritime à l'échelle nationale et internationale.

⁷⁸ Cité par Michel Liu (1992) dans « Représentation de la recherche-action : définition, déroulement et résultats », *Revue Internationale de Systémique*, vol. 6, n°4, p. 293-311.

⁷⁹ Se réunissant tous les 6 mois, les COFIL de thèse furent l'occasion de vérifier l'avancement des travaux (rapport d'état d'avancement, notes de synthèse, données collectées, plan provisoire du manuscrit final...) et de faire le bilan des ressources consommées et des ressources disponibles (temps qu'il reste avant la fin du contrat CIFRE et les capacités financières). Il se composait d'un large panel d'acteurs, comprenant des institutionnels, des industriels et des universitaires.

particulier. Pour nous éclairer sur ces différents aspects, nous avons pris soin d'interroger un grand nombre d'experts du domaine.

- (2) La perception du mouvement général de l'histoire afin d'examiner la trajectoire des énergies marines et l'évolution des discours (la mise en chronologie). Cet examen s'est inscrit dans une approche à la fois analytique (par des variables et des indicateurs) et sensorielle (les « choses vues » et « entendues »).
- (3) Produire un manuscrit décrivant les grandes lignes directrices, en intégrant la dimension triangulaire du temps long (le passé, le présent et l'avenir).

Au-delà de nos communications à des colloques académiques et à des journées d'étude, cette recherche-action collaborative nous a offert l'opportunité de présenter nos travaux dans un certain nombre d'institutions et d'organismes, parmi lesquels :

- Intervention devant la section Veille et Prospective du Conseil Économique, Social et Environnemental de Nouvelle-Aquitaine en vue de la réalisation d'une étude sur « L'économie maritime en Nouvelle-Aquitaine » pour l'Observatoire des Mutations Économiques régional (janvier, 2019).
- Communication au Cluster Maritime Français (novembre 2018) : « En quoi la trajectoire écossaise dans le domaine des énergies offshore est-elle différente de la trajectoire française ? »
- Participation à l'émission « L'éco prend le large » de *France Culture* consacrée à l'économie bleue (septembre 2018)⁸⁰.
- Présentation des travaux de thèse à l'Ambassade de France à Londres (octobre 2018).
- Communication au Port de Bordeaux (septembre 2018) : « Présentation des projets énergies marines en France en 2018 : quelles complémentarités à trouver avec le Québec ? ».
- Animation d'un atelier de travail sur la coopération eurorégionale dans le domaine des énergies marines lors de la 19^{ème} édition des Assises Européennes de la Transition Énergétique, à Genève (janvier, 2018). Nous tenons ici à remercier particulièrement la Mission opérationnelle transfrontalière (MOT) pour l'intérêt qu'elle a porté à notre travail de thèse.
- Co-organisation et co-animation d'une journée d'étude intitulée « Extraction des ressources : quelle transition énergétique pour la région Nouvelle-Aquitaine ? » (avril 2017)⁸¹.

⁸⁰<https://www.franceculture.fr/emissions/entendez-vous-leco/entendez-vous-leco-du-jeudi-27-septembre-2018>
Consulté le 07 mars 2019.

⁸¹<https://durkheim.u-bordeaux.fr/Agenda/JE-Extraction-des-ressources-quelle-transition-energetique-pour-la-region-Nouvelle-Aquitaine> Consulté le 07 mars 2019.

Enfin, nous avons pris soin d'encourager les débats sur les problématiques énergétiques et maritimes. A ce titre, nous avons pu organiser un certain nombre d'événements grand-public, ainsi qu'une journée d'étude, inscrivant le processus doctoral dans une démarche de sciences participatives et citoyennes.

2. Terrain d'enquête

i. L'enquête sociologique

Par ce travail collaboratif, nous avons eu accès à un réseau déjà constitué et à une légitimité accrue auprès des acteurs des énergies marines et de la croissance bleue. Cela nous a conduit à participer à plusieurs événements sectoriels et institutionnels (les salons Seanergy, les Assises européennes de la transition énergétique, les Assises de l'économie de la mer...) qui ont été autant de lieux de production et d'institutionnalisation d'idées, de représentation et de cadre d'appréhension des problèmes (Chapoulie, 2000). Grâce à ce travail « d'observation direct⁸² », nous nous sommes appropriés les discours et les logiques d'action mis en forme dans les forums.

Des entretiens semi-directifs ont été réalisés auprès d'acteurs clés du secteur des énergies marines et de la croissance bleue. Nous rejoignons les propos de Gilles Pinson et Valérie Sala Pala pour qui l'entretien semi-directif reste « un outil non seulement pertinent mais encore indispensable pour qui veut connaître l'action publique, que ce soit dans sa dimension historique ou dans sa dimension synchronique » (2007 : 556). La plupart des entretiens en face à face ont été enregistrés puis retranscrits littéralement⁸³. Dans la grande majorité des cas, nous avons essayé de respecter la méthodologie de l'entretien afin de cerner les représentations et les manœuvres stratégiques des acteurs interrogés (Blanchet *et al.*, 2013). Un guide fut rédigé avant chaque entretien. Celui-ci listait les questions et les thèmes devant être abordés durant l'entretien. Les acteurs consultés ont été de natures diverses : des politiques et institutionnels, des industriels, des chercheurs, des groupes de pression, des promoteurs et des représentants associatifs. L'ouvrage de Samy Cohen sur « L'Art d'interviewer les dirigeants » (1999) nous a permis de nous familiariser avec les exigences de la

⁸² L'observation directe consiste « à être le témoin des comportements sociaux d'individus ou de groupes dans les lieux mêmes de leurs activités ou de leurs résidences sans en modifier le déroulement ordinaire. Elle a pour objet le recueil et l'enregistrement de toutes les composantes de la vie sociale s'offrant à la perception de ce témoin particulier qu'est l'observateur. Celui-ci côtoie et étudie les personnes, assiste aux actes et aux gestes qui produisent leurs actions, écoute leurs échanges verbaux, inventorie les objets dont elles s'entourent, qu'elles échangent ou produisent. » (Peretz, 2004 : 14)

⁸³ Pour Janine Barbot, « l'enregistrement de l'entretien est indispensable, la simple prise de notes présentant plusieurs limites. La prise de note intensive est accaparante pour l'enquêteur et finit souvent par conduire l'enquêté à dicter littéralement ses propos à l'enquêteur. » (2012 : 131)

conduite des entretiens avec les « élites », qu'elles soient économiques, politiques ou sociales. Pour à la fois formuler les bonnes questions et faire preuve de répartie, nous avons pris soin d'exploiter autant que possible des pièces d'archives dans le cours même de l'entretien afin d'objectiver notre propos et s'inscrire, si besoin, dans une contradiction constructive avec notre interlocuteur (Laurens, 2007). Toutefois, malgré ce travail de terrain et notre insertion dans les différents réseaux politiques, professionnels et interprofessionnels, les acteurs que nous avons préalablement identifiés ne nous ont pas tous accordé d'entretien. Nous regrettons, par exemple, ne pas avoir pu mieux questionner les acteurs européens des énergies marines et de la croissance bleue (lobbys industriels et responsables institutionnels), à l'image de l'association professionnelle *Ocean Energy Europe* (OEE) ou de la DG MARE⁸⁴. Nous n'avons pas réussi à planifier un séjour de recherche au sein d'une structure bruxelloise, et ceci malgré nos nombreuses tentatives.

ii. *Le traitement des sources*

A ce travail d'entretiens s'ajoute d'autres sources essentielles, notamment l'étude de la presse et des données statistiques produites par les acteurs et les institutions publiques ou privées. Ainsi, nous avons interrogé de manière systématique la plateforme Europress, en recherchant les articles portant sur la croissance bleue, et les énergies marines en particulier, dans la presse nationale et la presse quotidienne régionale. Nous tenons ici à remercier Boris Fedorovsky (GICAN) pour nous avoir confié en début de doctorat ses archives papiers personnelles qui ont été d'une aide précieuse pour l'élaboration de ce manuscrit (particulièrement la presse des années 1970 et 1980). L'utilisation de la presse nous a permis de pouvoir citer, à titre d'illustration, les déclarations d'organisations ou de personnalités que nous n'avons pas pu rencontrer (lorsque les articles rapportaient directement les propos), et de faire ressortir l'état d'esprit d'une partie de l'opinion publique face à un contexte particulier (la presse reste le reflet des conditions sociales, culturelles et politiques d'une période et d'un espace donné). Nous avons adopté la même démarche avec la presse spécialisée sur les énergies renouvelables ou l'économie maritime, notamment avec la revue *Le Journal des Energies Renouvelables*, ou encore les hebdomadaires *Le Marin* ou *Usine Nouvelle*. L'internet a également constitué une source documentaire essentielle dans ce travail. Nous nous sommes abonnés à plusieurs *newsletters* traitant des énergies marines : celle de Mer et Marine, de Connaissance des Energies, du SER ou encore du portail des Énergies de la mer. Par ce biais, nous avons été informés quotidiennement de la nature et l'évolution des débats au sein de l'industrie des énergies marines. Nous avons aussi largement exploité les sources audiovisuelles. Les archives de la radio et de la

⁸⁴ La DG MARE est chargée des politiques de la Commission Européenne concernant les affaires maritimes et la pêche.

télévision constituent un fonds sous exploité d'une valeur inestimable. En citant Jacques Guyot et Thierry Rolland (2011), « ce sont les témoins irremplaçables de l'histoire collective autant que de l'évolution des modes de vie, des comportements sociaux, des débats publics ou encore de nos imaginaires. Elles sont des indicateurs essentiels pour tous ceux qui cherchent à replacer ces signes fugaces, souvent saisis sur le vif, dans l'histoire des mentalités ». Et comme toute trace, elles deviennent des sources historiques si on arrive à les faire parler. Grace aux fonds patrimoniaux de l'Institut national de l'audiovisuel (INA)⁸⁵, nous avons pu ainsi mieux percevoir l'évolution du traitement médiatique des énergies marines, mieux comprendre la construction des discours et des représentations collectives autour de ces technologies.

Enfin, nous avons accordé une place importante aux sources dites classiques, comme les études et documents publics à destination des professionnels et des élus, les textes législatifs, les documents de vulgarisation, les études produites par les institutions publiques et parapubliques, ou encore les documents techniques sur les potentielles évolutions technologiques des énergies marines. Nous y avons intégrés les rapports des cabinets de conseils et des lobbies. Cette démarche documentaire nous a permis de nous approprier les fondamentaux techniques et économiques de l'industrie des énergies marines.

3. Le choix de la thèse sous forme d'articles

La diversité des acteurs rencontrés, de leurs expertises, de leurs interrogations, a orienté rapidement notre choix de réaliser une thèse par articles. Adoptée dans le domaine des sciences dites « dures », la thèse par articles tend aujourd'hui à se démocratiser chez les économistes et les doctorants en finance⁸⁶. Dans notre cas, la thèse sous forme d'articles répondait avant tout à l'ambition principale d'une CIFRE, qui est de faire ressortir des savoirs académiques appliqués, tout en encourageant les fertilisations croisées entre le milieu socio-économique et le monde universitaire (Dulaurans, 2012). Le choix de faire une thèse par articles nous a offert aussi plus de souplesse pour pouvoir répondre aux différentes questions que se posait la Région Nouvelle-Aquitaine sur les énergies marines et la croissance bleue.

⁸⁵ La bibliothèque municipale de Bordeaux Mériadeck dispose de deux postes de consultation donnant accès à l'ensemble des descriptions documentaires des fonds TV, radio, publicité, web médias, collections partenaires archivées par l'Ina. Ils permettent le visionnage de 6 millions d'heures numérisées et sur serveur.

⁸⁶ « Thèse classique ou thèse sur articles en management stratégique? Débat entre Sandra Charreire Petit et Régis Coeurderoy, Modérateur, Franck Tannery », notes prises par Paul Chiambaretto, *Le Libellio d'AEGIS*, Vol. 8, n° 3 - Automne 2012, Dossier controverses AIMS, p. 45-49.

Les articles ont fait l'objet d'un choix en fonction de leur pertinence, de leur intérêt à mieux comprendre les problématiques du changement technologique, mais aussi de la façon dont ils nous aident à repenser l'enjeu maritimo-énergétique. Ils sont le fruit de rencontres durant ces 36 mois de thèse, d'opportunités saisies, ouvrant des perspectives de recherche que nous n'avions préalablement pas envisagées. Howard Becker (2000 : 157) parle ainsi de la position du « chercheur de terrain [...] le plus souvent à la merci du « moment ». En effet, rien ne me prédestinait en décembre 2015 à partir aux Pays-Bas puis en Ecosse pendant plusieurs mois dans le cadre de travaux coopératifs, ni à séjourner plusieurs semaines à Bilbao pour encourager les synergies eurorégionales dans le secteur des énergies en mer. A travailler sur la problématique énergétique insulaire avec des acteurs des Outre-mer. A côtoyer de près les ingénieurs d'EDF R&D et ceux de Centrale Nantes. A être accueilli avec enthousiasme par l'équipe du Cluster Maritime Français (CMF) dans leurs locaux parisiens. Ce sont bien toutes ces rencontres inattendues qui expliquent l'existence de cette thèse par articles.

La réalisation de la thèse par articles répondait aussi à une volonté personnelle d'entrer dans un processus de rédaction très structuré et de constituer rapidement un dossier de publications. Nous nous sommes inscrits dans une situation d'apprentissage-parallèle où nous avons dû apprendre à maîtriser à la fois la composition au niveau doctoral, mais aussi les exigences de la rédaction de publication dans des revues académiques. Cette thèse par articles a permis de favoriser une diffusion plus directe des résultats de recherche par des communications et des publications scientifiques. Dix articles ont ainsi été rédigés sur des études de cas spécifiques, dont la moitié a été co-signée avec des experts du domaine. La majorité des articles a été publiée ou sont en cours de publication (que ce soit dans des ouvrages grand public ou des revues académiques avec comité de lecture). Cet éclectisme des études de cas nous a évité de tomber dans le piège simpliste de la répétition entre les articles.

Chaque article revient de manière plus complète sur les champs théoriques exploités et la méthodologie utilisée. Les articles étant indépendant les uns des autres, nous avons pris soin d'indiquer un grand nombre de références consultées pour que le lecteur, soucieux d'approfondir certains points, trouve dans ces sources de quoi alimenter sa réflexion.

4. S'inscrire dans une dimension exploratoire comparative

La dimension exploratoire et comparative est aujourd'hui pleinement intégrée par les sciences sociales. Les comparaisons internationales sont depuis longtemps présentes en histoire (Werner et Zimmermann, 2003) et dans les sciences politiques (Hassenteufel, 2005). Des revues comme *La Revue internationale de politique comparée*, *La Revue d'études comparatives Est-Ouest* et *Politique*

Européenne (à laquelle nous avons contribué) ont participé à encourager les travaux scientifiques à vocation comparative. Et à ce titre, l'énergie a été porteuse ces dernières années d'un certain nombre de travaux de comparaison (Szarka, 2007 ; Evrard 2013 ; Laes *et al.*, 2014 ; Aykut *et al.*, 2017).

Dans son étude sur l'électrification des États-Unis, de la Grande-Bretagne et de l'Allemagne, Thomas Parke Hughes (1983) a montré comment chaque pays a élaboré une réponse spécifique et adopté des modes de construction distincts dépendant de ses propres conditions politiques, géographiques et institutionnelles. Avec des travaux novateurs comme ceux de Thomas Hughes sur « l'emprunte territoriale » des systèmes énergétiques, il est aujourd'hui possible de faire des comparaisons entre régions, entre pays et entre continents. En France, où le secteur énergétique s'est construit sur une trajectoire principalement terrestre (des barrages hydroélectriques de montagne au nucléaire, au choix de l'énergie solaire aujourd'hui), nous verrons que le couplage mer-énergie est rendu plus délicat que dans certains pays d'Europe du Nord⁸⁷.

En parallèle, d'autres perspectives s'ouvrent à l'échelle régionale et locale, pour penser différemment la transition énergétique par le travail collaboratif et partenarial, le développement des énergies marines s'inscrivant aussi dans un agenda européen qui conditionne en partie son essor (Magagna et Uihlein, 2015). Bien que la dimension étrangère ne soit qu'un segment de cette thèse, nous avons fait en sorte de garder constamment un regard sur les dynamiques étrangères pour interroger la diversité et l'originalité des expériences locales et nationales.

A ce titre, quatre séjours de recherche de 5 à 6 semaines chacun ont été réalisés au cours de la thèse :

- (1) Tocardo (*Den Oever, Pays-Bas*) - octobre et novembre 2016.
- (2) Cluster De Energía (*Bilbao, Espagne*) - novembre et décembre 2017.
- (3) Offshore Renewable Energy Catapult (*Glasgow, Royaume-Uni*) - avril et mai 2018.
- (4) Cluster Maritime Français (*Paris, France*) - octobre et novembre 2018.

Au-delà des rencontres humaines, un des grands intérêts de ces études de terrain a été de découvrir de nouvelles pistes de recherche, des dimensions du problème jusqu'ici inaperçues et de rassembler des données permettant de mieux préciser la problématique en offrant un regard extérieur.

⁸⁷ Nous verrons comment un domaine industriel à forte densité technologique comme celui du *oil and gas* a encouragé la « marinisation » du secteur énergétique écossais et néerlandais, facilitant les transferts entre l'offshore pétrolier et celui des énergies marines renouvelables.

Nous insistons néanmoins sur le fait que faute de temps, ces séjours de recherche s'inscrivent dans une dimension qui se veut avant tout exploratoire, et vise donc à ouvrir plus qu'à conclure des réflexions sur les nouveaux enjeux européens de la transition énergétique et de l'économie maritime.

Organisation du manuscrit de thèse

Ce manuscrit se compose de 10 chapitres s'articulant en trois parties.

PARTIE 1 : LE PHENOMENE DE REVEIL ET DE RESURGENCE TECHNOLOGIQUE AU REGARD DE TROIS FILIERES TECHNIQUES (chapitre 1 à 3).

PARTIE 2 : L'INSTITUTIONNALISATION DELICATE DES ENERGIES MARINES RENOUVABLES EN FRANCE ET DANS SES TERRITOIRES D'OUTRE-MER (chapitre 4 à 6).

PARTIE 3 : L'ANCRAGE TERRITORIAL ET LA DIVERSITE DU PROCESSUS D'INNOVATION (chapitre 7 à 10).

Chapitre 1 « Réinventer la filière marémotrice : l'encombrant héritage du succès de La Rance dans la résurgence du marémoteur en France » porte sur l'énergie des marées. Cet article explique essentiellement que La Rance représente une innovation de rupture, une technologie générique, car elle est encore aujourd'hui à l'origine de changements progressifs et nombreux qui orientent la filière du marémoteur. Nous montrons que l'apprentissage de la Rance a été à la fois stratégique, par la prise en compte de la critique multiforme, et cognitif, par la définition d'une nouvelle filière (l'hydrolien) et la création de nouvelles sous-trajectoires technologiques (lagon, marélienne, marémoteur flottant... etc) qui cherchent aujourd'hui à mieux s'intégrer dans des projets territoriaux.

Chapitre 2 « Transformer les vagues en énergie : utopie ou réalité ? » s'intéresse à la trajectoire contrariée de l'énergie des vagues. Nous montrons que l'énergie des vagues est au cœur de la construction de ce nouvel imaginaire d'abondance et de puissance. Pour autant, bien que l'innovation soit bourgeonnante depuis les années 1970, cette filière connaît toujours d'importants verrous technico-économiques rendant délicat le passage d'une phase académique à une phase industrielle. Aussi, si elle entre aujourd'hui dans une logique environnementale, il lui reste ce défi de s'intégrer dans la logique socio-économique du marché hautement concurrentiel de l'énergie.

Chapitre 3 « L'énergie thermique des mers dans les Outre-mer français : un enjeu stratégique de territoire ? » invite à découvrir une filière hautement territorialisée dans la zone tropicale. Cet article vise à montrer que cette filière est construite comme un enjeu stratégique du fait, d'une part, qu'elle s'inscrit dans une logique de convergence d'intérêts, et d'autre part, qu'elle répond à trois ambitions

(le développement des énergies renouvelables, le développement de la recherche et des industries de la mer et le rayonnement des territoires insulaires). A la croisée des enjeux énergétiques et maritimes, cette filière prend une dimension technopolitique car développée par des « champions nationaux » de l'industrie de défense et de sécurité (Lockheed Martin et Naval Group).

Chapitre 4 « Comment un enjeu industriel émergent devient-il un problème public ? L'institutionnalisation avortée des premiers projets éoliens offshore en France (1997-2007) » invite à examiner la construction d'un enjeu industriel émergent qui s'inscrit à l'agenda des pouvoirs publics. Nous mettons en avant que la mise à l'agenda institutionnel de l'éolien en mer en France s'inscrit dans une conjonction de plusieurs dynamiques qui a nécessité une prise en charge rapide de l'autorité régulatrice. Cet article défend l'idée que ces premiers projets éoliens n'ont pas été traités comme un « enjeu de politiques publiques », c'est-à-dire comme une industrie clairement définie, marquée par un cadrage clair adossé sur une hiérarchie de valeurs stabilisées et un travail de légitimation soutenu. Nous insistons néanmoins sur le fait que cette première séquence reste une phase procédurale pour l'éolien offshore qui a permis de fixer le cadre initial, invitant les acteurs publics à repenser la gestion des espaces maritimes marqués par une concentration croissante des activités en mer côtière.

Chapitre 5 « Faire des énergies marines la vitrine médiatique d'une ambition politique : le cas du Grenelle de la mer et du Plan Energies Bleues » revient sur la mise à l'agenda institutionnel des énergies marines renouvelables en France de 2007 à 2009. Porté en juillet 2009 par le ministre de l'écologie Jean-Louis Borloo, le Grenelle de la mer se veut alors comme une réponse politique à cette « marinisation » du monde, à ce basculement de la terre vers la mer. Cette ambition aboutit à un plan se voulant ambitieux pour le développement des énergies marines renouvelables en France, le Plan Energies Bleues, qui inscrit ces technologies au sein d'un récit collectif qui est celui d'une (re)découverte de l'océan. Nous montrons ainsi que le Plan Energies Bleues se présente comme un ajustement du secteur maritime national aux nouveaux référentiels globaux que sont la mondialisation et la transition énergétique, où les énergies marines jouent désormais le rôle de vitrines.

Chapitre 6 « Rayonner par la technique : Des îles d'Outre-mer au cœur de la transition énergétique française ? » s'intéresse aux politiques énergétiques déployées dans trois régions ultrapériphériques insulaires : la Martinique, la Guadeloupe et la Réunion. En considérant les caractéristiques locales de la transition énergétique ainsi que le rôle joué par les différents acteurs (privés et publics), cet article permet d'interroger la diversité des expériences régionales en se focalisant sur les enjeux de production d'électricité renouvelable dans les territoires insulaires considérés. Dans un contexte de

croissance de la demande d'énergie, l'article montre que le développement de systèmes de production d'électricité renouvelable ne suffit pas et que des changements structurels sont nécessaires.

Chapitre 7 « Construire une politique publique d'innovation transfrontalière à l'heure de « la spécialisation intelligente » : une application à la filière énergies marines renouvelables dans l'Eurorégion Nouvelle-Aquitaine-Euskadi-Navarre » analyse la construction d'une politique publique qui mobilise de façon stratégique la frontière et les nouvelles politiques régionales d'innovation comme une ressource au développement territorial. Nous voyons ainsi comment les énergies marines ont émergé comme un enjeu de politique publique dans l'Eurorégion Nouvelle-Aquitaine-Euskadi-Navarre et comment leur développement a été imaginé en qualité de projet fédérateur pour cette entité territoriale en quête de légitimité.

Chapitre 8 « S'appuyer sur le passé pour construire l'avenir : l'exemple du projet nationaliste écossais dans le domaine des énergies renouvelables offshore » propose de revenir sur la construction de la trajectoire écossaise dans le domaine des énergies marines. Les énergies marines étant à la croisée du nationalisme des ressources naturelles et du techno-nationalisme, cet article montre que ces énergies ont acquis en Ecosse un statut particulier au sein d'une nation qui a toujours fait de l'énergie un marqueur identitaire fort de son histoire (le charbon, le pétrole et maintenant les énergies renouvelables). A ce titre, l'Ecosse fournit un cadre idéal pour analyser la technopolitique de l'identité nationale et les ressorts du rayonnement technologique.

Chapitre 9 « Territorialiser la transition énergétique européenne : quand les îles écossaises veulent montrer l'exemple » s'inscrit dans la continuité des chapitres 3, 6 et 8. Il a été réalisé lors d'un court de séjour à l'European Marine Energy Centre (EMEC), dans les Orcades. En prenant comme cas d'étude les énergies marines renouvelables, cet article montre que la transition énergétique a été construite comme un enjeu stratégique par ces territoires insulaires en quête de développement économique, d'autonomie et de reconnaissance à l'échelle européenne. Conçus comme de vrais projets de territoires, avec et pour les habitants, les projets énergies marines permettent à leurs habitants de s'orienter vers un modèle énergétique plus sobre et plus économique, résultat de stratégies avant-gardistes de leapfrogging technologique.

Le manuscrit s'achève avec le **Chapitre 10 « Optimiser un patrimoine existant par le projet de transition énergétique : cas appliqué aux digues multifonctionnelles néerlandaises »** qui présente une expérience technologique originale du système énergétique des Pays-Bas. Le développement des énergies marines aux Pays-Bas s'inscrit dans une politique d'adaptation d'un pays riche face à un double enjeu :

un enjeu environnemental, celui de la montée du niveau de la mer et du risque de submersion, et un enjeu énergétique, celui de trouver des solutions innovantes pour décarboner son économie. La présence de digues est au cœur d'un processus de construction d'une trajectoire technologique spécifique : *the energy dikes*. Les Pays-Bas disposent en effet de ressources territorialisées (la présence de digues) que le pays cherche aujourd'hui à optimiser à travers une approche multifonctionnelle. En France, des expériences similaires sont actuellement menées avec l'énergie solaire.

Références

Adamson Kerry-Ann, 2007, *Stationary Fuel Cells : An Overview*, Elsevier, Oxford.

Alter Norbert, 2002, *Les logiques de l'innovation. Approche pluridisciplinaire*, La Découverte, Paris.

Arthur Brian, 1988, "Competing Technologies: An Overview". In: Dosi G, Freeman C, Nelson R, Silverberg G, Soete L (eds) *Technical Change and Economic Theory*, Pinter Publishers, p. 590-607.

Aykut Stefan, Evrard Aurélien, Topçu Sezin, 2017, « Avant-propos. Au-delà du consensus : l'impératif de la « transition énergétique » à l'épreuve du regard comparatif », *Revue internationale de politique comparée*, vol. 24, no. 1, p. 7-15.

Audétat Marc (dir.), 2015, *Sciences et technologies émergentes, Pourquoi tant de promesses ?*, Herman, Paris.

Auffray Danièle, 2004, *La politique maritime à l'heure mondiale*, L'Harmattan, Paris.

Auzanneau Matthieu, 2015, *Or noir. La grande histoire du pétrole*, La Découverte, Paris.

Bakker Sjoerd, 2010, "The car industry and the blow-out of the hydrogen hype", *Energy Policy*, volume 38, issue 11, pp. 6540-6544.

Barbot Janine, 2012, « 6 - Mener un entretien de face à face », Serge Paugam éd., *L'enquête sociologique*. Presses Universitaires de France, p. 115-141.

Barthe Yannick, 2009, « Les qualités politiques des technologies. Irréversibilité et réversibilité dans la gestion des déchets nucléaires », *Tracés*, DOI: 10.4000/traces.2563

Basalla George, 1988, *The Evolution of Technology*, Cambridge University Press.

Becker Howard S, 2000, « L'enquête de terrain : quelques ficelles du métier », dans *Sociétés contemporaines*, n°40, p. 151-164.

Beltran Alain, 1991, *La Fée électricité*, Gallimard, Paris.

Beltran Alain, Bouneau Christophe, Bouvier Yves *et al.*, 2009, *État et énergie, XIX^e-XX^e siècle : séminaire 2002-2006*, Comité pour l'histoire économique et financière de la France / IGPDE, Paris.

Bersalli German, 2017, *Évaluation et évolution des politiques de promotion des énergies renouvelables : la transition des secteurs électriques en Amérique Latine*. Economies et finances. Université Grenoble Alpes, Français.

Blanchet Alain, Ghiglione Rodolphe, Massonnat Jean, Trognon Alain, 2013, *Les techniques d'enquête en sciences sociales*, DUNOD, Paris.

Blondel Danièle, 1990, *L'Innovation pour le meilleur et pour le pire*, Hatier, Paris.

Bocquillon Pierre, Evrard Aurélien, 2016, « Rattraper ou devancer l'Europe ? Politiques françaises des énergies renouvelables et dynamiques d'eupéanisation », *Politique européenne*, vol. 52, no. 2, p. 32-56.

Bonneuil Christophe, Joly Pierre-Benoît, 2013, *Sciences, techniques et société*. La Découverte, Paris.

Borup Mads, Brown Nik, Konrad Kornelia, Van Lente Harro, 2006, "The sociology of expectations in science and technology", *Technology Analysis and Strategic Management* 18, (3-4), p. 285-298.

Bouneau Christophe, Lung Yannick, 2014, *Les trajectoires de l'innovation : Espaces et dynamiques de la complexité (19^e-21^e siècles)*, Peter Lang AG, Berne.

Bourgeois Bernard, Finon Dominique, Martin Jean-Marie (dir.), 2000, *Énergie et changement technologique : une approche évolutionniste*, Editions Economica, Paris.

Boyer Robert, Chavance Bernard, Godard Olivier (dir.), 1991, *Les Figures de l'irréversibilité en économie*, EHESS, Paris.

Brown Nik, Mike Michael, 2003, "A Sociology of Expectations : Retrospecting Prospects and Prospecting Retrospects", *Technology Analysis and Strategic Management* 15 (1), p. 3-18.

Bureau Dominique, Fontagné Lionel, Martin Philippe, 2013, « Énergie et compétitivité », *Notes du conseil d'analyse économique*, vol. 6, no. 6, p. 1-12.

Campana Aurélie, Henry Emmanuel, Rowell Jay, 2007, *La construction des problèmes publics en Europe. Emergence, formulation et mise en instrument*, Presses universitaires de Strasbourg.

Carles Cédric, Ortiz Thomas, Dussert Eric, 2018, *Rétrofutur, une contre-histoire des innovations énergétiques*, Buchet-Chastel, Paris.

Caro Paul, 1994, « La science, produit de l'imaginaire, fille de l'imagination », dans *Sciences et imaginaire*, dir. I. A. Maréchal, Albin Michel, Paris, p. 72-80

Caron François, 2010, *La dynamique de l'innovation, Changement technique et changement social (XVI^e–XX^e siècles)*, Gallimard, Paris.

Chapoulie Jean-Michel, 2000, « Le travail de terrain, l'observation des actions et des interactions, et la sociologie ». In: *Sociétés contemporaines*, n.40, p. 5-27.

Chevalier Jean-Marie, Barnet Philippe, Benzoni Laurent, 1986, *Economie de l'énergie*, Les Presses de Sciences, Paris.

Chevalier Jean-Marie, Geoffron Patrice, 2017, *Les nouvelles guerres de l'énergie*, Eyrolles, Paris.

Chick Martin, 2009, « De la macro à la micro : l'économie, les économistes et les questions relatives à la politique énergétique en Grande-Bretagne, en France et aux Etats-Unis depuis 1945 », dans *Politiques industrielles d'hier et d'aujourd'hui en France et en Europe*, Ivan Kharaba (dir.) et al., Editions Universitaires de Dijon, p. 73-86.

Clastres Cédric, 2014, « Concurrence, régulation et insertion des nouvelles technologies de l'énergie dans les marchés énergétiques », mémoire HDR, Economies et finances, Faculté d'Economie de Grenoble.

Clemens Elisabeth S, Cook James, 1999, "Politics and Institutionalism: Explaining Durability and Change", *Annual Review of Sociology*, vol. 25, p. 441-466

Corbin Alain, Richard Hélène, 2011, *La mer. Terreur et fascination*, Points, Paris.

Crifo Patricia *et al.*, 2012, *L'économie verte contre la crise. 30 propositions pour une France plus soutenable*, Presses Universitaires de France, Paris.

Criqui Patrick, 1995, « Crises économiques et crises économiques : une perspective de longue période », dans Pierre Bauby *et al.* (dir.), *Energie et Société*, Editions Publisud, Paris, p.275-292.

Crosby Alfred, 2006, *Children of the Sun, A history of humanity's unappeasable appetite for energy*, W.W. Norton, New York.

David Paul A., 1985, « Clio and the Economics of QWERTY », *The American Economic Review*, 75(2), p. 332-337

David Paul A., 2000, « Path dependence and varieties of learning in the evolution of technological practice », in ZIMAN, *Technological Innovation as an Evolutionary Process*, Cambridge University Press, Cambridge, p. 118-133.

De Bandt Jacques, « L'émergence du nouveau système technique ou socio-technique », In: *Revue d'économie industrielle*, vol. 100, 3e trimestre 2002. pp. 9-38.

De Perthuis Christian, Jouvet Pierre-André, 2013, *Le Capital vert : De nouvelles sources de la croissance*, Odile Jacob, Paris.

Debeir Jean-Claude, Deléage Jean-Paul, Hémerly Daniel, 2013, *Une histoire de l'énergie. Demain le chaos ?*, Flammarion, Paris.

Debref Romain, 2016, « Pour une approche systémique de l'innovation « environnementale », *Revue d'économie industrielle*, vol. 155, no. 3, p 71-98.

Deforge Yves, 1985, *Technologie et génétique de l'objet industriel*, Maloine, Paris.

Dehecq Jean-François, 2010, *États généraux de l'industrie - Rapport final*, ministère de l'Économie, de l'Industrie et de l'Emploi, Paris.

Deléage Jean-Paul, 2011, « Énergie : la fin d'une illusion », *Ecologie & politique*, vol. 43, no. 3, p. 131-146.

Denervaud Isabelle, *et al.*, 2009, « Les crises, un terreau d'innovation », *L'Expansion Management Review*, vol. 134, no. 3, p. 108-119.

Depret Marc-Hubert, Hamdouch Abdelillah, 2007, « Changements technologiques, logiques institutionnelles et dynamiques industrielles. Esquisse d'une approche co-évolutive appliquée à l'industrie pharmaceutique et aux biotechnologies », *Innovations*, vol. 25, no. 1, p. 85-109.

Dewar Robert, Dutton Jane, 1986, « The Adoption of Radical and Incremental Innovations: an Empirical Analysis », *Management Science*, vol. 32, n° 11, p. 1422-1433.

Doray Pierre, Prud'homme Julien, Bouchard Frédéric, 2015, *Sciences, technologies et sociétés de A à Z*, PU Montréal.

Drouin François, 2011, « L'innovation, clé de la croissance verte », *Annales des Mines - Responsabilité et environnement*, vol. 61, no. 1, p. 105-108.

Dulaurans Marlène, 2012, « Une recherche dans l'action : le cas d'une CIFRE en collectivité territoriale », *Communication & Organisation*, vol. 41, no. 1, p. 195-210.

Durance Philippe (dir.), 2014, *La prospective en action*, Odile Jacob.

Edgerton David, 2006, *Shock Of The Old: Technology and Global History since 1900*, Profile Books Ltd, London.

Escudier Jean-Louis, 1988, « Crises mondiales de l'énergie et mutations du système productif au XIX^e et au XX^e siècle : la crise charbonnière de 1873 et la crise pétrolière de 1973 ». In: *Revue économique*, volume 39, n°2, p. 369-390.

Evrard Aurélien, 2013, *Contre vents et marées. Politiques des énergies renouvelables en Europe*, Presses de Sciences Po, Paris.

Felt Ulrike (dir.), 2007, *Taking European Knowledge Society Seriously*, Report of the Expert Group on Science and Governance to the Science, Economy and Society Directorate, Directorate-General for Research, European Commission

Flichy Patrice, 2003, *L'innovation technique, Récents développement en sciences sociales, Vers une nouvelle théorie de l'innovation*, La Découverte, Paris.

Fodor Ferenc, 2016, « Chapitre 6 / Les représentations socio-discursives de l'éolien terrestre et maritime dans les médias français », *L'énergie éolienne en Europe. Conflits, démocratie, acceptabilité sociale*, sous la direction de Bafoil François. Presses de Sciences Po, Paris, p. 189-220.

Fouquier Adrien, Thomas Yves, 2017, *Histoire de la voiture électrique et de ses constituants*, Iste Editions, Paris.

Fournier Mauricette, Grison Jean-Baptiste, Rieutort Laurent, « Les enjeux du développement des énergies renouvelables : Les enjeux territoriaux », *Droit de l'environnement*, Victoires édition, 2012, p.4-8.

François Hugues, Hirczak Maud, Senil Nicolas, 2013, « De la ressource à la trajectoire : quelles stratégies de développement territorial ? », *Géographie, économie, société*, vol. 15, no. 3, pp. 267-284.

Freeman Christopher, 1992, *The Economics of Hope: Essays on Technical Change, Economic Growth, and the Environment*, Thomson Learning, Boston.

Fréry Frédéric, 2000, *Un cas d'amnésie stratégique, l'éternelle émergence de la voiture électrique*, IX^e Conférence Internationale de Management Stratégique Montpellier, 24, 25 et 26 mai 2000.

Fridenson Patrick, Griset Pascal (dir.), 2013, *Entreprises de haute technologie, État et souveraineté depuis 1945 : Colloque des 8 et 9 février 2010*, Institut de la gestion publique et du développement économique, Paris.

Gaglio Gérald, 2011, *Sociologie de l'innovation*, Presses Universitaires de France, Paris.

Gaudin Thierry, 2013, *La prospective*, Presses Universitaires de France.

Gille Bertrand, 1978, *Histoire des techniques : Technique et civilisations, technique et sciences*, Collection La Pléiade, Gallimard, Paris.

Glachant Matthieu, 2014, « L'innovation et la course aux technologies vertes entre l'Europe et les Pays en développement », session du séminaire Développement durable et économie de l'environnement à l'IDDRI, 16 juin 2014, Paris.

Glou Éric, Pecqueur Bernard (dir.), 2016, *Au cœur des territoires créatifs. Proximités et ressources territoriales*, Presses universitaires de Rennes.

Godet Michel, 2007, *Manuel de prospective stratégique, Tome 1 : Une indiscipline intellectuelle*, Éditions Dunod, Paris.

Godet Michel, Durance Philippe, Mousli Marc, 2010, *Créativité et innovation dans les territoires*, Les Rapports du Conseil d'analyse économique, La Documentation française, Paris.

Gonzalez-Laporte Christian, 2014, *Recherche-action participative, collaborative, intervention... Quelles explicitations?*. [Rapport de recherche] Labex ITEM. <hal-01022115 >

Gras Alain, 2007, *Le choix du feu - Aux origines de la crise climatique*, Fayard, Paris.

Grossetti Michel, Bessin Marc, Bidart Claire, 2009, *Bifurcations. Les sciences sociales face aux ruptures et à l'événement*, La Découverte, Paris.

Gumuchian Hervé, Pecqueur Bernard (dir.) (2007), *La ressource territoriale*, Ed Economica, Paris.

Guyot Jacques et Rolland Thierry, 2011, *Les archives audiovisuelles : Histoire, politique, culture*, Armand Colin, Paris.

Hassenteufel Patrick, 2005, « De la comparaison internationale à la comparaison transnationale. Les déplacements de la construction d'objets comparatifs en matière de politiques publiques », *Revue française de science politique*, vol. 55, no. 1, p. 113-132.

Hartley Peter, Medlock Kenneth Barry, 2017, "The Valley of Death for New Energy Technologies", in *The Energy Journal* 38(3), p. 33-61.

Hecht Gabrielle, 2014, *Le rayonnement de la France. Énergie nucléaire et identité nationale après la Seconde Guerre mondiale*, La Découverte, Paris.

Helm Sarah, Tannock Quentin, Iliev Ilian, 2014, *Renewable Energy Technology: Evolution and Policy Implications - Evidence from Patent Literature* (Global Challenges Report), World Intellectual Property Organization.

Hilaire-Pérez Liliane et Garçon Anne-Françoise (dir.), 2003, *Les chemins de la nouveauté. Innover, inventer au regard de l'histoire*, CTHS, Paris.

Holton Gérard, 1981, *L'imagination scientifique*, Gallimard, Paris.

Hughes Thomas Parke, 1983, *Networks of Power: Electrification in Western Society, 1880-1930*, Baltimore: Johns Hopkins University Press.

Jacobsson Staffan, Johnson Anna, 2000, "The diffusion of renewable energy technology : an analytical framework and key issues for research" , *Energy Policy*, 28, p. 625-640.

Jacomy Bruno, 2002, *L'Age du plip : Chroniques de l'innovation technique*, Seuil, Paris.

Jacomy Bruno, 2015, *Une histoire des techniques*, Seuil, Paris.

Jullien Bernard, Smith Andy, 2012, « Le gouvernement d'une industrie. Vers une économie politique institutionnaliste renouvelée », *Gouvernement et action publique*, vol. 1, no. 1, pp. 103-123.

Jurgensen Philippe, 2009, « Qu'attendre de la relance verte ? Le rôle des incitations et de la recherche », *Regards croisés sur l'économie*, vol. 6, no. 2, p. 149-158.

Labussière Olivier, Nadaï Alain (dir.), 2018, *Energy Transitions : A Socio-Technical Inquiry*, Springer International Publishing AG.

Lachal Bernard Marie, Romerio-Giudici Franco, 2003, *L'énergie, controverses et perspectives*, Genève : CUEPE. <https://archive-ouverte.unige.ch/unige:38773>

Lamard Pierre, Stoskopf Nicolas (dir.), *La transition énergétique : un concept historique ?*, Presses Universitaires du Septentrion, 2018.

Lascoumes Pierre, Le Gales Patrick, 2007, *Sociologie de l'action publique*, Armand Colin, Paris.

Laes Erik, Gorissen Leen, Nevens Frank, (2014), "A Comparison of Energy Transition Governance in Germany, The Netherlands and the United Kingdom", *Sustainability* 2014, 6(3), p. 1129-1152.

Laurens Sylvain, 2007, « "Pourquoi" et "comment" poser les questions qui fâchent ? ». Réflexions sur les dilemmes récurrents que posent les entretiens avec des « imposants » », *Genèses*, vol. 69, no. 4, p. 112-127.

Lee Roh Pin, Gloaguen Silke, 2015, "Path-dependence, lock-in, and student perceptions of nuclear energy in France: Implications from a pilot study", *Energy Research & Social Science*, Volume 8, July 2015, p. 86-99.

Magagna Davide, Uihlein Andreas, 2015, « Ocean energy development in Europe: Current status and future perspectives », *International Journal of Marine Energy*, Volume 11, p. 84-104.

Mangematin Vincent, 1992, « Entre marketing et innovation : la gestion du début du processus de compétition technologique », *Recherche et Applications en Marketing* , vol. 7, n.4, p. 31-54

Martuccelli Danilo, 2016, « L'innovation, le nouvel imaginaire du changement », *Quaderni*, 91, p. 33-45.

Marvin Carolyn, 1988, *When Old Technologies Were New: Thinking About Electric Communication in the Late Nineteenth Century*, Oxford University Press; New Ed edition.

Melé Patrice, 2004, « Introduction : Conflits, territoires et action publique » In : *Conflits et territoires* [en ligne]. Tours : Presses universitaires François-Rabelais.

Méritet Sophie, Vaujour Jean-Baptiste, 2015, *Economie de l'énergie*, Dunod, Paris.

Michelet Jules, 1861, *La Mer*, Préface de Jean-Bory (1983), Gallimard, Paris.

Mumford Lewis, 1934, *Technics and civilization*, Harcourt, Brace & Company, New York.

Murmann Johann Peter, Frenken Koen, 2006, "Toward a systematic framework for research on dominant designs, technological innovations, and industrial change", *Research Policy*, vol.35, p.925-952.

Nadaï Alain, Labussière Olivier, 2010, « Acceptabilité sociale et planification territoriale, éléments de réflexion à partir de l'éolien et du stockage du CO₂ ». *Captage et stockage du CO₂ Enjeux techniques et sociaux en France*, quae, p 45-60.

Nelson Richard, Winter Sidney, 1982, *An Evolutionary Theory of Economic Change* Harvard University Press, Cambridge (Mass.)

Nordon Marcel, 1991, *Histoire De L'hydraulique : Tome I - L'Eau Conquise - Les Origines et Le Monde Antique*, Dunod, Paris.

Nye David, 1990, *Electrifying America: Social Meanings of a New Technology, 1880-1940*, The MIT Press, Cambridge.

Oiry Annaïg, 2015, « Conflits et stratégies d'acceptabilité sociale autour des énergies marines renouvelables sur le littoral français », *Vertigo - la revue électronique en sciences de l'environnement* [En ligne], Volume 15 Numéro 3 | décembre 2015, mis en ligne le 28 décembre 2015, consulté le 20 février 2019.

Peretz, Henri, 2004, *Les méthodes en sociologie. L'observation*, La Découverte, Paris.

Pesqueux Yvon, 2015, « L'innovation entre tradition et nouveauté », *Vie & sciences de l'entreprise*, vol. 200, no. 2, p. 99-118.

Pinson Gilles et Sala Pala Valérie, 2007, « Peut-on vraiment se passer de l'entretien en sociologie de l'action publique ? », *Revue française de science politique*, vol. vol. 57, no. 5, p. 555-597.

Podevin Gérard, 2017, « Chapitre 9 - La filière de l'éolien offshore posé en France : Nouveaux métiers ou nouveau regard sur les métiers ? » Patrick Chaumette. *Economic challenge and new maritime risks management: What blue growth? Challenge économique et maîtrise des nouveaux risques maritimes : Quelle croissance bleue ?*, GOMILEX, 2017. [<hal-01792232>](#)

Pomeranz Kenneth, 2010, *Une grande divergence : La Chine, l'Europe et la construction de l'économie mondiale*, Albin Michel, Paris.

Popp David, 2002, « Induced Innovation and Energy Prices », *American Economic Review*, vol. 92, n° 1, p. 160-180.

Pestre Dominique, 2014, *Le gouvernement des technosciences. Gouverner le progrès et ses dégâts depuis 1945*, La Découverte, Paris.

Puiseux Louis, « Les bifurcations de la politique énergétique française depuis la guerre », In: *Annales. Économies, Sociétés, Civilisations*. 37^e année, N. 4, 1982. pp. 609-620

Quet Mathieu, 2012, « La critique des technologies émergentes face à la communication promettante. Contestations autour des nanotechnologies », *Réseaux*, vol. 173-174, no. 3, p. 271-302.

Rallet André, Torre André, 2007, *Quelle proximité pour innover*, L'Harmattan, Paris.

Romm Joseph, 2005, *The Hype About Hydrogen Fact and Fiction in the Race to Save the Climate*, Island Press, Washington.

Roussel Bertrand, Boutié Paul, 2006, *La grande aventure du feu : histoire de l'allumage du feu des origines à nos jours*, Edisud, Saint-Rémy-de-Provence.

Salmon Anne, 2018, *Imaginaire scientifique et modernité ordinaire. Une histoire d'électricité*, Iste Editions, Paris.

Scardigli Victor, 1992, *Les Sens de la Technique*, Presses Universitaires de France, Paris.

Scrase Ivan, Mackerron Gordon, 2009, "Lock-In", in I. Scrase and G. MacKerron (eds) *Energy for the Future: A New Agenda* (Basingstoke: Palgrave Macmillan)

Simondon Gilbert, 2012, *Du mode d'existence des objets techniques*, Nouvelle édition revue et corrigée, Aubier, Paris.

Smil Vaclav, 2017, *Energy Transitions: Global et National Perspectives*, Second edition, Praeger, Westport.

Szarka Joseph, 2007, *Wind Power in Europe: Politics, Business and Society*, Palgrave Macmillan, New York.

Therme Jean, 2011, « Les défis technologiques et industriels des énergies décarbonées », *Annales des Mines - Responsabilité et environnement*, vol. 61, no. 1, p. 92-97.

Touffut Jean-Philippe, (dir.), 2002, *Institutions et innovations. De la recherche aux systèmes sociaux d'innovation*, Ed. Albin Michel, Paris.

Touzard Jean-Marc, « Innover face au changement climatique », *Innovations*, vol. 54, no. 3, 2017, p. 5-13.

Van Lente Harro, 1993, *Promising technology : the dynamics of expectations in technological developments*, PhD thesis, Twente University, Delft, Eburon.

Verley Patrick, 1997, *La Révolution Industrielle*, Folio, Paris.

Vinck Dominique, 2001, *Pratiques de interdisciplinarités, Mutations des Sciences, de l'Industrie et de l'enseignement*, Presses Universitaires Grenoble.

Werner Michael, Bénédicte Zimmermann, 2003, « Penser l'histoire croisée : entre empirie et réflexivité », *Annales. Histoire, Sciences Sociales*, vol. 58^e année, no. 1, p. 7-36.

Yergin Daniel, 1991, *Les hommes du pétrole*, Stock, Paris.

Yildizoglu Murat, 2011, « Approche évolutionniste de la dynamique économique », in Bélis-Bergouignan, M.-C., B. Jullien, Y. Lung, M. Yildizoglu (eds), *Industries, Innovations, Institutions. Eléments de dynamique industrielle*, Presses Universitaires de Bordeaux.

Zelem Marie-Christine, Beslay Christophe (dir.), 2015, *Sociologie de l'énergie. Gouvernance et pratiques*, CNRS Editions, Paris.

White Lynn Townsend, 1962, *Medieval Technology and Social Change*, Oxford Univ Pr..

Zimmermann Jean-Benoît, 2009, « La question des bifurcations en économie : irréversibilités et processus de dépendance du sentier », dans Michel Grossetti éd., *Bifurcations. Les sciences sociales face aux ruptures et à l'événement*, La Découverte, p. 51-63.

PREMIERE PARTIE - Le phénomène de réveil et
de résurgence technologique au regard de trois
filiales techniques

Introduction de la première partie

Cette première partie de thèse propose un examen rétro-prospectif des phénomènes « d'émergence-interruption-résurgence » technologique et de « *hype-hope-disappointment* » en prenant comme cas d'étude trois filières techniques : l'énergie des marées et des courants (chapitre 1), l'énergie des vagues (chapitre 2) et l'énergie thermique des mers (ETM) (chapitre 3). Elle se donne pour principal objectif de mobiliser les apports conceptuels des travaux en économie du changement technologique et ceux de l'histoire des systèmes techniques pour illustrer les cycles de vie de ces énergies.

Comment expliquer le retour de ces technologies au tournant des années 2000 ? Quelle(s) direction(s) prend le renouveau technologique ?

La compréhension de ces énergies par leur sociogenèse et leur dynamique d'évolution dessine la trajectoire de ces technologies. Nous avons opté pour une restitution qui se veut avant tout séquentielle. La reconstitution historique des processus à l'origine du phénomène de résurgence des énergies marines est essentielle pour comprendre d'où est venue l'idée, par quels acteurs ces technologies ont transité et pour quelles raisons elles ont gagné en légitimité. Il s'agira donc de retracer les « itinéraires » de ces technologies.

Ce travail nous permettra de souligner que la diffusion d'une innovation énergétique s'inscrit dans l'incertitude et dans le temps long, au sein d'un système énergétique concurrentiel.

La mise en perspective historique nous invitera à penser différemment le présent et l'avenir de ces technologies. Il s'agira de présenter les histoires technologiques de ces trois filières et de reconstituer les environnements institutionnels dans lesquels elles ont évolué. Nous prendrons en compte trois dimensions qui nous semblent pertinentes pour comprendre les dynamiques d'évolution technologique : l'histoire, l'économie et le politique.

Les problématiques technico-économiques que connaissent les trois filières étudiées nous conduiront aussi à nous interroger d'une part, sur les facteurs de *lock-in* et de *path-dependency*, et sur les nouveautés technologiques envisageables dans ces filières (pour ce qui est du marémoteur et de l'énergie des vagues). Certes, des progrès technologiques ont été apportés au cours de ces vingt dernières années mais, comme nous le verrons, les réponses ne peuvent se limiter à des raisonnements techniques. En prenant l'exemple de l'ETM, nous montrerons que ces réponses sont

aussi de nature technopolitique et géostratégique. Centré sur le cas français, notre propos gardera un regard sur les dynamiques étrangères.

Nous tenons ici à remercier particulièrement les ingénieurs du groupe EDF et de l'Ecole Centrale de Nantes pour leur aide précieuse et le temps qu'ils nous ont consacré dans la rédaction de ces travaux.

Chapitre 1 - Réinventer la filière marémotrice : l'encombrant héritage du succès de la Rance dans la résurgence du marémoteur en France⁸⁸

Reinventing tidal range: the Rance barrage's thorny legacy in the resurgence of tidal range power in France

Sylvain ROCHE, Doctorant CIFRE à la Région Nouvelle-Aquitaine, rattaché au laboratoire de sciences économiques GREThA (CNRS UMR 5113), Université de Bordeaux. sylvain.roche@u-bordeaux.fr

Yves BOUVIER, Maître de conférences en histoire contemporaine, rattaché au laboratoire Sirice (UMR 8138), Université Paris - Sorbonne. yves.bouvier@paris-sorbonne.fr

Résumé

Le contexte actuel est celui d'un « frémissement » du marémoteur à l'échelle mondiale. Les enjeux liés aux défis écologiques et énergétiques, rejoints par les débats autour de la croissance bleue, semblent ouvrir une nouvelle fenêtre d'opportunités pour cette énergie que l'on pensait enterrée. Les cartons sont ré(ouverts). Des projets aux origines lointaines sont (re)lancés. Mais l'enjeu est aussi pour le marémoteur de se construire un récit faisant de lui une énergie du XXI^e siècle. Cela suppose de réaliser un inventaire sélectif dans l'héritage de La Rance (qui fête ses 50 ans) afin de pouvoir proposer un marémoteur « neuf » et innovant. Se pose ainsi la question du modèle hérité de La Rance : faut-il l'optimiser, ou au contraire, désormais s'en écarter ?

Introduction

Replacer les discours et enjeux actuels d'une relance du marémoteur dans une perspective historique pourrait sembler une entreprise vaine, tant la projection dans l'avenir est séduisante. Toutefois, nous sommes convaincus qu'une telle approche peut permettre de se déprendre de la prospective du discours présentant le marémoteur comme le succès inéluctable d'une énergie d'avenir. Notre objectif ici n'est pas de refaire une histoire scientifique et industrielle de l'usine marémotrice de la Rance à travers une chronologie précise ou ses acteurs clefs. Nous pensons en effet que cette étude a déjà été

⁸⁸ Cet article a été présenté lors du colloque international « L'énergie des marées hier, aujourd'hui, demain » organisé à l'Université de Rennes 1 (20-22 juin 2017). <https://calenda.org/388834> Il est en actuellement en cours de publication dans les actes du colloque (sous la direction de Ewan Sonnic, École Nationale Supérieure d'Architecture de Bretagne) aux Presses universitaires de Rennes.

plutôt bien réalisée avec un grand nombre d'articles, notamment dans la revue la *Houille Blanche* (Naegel, 2014), ainsi qu'un ouvrage récent sur cette épopée industrielle et humaine (Fraud, Jehel, 2016).

Notre propos s'inscrit dans une étude des phénomènes d'émergence et de résurgence de l'innovation technologique en prenant le marémoteur comme champ empirique. Etudier le marémoteur en 2017 consiste à s'interroger sur le regain d'intérêt pour une trajectoire technologique somme toute ancienne mais qui, comme la voiture électrique (Héran, 2014), comme les premières utilisations de l'énergie solaire (Pehlivanian, 2014), comme le tramway (Flonneau et Guigueno, 2009), appartient aux techniques qui apparaissent et s'installent à une époque, en fonction des économies énergétiques et des configurations sociales, puis « s'endorment » et disparaissent, avant de resurgir pour une seconde ou une troisième vie quelques décennies plus tard dans un contexte différent (Edgerton, 2013).

Le potentiel de renouvellement des techniques correspond à la fois à l'ajout de connaissances nouvelles qui conduit à modifier les techniques et à de nouvelles attentes sociales. Il se peut même que naissent de réelles récurrences : les savoirs de la période antérieure sont alors réinsérés dans un nouveau dispositif. Ainsi en est-il actuellement du marémoteur qui doit composer avec le succès de l'usine marémotrice de la Rance qui s'avère, à bien des égards, un héritage encombrant (technopolitique, controverses, critique écologique...) tout en cherchant à se façonner l'image d'une technologie mature, performante et innovante (souplesse, légèreté, rôle des collectivités locales...). Les promoteurs du marémoteur cherchent aujourd'hui à réinventer une filière technologique dans ce qui apparaît comme un nouveau cycle favorable (*hype cycle*). Aux acteurs scientifiques et industriels, désormais, de composer avec les nouvelles contraintes imposées par le paradigme du développement durable et de la décentralisation.

Nous défendrons la thèse que le marémoteur « traditionnel » (du type Rance, à savoir un barrage fermant un estuaire) ne s'inscrivait ni dans une logique économique, ni dans une logique environnementale. L'objectif des promoteurs actuels est en revanche d'inscrire cette technique dans cette double logique. Des trajectoires nouvelles apparaissent depuis les années 2000 (micro-marémoteur, marémoteur de type lagon, etc.) afin de rendre cette filière plus acceptable et compétitive. L'apprentissage de la Rance a en effet été à la fois stratégique, par la prise en compte de la critique multiforme (notamment écologique et économique) et cognitif, par la définition d'une nouvelle filière (l'hydrolien ou l'exploitation des courants de marées) et la création de nouvelles sous-trajectoires technologiques. Le marémoteur du XXI^e siècle devient une filière pluri-technologique dont la Rance n'est plus que l'un des représentants. À défaut de pouvoir compter sur des ruptures

technologiques radicales, il s' imagine à coup d'améliorations (optimisation des machines par le numérique par exemple) et d'évolution (concept des maréliennes) le long de trajectoires anciennes.

La recherche de légitimité passe aussi par un discours promotionnel plus « verdissant ». Le marémoteur, comme de nombreuses technologies énergétiques (comme le nucléaire ou le pétrole/gaz), est ainsi touché par un phénomène « d'environnementalisation » (Bouvier, 2012) qui marque un tournant majeur au début des années 2000. Le marémoteur du XXI^e siècle cherche enfin à casser son image caricaturale qui est celle d'une filière utopique et d'un fantôme pour ingénieur. Le marémoteur est aujourd'hui en attente d'un nouveau projet d'envergure pour lui donner de la force aux yeux des décideurs et industriels, et ainsi espérer un effet domino sur l'ensemble de la filière.

L'avenir du marémoteur s'opère certes dans le cadre d'un nouveau système énergétique global et mondialisé, mais aussi dans celui d'un système fortement nationalisé marqué par les décisions politiques et les choix antérieurs. Réfléchir à l'avenir du marémoteur, c'est aussi analyser les inerties liées à l'héritage du passé et les facteurs possibles de changement. En effet, malgré une créativité ancienne et des retours d'expérience, le marémoteur reste une énergie à la marge qui n'a pas su se (re-)déployer contrairement à d'autres formes d'énergies renouvelables, comme le solaire ou l'éolien, tout en étant plutôt en avance dans son développement industriel sur ces deux énergies. Les critiques autour des coûts environnementaux et économiques perdurent. Les acteurs programmatiques promotionnels sont peu nombreux et dispersés. Pour beaucoup, le marémoteur incarne désormais une époque révolue par son univers symbolique, la Rance matérialisant un projet politique, une époque scientifique et une logique qui aurait été exclusivement productiviste.

Pour répondre à ces questionnements, nous commencerons dans une première partie par un travail de rétrospective (la construction d'un héritage collectif encombrant, celui de la Rance et des autres projets avortés du XX^e siècle). Nous reviendrons essentiellement sur les années pré- et post-Rance (des années 1920 aux années 1990) pour comprendre les phénomènes d'émergence et de mise en sommeil du marémoteur en France et dans le monde. Nous poursuivrons dans une deuxième partie par un travail d'analyse du temps présent (les années 2000-2010) en établissant un panorama de la situation actuelle du marémoteur. Centré sur le cas français, notre propos gardera un regard sur les projets étrangers pour questionner la diversité des expériences locales et nationales. Les phénomènes de réveil et de résurgence technologique seront ici au cœur de notre analyse.

Section 1 : L'émergence d'une filière technologique nouvelle dans une « France hydraulique » (1918-1939)

Nous analysons ici la phase d'émergence du marémoteur en France dans « la lignée technique » (Simondon, 1958) de la filière hydroélectrique. Cette première séquence lança la longue histoire des complémentarités techniques entre ces deux utilisations de la force de l'eau. Le marémoteur moderne s'inscrit dans la généalogie technique du barrage et de l'usine hydroélectrique (Viollet, 2005). Les progrès techniques autour de la turbine ont permis de réactualiser le principe d'une technologie ancestrale : le moulin à marée.

1. Inscrire la houille bleue dans la lignée de la houille blanche

L'émergence du marémoteur en France s'inscrit dans le contexte particulier de la Première Guerre mondiale. Lors du conflit, l'occupation d'une partie du territoire national rendit sensible la question de l'approvisionnement en charbon (Banal, 1997). Au lendemain de la guerre, la volonté politique d'ouvrir un nouveau système énergétique fondé sur l'exploitation des énergies nationales offrit une fenêtre d'opportunité pour le marémoteur. A côté du lancement, au cours du conflit, de nombreux projets d'équipement des chutes d'eau des Alpes, des Pyrénées et du Massif Central, et du vote de la loi Perrier de 1919 (Varaschin, 2015), des expériences furent encouragées pour toutes les formes de production énergétique. Ce premier moment d'impulsion pour le marémoteur est la conséquence du constat que la maîtrise de l'énergie, et notamment celle du charbon et du pétrole, était un avantage économique comparatif pour le pays.

Le gouvernement français prit alors conscience que la dépendance charbonnière du pays avait non seulement des conséquences économiques et monétaires du fait des importations massives mais également révélait une faiblesse stratégique. La volonté politique « d'indépendance énergétique », ou plutôt de réduction de la dépendance aux importations énergétiques, passait par l'exploitation des ressources disponibles (hydroélectricité) et par la recherche de nouvelles sources d'énergie. Elle s'inscrit dans une approche pragmatique de valorisation des ressources exploitables avec les nombreux massifs montagneux en s'appuyant sur le savoir-faire issu du monde des barrages. La loi Perrier du 16 octobre 1919 fit de l'hydroélectricité une énergie nationale en affirmant dans son premier article que « nul ne peut disposer de l'énergie des marées, des lacs et des cours d'eau, quel que soit leur classement, sans une concession ou une autorisation de l'Etat. » Dès le départ donc, le développement du marémoteur est associé à celui de l'hydroélectricité pour répondre à ce double

objectif : satisfaire une demande croissante d'énergie en utilisant les ressources naturelles du territoire, ainsi que participer à promouvoir la France en tant que grande puissance hydraulique.

Se lancer à la « conquête de la houille bleue » (Fichot, 1923), nom donné à l'époque à l'énergie des marées, va susciter l'intérêt de quelques ingénieurs mais ce n'est en rien comparable avec l'effort réalisé à l'époque en faveur des barrages. Ce terme de « houille bleue » est construit en référence à la houille blanche (appellation de l'hydroélectricité, popularisé par Aristide Bergès lors de l'Exposition Universelle de Paris de 1889), comme l'ont pu l'être d'autres déclinaisons : houille verte (barrage de faible hauteur fonctionnant au fil de l'eau), houille rouge (l'utilisation des gaz chauds d'origine volcanique), houille d'or (captage de l'énergie solaire pour élever la température de l'eau en vue de faire tourner des turbines). L'énergie des marées était ainsi incorporée dans un « arc en ciel des houilles » (Marrec, 2018) définissant le système énergétique français idéalisé de l'époque. On inscrit le vocabulaire technique dans une généalogie historique qui permet de donner de la légitimité à cette nouvelle filière. Les filières sont complémentaires et sectorisées mais s'il y a une pluralité énergétique, le thermique et l'hydraulique en restent les composantes majeures.

Dans cette phase d'émergence technologique, les conditions n'étant pas fixées, le champ du possible est large. La dynamique est internationale, bien que limitée alors à trois pays (France, Royaume-Uni, Etats-Unis), à savoir les pays qui ont une ressource naturelle à exploiter. Dès 1920 la cartographie des meilleurs sites exploitables pour le marémoteur est connue. Déjà dans son étude de 1921, *L'utilisation de l'Energie de Marées*, Georges Boisnier, alors ingénieur des Ponts et Chaussées à Rennes, préconisait la construction d'une grande usine sur la Rance. Mais en 1925, l'Etat décida de construire une usine marémotrice dans l'Aber Wrac'h, à l'amont de Beg-an-Toull. Le barrage, long de 142 mètres, devait produire 7 900 000 kWh par an. Ce projet fit même l'objet d'un commencement d'exécution en 1928⁸⁹. Au Royaume-Uni, le premier projet de barrage marémoteur dans l'estuaire de la Severn date de 1918. Une maquette est construite en 1926 et en 1933, le rapport du Comité Barrage de Severn (HMSO) présidé par Lord Brabazon recommanda l'édification d'un barrage marémoteur de 800 MW dans la zone des *English Stones* (Gibson, 1933).

Au même moment aux Etats-Unis, dans le cadre du *New Deal*, les Américains lancèrent une étude portant sur un projet marémoteur dans la Baie de Fundy (Lowrie, 1968).

⁸⁹<http://patrimoinedesabers.fr/fr/lannilis/23-patrimoine-industriel-de-lannilis/83-usine-maremotrice-de-paluden.html> Consulté le 5 septembre 2017

2. Une dynamique interrompue par le contexte de crise économique (1929-1939)

Mais dans les années 1930, la crise économique, qui avait gelé la construction de nombreux barrages, empêcha l'aboutissement de ces projets hautement capitalistiques et difficilement finançables par les sociétés privées, hormis par quelques entreprises investissant dans la recherche comme la *Brown Boveri Company*. Le projet de l'Aber-Wrac'h fut ainsi abandonné en 1930 « par la suite de difficultés financières » (Rouzé, 1959 : 38). L'arrêt de la dynamique d'émergence n'est pas français mais mondial, les projets de la Severn et de la baie de Fundy étant eux aussi abandonnés au milieu des années 1930. Indéniablement, la première explication est économique et vient saper les bases d'une utilisation du marémoteur. Le charbon redevient compétitif à partir du milieu des années 1920. Au pays du charbon-roi, au Royaume-Uni, le projet d'usine marémotrice de la Severn avait été lancé puis arrêté.

« Le projet de Severn prévoyait, sur le barrage, une route et une voie ferrée joignant les deux rives. Mais à l'époque, la disette de charbon apparaissait encore lointaine. Le prix du kilowatt-marée était trop élevé par rapport à celui du kilowatt des usines thermiques. » (Rouzé, 1959 : 33)

« L'expérience des usines marémotrices n'est sans doute pas encore faite, puisque la première usine prévue, celle de l'Aberwrac'h, n'est pas encore en action. Mais il est à espérer que d'ici 150 ans, délai prévu par la Compagnie pour la raréfaction du charbon, les ingénieurs seront fixés sur l'utilisation de la force des marées. » (*Ouest-Eclair*, 8 février 1929)

« Si l'usine marémotrice ne paie pas autant que le thermique, comment tenter d'intéresser à sa cause les industriels ? Or, il y a quelques années, devant les prix exorbitants atteints par le charbon en France, on pouvait à bon droit espérer que la balance s'établirait en faveur de l'énergie des marées, malgré le coût élevé des installations en mer. Et c'est de cette espérance que naquit le mouvement d'opinion à la houille bleue [...] Mais à l'heure actuelle, peut-être la situation n'est-elle déjà plus la même. La crise du charbon s'est sensiblement atténuée, tandis que le prix de revient n'a fait que s'accroître considérablement. » (Fichot, 1923 : 215)

On peut ici déjà questionner l'effet que peut avoir la fluctuation du prix de l'énergie de référence (à savoir le charbon durant cette période) sur le phénomène « d'émergence-interruption-résurgence » d'énergie alternative. Le second facteur est celui de la maturité technologique. En effet, les décisions politiques ont été de privilégier les efforts d'investissement dans des technologies mieux maîtrisées et plus matures, plutôt que dans la recherche, avec des réalisations emblématiques comme le barrage Hoover sur le Colorado. Finalement, la maturité technologique de l'hydraulique et la non-saturation des sites exploitables ont ainsi engendré un *lock-in* sur le marémoteur au cours des années 1930. L'hydroélectricité comme nouveau standard du système énergétique semble avoir verrouillé

l'émergence d'une sous-trajectoire technologique. Cette interdépendance permet ainsi de comprendre la dimension systémique qui s'est tissée entre marémoteur et hydroélectricité, dans un contexte énergétique plus vaste. La période de l'entre-deux-guerres fut bien une période d'émergence avec la prise de conscience que l'énergie des marées pouvait être une solution technologique, parmi d'autres, pour répondre à la demande croissante d'énergie. Le marémoteur s'inscrit dans un ensemble de solutions technologiques. Il n'est pas présenté comme la solution au problème énergétique. Il est intégré dans un ensemble d'énergies nouvelles émergentes à développer.

Il s'agit aussi d'une période fortement marquée par le développement de projets innovants dans le champ énergétique. En parallèle, on voit le développement des premiers artefacts dans l'énergie thermique des mers (ETM) ou encore dans des projets dans l'énergie des vagues sur le littoral atlantique. Il s'agit donc d'une période où la dynamique d'innovations et de créativité est importante dans le secteur des énergies des mers.

Section 2 : Matérialiser cette nouvelle filière technologique autour d'un projet national : l'usine marémotrice de la Rance (1941-1967)

Les années de la Seconde Guerre mondiale correspondent à une nouvelle période d'opportunités pour les énergies marginales et alternatives, dont le marémoteur mais également la voiture électrique, les combustibles de substitution, qui connurent une relance spectaculaire. Comme après la Première Guerre mondiale, les enjeux énergétiques reprirent une place au cœur de l'agenda politique (bataille de la reconstruction, nationalisation des entreprises énergétiques...). Contrairement à d'autres dispositifs (voiture électrique), la Libération n'interrompt pas l'élan en faveur du marémoteur au point d'intégrer celui-ci dans les projets de la nouvelle entreprise EDF, créée en 1946. « La houille bleue est née de la rencontre des contraintes de l'économie de guerre et d'un cadeau de la nature, l'important marnage du littoral occidental français. » (Picard, 1987 : 40)

La phase de recherche fondamentale est menée au cours des années 1950 pour le marémoteur. A ceci s'ajoute une institutionnalisation de la peur de la pénurie énergétique (« loi Ailleret⁹⁰ ») qui encourage EDF à développer les recherches dans de nouvelles ressources d'énergie ce qui fut fait tant en faveur

⁹⁰ « La célèbre formule du « doublement de la consommation d'électricité tous les dix ans », sans être un dogme absolu même si l'expression fut parfois qualifiée de « loi Ailleret » en référence au directeur des Études et Recherches d'EDF Pierre Ailleret, fut toutefois une antienne régulièrement prononcée afin de justifier les investissements dans les capacités de production d'électricité » (Bouvier, 2018).

du nucléaire, de l'éolien que du marémoteur. En reprenant le titre d'un ouvrage d'Arnaud Claude de 1958, le monde d'après-guerre a faim de kilowatts.

« Grâce aux explications des ingénieurs du Service d'Etudes et d'Utilisation des Marées et aux indications particulièrement autorisées et particulièrement frappantes de M. Gibrat (directeur du Service d'Etudes et d'Utilisation des Marées à EDF), nous avons pu nous rendre compte que, du fait du prochain démarrage de la Rance, la France se trouve en tête de toutes les nations dans ce domaine de l'utilisation des marées. Il y a, certes, pour les Français, un motif de fierté, mais aussi un motif de sécurité au moment où, dans le monde entier, on s'interroge sur la possibilité de faire face à l'accroissement des demandes d'énergie au cours des prochaines années. » (Genthial, 1956 : 19)

1. La résurgence réussie du marémoteur en France après la Seconde Guerre mondiale

En 1943, Robert Gibrat organisait la première réunion de la Société d'Étude pour l'Utilisation des Marées (SEUM). Directeur de l'électricité au début du régime de Vichy puis secrétaire d'Etat aux communications jusqu'en 1942, Robert Gibrat était un ingénieur (X-Mines) au parcours singulier, ayant participé au groupe X-Crise et symbolisant ces technocrates réformateurs engagés en faveur du régime de Vichy (Dard, 2002). A la Libération, emprisonné, condamné à dix années d'indignité nationale, Robert Gibrat s'exila quelques temps en Suisse avant de revenir comme ingénieur-conseil d'EDF pour la construction de La Rance mais également comme représentant de la France dans l'Euratom. Le marémoteur est intégré au modèle EDF, et cette récupération de l'initiative technologique par un « blanchissement » idéologique (Picard *et al.*, 1985). La SEUM, reprise par EDF, lors de la nationalisation, fut ainsi reconstituée sous les mêmes initiales en service d'études à l'intérieur de sa direction des Etudes et Recherches.

Cette recherche de nouvelles sources d'énergie s'intègre aussi dans un vaste discours de développement économique et d'aménagement par la spécialisation des territoires. Cette politique s'inscrit de nouveau dans le cadre d'une complémentarité énergétique entre les différentes régions françaises sous l'égide de l'entreprise nationale :

« Par la localisation des marémotrices sur notre littoral occidental enfin, cet équipement achèverait la répartition périphérique de nos sources d'énergie, et amorcerait peut-être l'industrialisation de l'Ouest. En effet, la moitié de la France située au sud de la ligne Bayonne-Strasbourg étant le royaume de la houille blanche, l'autre moitié se diviserait entre le domaine de la houille noire au nord et à l'est, et le domaine de la houille bleue à l'Ouest. [...] Cette étonnante quantité de houille bleue pourrait, sauf au voisinage des houillères, remplacer la production des centrales thermiques. Si on admet la nécessité de garder un certain pourcentage d'électricité « thermique » pour parer aux pointes, on peut établir le bilan suivant, dans trente ans d'ici : 8 milliards de kWh électricité thermique, 40

milliards de kWh de houille blanche et 15 milliards de kWh de houille bleue. »
(Demangeot, 1945 : 135)

Ainsi, au-delà du caractère utopiste de la citation, la « houille bleue » se présentait comme un relais partiel de son homologue hydraulique. Elle devait être l'une des constituantes d'une « transition énergétique » vers des énergies nouvelles nationales, non pour des objectifs environnementaux mais pour réduire la dépendance au charbon.

Cette période vit également la construction de l'énergie des marées comme un champ d'application scientifique moderne. Quelques ingénieurs de l'EDF entreprirent les premières études dans le domaine des énergies de la mer, soit autour de l'énergie marémotrice avec Robert Gibrat, soit autour de l'énergie thermique des mers avec André Nizery⁹¹, les deux étant présentées comme des énergies d'avenir complémentaires :

« L'énergie des marées, présente, sur l'énergie thermique des mers, le gros avantage de pouvoir être captée dans les régions tempérées qui sont, à l'heure actuelle, les principaux centres de consommation de courant électrique. Ces deux énergies, ayant la mer pour origine, ne sont pas appelées à se concurrencer mais, au contraire, à se compléter puisque là où l'on envisage l'installation thermique des mers, l'amplitude de la marée est faible et là où est prévue l'usine marémotrice les conditions thermiques de l'eau de mer ne permettent aucun espoir d'utiliser l'énergie thermique des mers. » (Romanovsky, 1950 : 74)

En 1946, l'équipe chargée d'étudier l'énergie des marées n'est pas rattachée aux services hydrauliques. Le marémoteur s'autonomise par rapport à l'hydroélectrique mais se situe dès lors dans les marges de l'activité d'EDF tant la priorité est bien celle de l'équipement des hautes chutes et des grands fleuves. Au même moment, un comité technique interministériel examine tous les avant-projets français ou étrangers connus à ce moment (Gibrat, 1966).

La perspective d'utiliser l'énergie marémotrice (la demande de concession pour la construction de l'usine de La Rance fut déposée en 1951) suscite des recherches dans les laboratoires de l'hydraulique (comme la construction de la plaque de Coriolis et du Laboratoire d'études des Marées), conjointement entre l'Université de Grenoble, EDF, et Neyrpic. L'énergie hydraulique se renouvelle ainsi dans le cadre des recherches sur l'énergie des marées, en particulier avec la mise au point des

⁹¹ Ainsi, André Nizery devient directeur général de la Société Energie des Mers (E.D.M), filiale d'EDF, créée après la guerre pour l'exploitation de l'énergie thermique de la mer. On peut trouver une présentation des travaux dans Beau Ch., « Note sur les études et travaux d'André Nizery concernant l'énergie thermique des mers, la production concomitante d'eau douce et l'utilisation éventuelle préalable de bassins de chauffage solaire », in UNESCO, *Energie solaire et éolienne. Actes du colloque de New Delhi*, 1954, p. 225-229.

groupes-bulbes (Cotillon, 1973 ; Cazenave, 1997). L'industriel Neyrpic expérimente et installe les premiers groupes-bulbe dans lesquels l'alternateur est immergé avec la turbine (Dalmasso, Robert, 2009). Testée à Cambeyrac dans l'Aveyron (1957), utilisée dans quatre centrales du Rhin (Gerstheim, 1967 pour la première), six sur le Rhône (Pierre-Bénite, 1966) mais aussi pour de la petite hydraulité (centrales de la Mayenne dont La Maignannerie dès 1954 ; centrales de l'Isle), cette technologie supposait une fiabilité de l'ensemble turbine-alternateur puisque toute opération de maintenance était rendue difficile du fait de l'immersion. Autonome de l'hydroélectricité sur le plan institutionnel, la filière marémotrice lui était au contraire directement liée sur le plan des techniques utilisées et des rapports industriels.

Les réactions et fonctionnement des turbines et autres moteurs, la résistance des ouvrages en béton et autres digues sont étudiés également à Chatou, au laboratoire national d'hydraulique d'EDF. Là, des modèles réduits à l'échelle dite « de similitude » et soumis aux conditions existant dans la nature permettaient de prévoir les réactions et phénomènes susceptibles de se produire dans la nature⁹². Le modèle de l'usine de La Rance construit à Saint-Servan à l'échelle 1/150 s'insérait dans la reconstruction de l'estuaire sur 150 mètres de long.

Sur un plan technologique et culturel, là encore, le marémoteur s'inscrit dans la ligne de l'hydraulique comme production nationale. Le barrage de Serre-Ponçon est ainsi par exemple présenté comme une « usine marémotrice de la France⁹³ » ce qui est sans nul doute excessif. Le retour sur le devant de la scène du marémoteur se fait par des discours des institutions publiques, dont EDF, mais également par une présence dans les revues de vulgarisation⁹⁴. Dans une publication destinée aux acteurs du secteur de l'énergie, la *Revue française de l'énergie*, le directeur de l'Équipement d'EDF Raymond Giguët, évoquait les sources d'énergie nouvelles (nucléaire, éolien, micro-centrales...) mais considérait que « la seule qui peut avoir légitimement une place » était l'énergie marémotrice avec l'usine de La Rance (Giguët, 1952). Pierre Massé, commissaire général au Plan ne disait pas autre chose, considérant à la même date qu'il n'était « pas déraisonnable » de construire une première usine marémotrice (Massé, 1952). De même, comme pour justifier ce choix, des références internationales étaient mobilisées en identifiant les pays à fort potentiel pour les usines marémotrices : Canada, Chili, Chine, Inde, Corée, Japon et Australie⁹⁵. Toutefois, c'était naturellement le Royaume-Uni qui était le plus regardé depuis

⁹² « Technique de l'hydraulique », Documentaires Magazines, *Actualités Françaises*, 01 janvier 1962. Source INA.

⁹³ JT de 20h, 1^{ère} chaîne, 08 décembre 1956. Source INA.

⁹⁴ La revue *Atomes*, dont le sous-titre est « Tous les aspects scientifiques d'un nouvel âge », présente par exemple l'énergie marémotrice dans son n°47 en février 1950. *Science et Vie* consacre également un article aux études de La Rance dans le n°473 de février 1957.

⁹⁵ Voir le documentaire « La Houille Bleue, Sept jours du monde », 1^{ère} chaîne, 24 avril 1964. Source INA.

que, en 1944, une nouvelle commission avait repris l'étude de l'aménagement de la Severn et déposé un nouveau projet (800 MW). Notons qu'au moment même où le marémoteur est présenté comme la nouvelle source d'électricité, le nucléaire est également considéré comme l'énergie du futur⁹⁶, mais les deux filières énergétiques ne sont alors pas mises en concurrence.

2. Faire d'un prototype technologique une vitrine nationale : l'usine de la Rance

Les premières études concernant la Rance et les îles Chausey sont lancées durant la guerre. Un premier projet détaillé est ainsi présenté dès 1942 par l'ingénieur Albert Caquot, et replit avec diverses variantes dans les projets ultérieurs (Caquot, 1971). Trois projets sont alors proposés. Le plus ambitieux envisageait une production de 30 milliards de kWh/an (projet B). Le plus simple se limitait à un demi-milliard de kWh/an (Projet de la Rance). Un projet intermédiaire était évalué quant à lui entre 10 et 20 milliards (projet A).

Ces projets s'inscrivent dans le cadre du modèle EDF classique, que nous pouvons définir comme celui du gigantisme technologique et des grands projets d'Etat. Ils ne sont pas sans rappeler quelques projets hydroélectriques démesurés comme Atlantropa (Gall, 2006)⁹⁷. La dernière variante du projet des îles Chausey de 1958 comportait 37 km d'ouvrages à la mer par fonds de 15 à 30 m, depuis la Pointe du Groin et rejoignant la côte au Nord de Granville en passant par l'archipel des Îles Chausey, séparant de la mer un bassin de 730 km² (Figure 7). C'est le projet le moins ambitieux mais aussi le plus abouti qui fut finalement choisi, celui du barrage de la Rance. Toutefois les autres projets resteront comme un horizon technique et Raymond Giguet considérait la réalisation de La Rance comme un travail d'apprentissage pour réaliser l'aménagement des îles Chausey.

Le 25 octobre 1952, le président de la République Vincent Auriol lors de l'inauguration de l'usine de Donzère-Mondragon, annonçait la construction prochaine d'une usine marémotrice dans l'estuaire de la Rance. Ce projet, malgré quelques réticences des professionnels de la mer, n'a pas de mal à être lancé dans un pays tourné majoritairement vers l'hydroélectricité et où la grandeur nationale et le progrès scientifique sont rois.

⁹⁶ « Nouvelle source d'électricité : l'atome et les marées », *Les Actualités Françaises*, 01 février 1961. Source INA.

⁹⁷ Il s'agissait du projet de l'ingénieur allemand Sögel consistant à construire un barrage au niveau du détroit de Gibraltar.

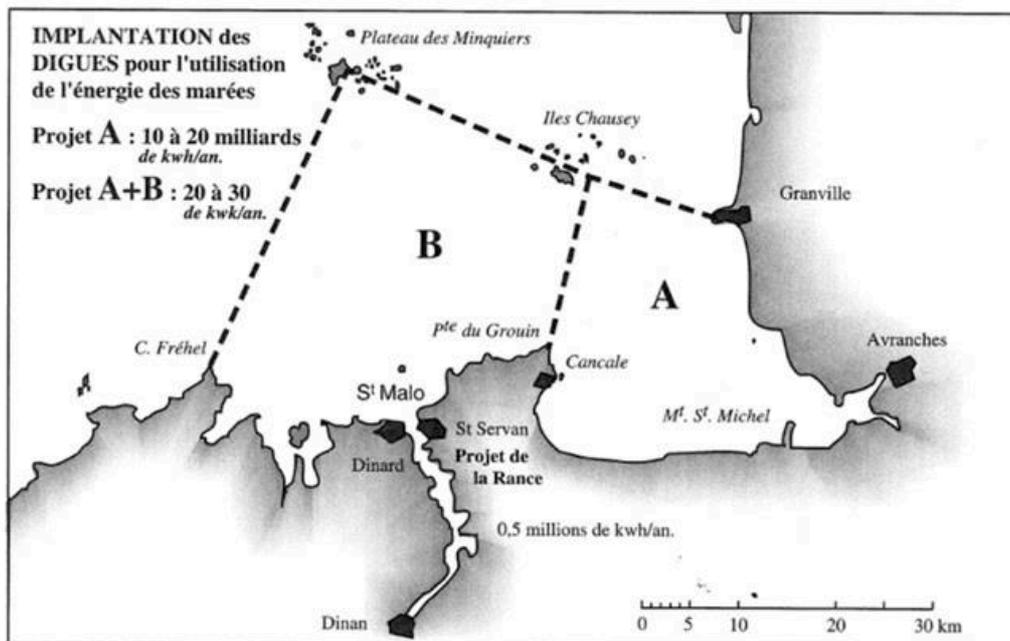


Figure 7. Projet d'implantations des digues pour l'utilisation de l'énergie des marées. Dans *Eloge de Monsieur Jacques Aman et communication, Philippe-Auguste et l'énergie marémotrice*, par Henri Legohérel, Académie de Marine, Communications et Mémoire, n.1, Octobre 1993.

La Rance « marque une date dans l'histoire de la recherche des nouvelles sources d'énergie⁹⁸ ». La rhétorique de la IV^e République est encore accentuée lors de l'inauguration par le général de Gaulle, alors président de la V^e République.

« Comme la Rance coule vers la mer parce que sa source l'y envoie, ainsi la France est fidèle à elle-même lorsqu'elle marche vers le progrès⁹⁹. »

Comme l'illustrent ces propos, la construction de La Rance s'inscrit dans une période marquée par la puissance des grands corps d'ingénieurs, dans un moment où le patriotisme technicien est valorisé et où la nature est au service de l'homme.

« Les étrangers nous envient cette réalisation révolutionnaire, mais soyons sans crainte, les corsaires malouins veillent désormais au destin de l'usine marémotrice de la Rance¹⁰⁰. »

« Dans l'estuaire de la Rance, la mer sera bientôt domestiquée grâce aux travaux qui doivent aboutir à la centrale marémotrice. Ainsi, dans quelques mois, la France disposera

⁹⁸ « L'estuaire de la Rance : la première usine marémotrice sort de terre », *Les Actualités Françaises*, 20 mai 1964. Source INA.

⁹⁹ Allocution du Général de Gaulle prononcée lors de l'inauguration de l'usine marémotrice de la Rance, 26 novembre 1966.

¹⁰⁰ « La France et la Houille Bleue », *Panorama*, 1^{ère} chaine, 18 mars 1966. Source INA.

de la première usine marémotrice du monde. Le mouvement des marées, puissant potentiel d'énergie jusqu'ici inemployé entrera ainsi au service des hommes¹⁰¹. »

Bien que des inquiétudes existent lors de la construction du barrage, notamment de la part des pêcheurs et des professionnels de la mer¹⁰², les préoccupations environnementales restèrent peu audibles à l'époque. La Rance devient alors une vitrine, celle du « symbole du génie français » (Varaschin, 1998, p. 35), matérialisant une « bifurcation énergétique » (Naegel, 2012) inédite à l'échelle mondiale. Tout comme le nucléaire, le projet marémoteur de la Rance s'inscrit dans la tradition nationale colbertiste de politiques industrielles impulsées par l'Etat sur la base de grands programmes. Il s'est réalisé selon un modèle de *technology push* dans lequel l'Etat prend l'initiative de structurer une filière industrielle. Ce modèle présente quatre caractéristiques spécifiques (Kemp, Soete, 1992) :

- (1) Il concerne des technologies complexes, lourdes en capital et à long délai de développement.
- (2) Les projets sont définis en fonction d'objectifs technologiques sans que les préoccupations de faisabilité économique et commerciale tout en étant énoncées, ne soient mises au premier plan, mettant l'accent sur la mise au point d'innovations radicales. Nous pouvons ainsi dire que la Rance représente un « saut technologique », même si ce saut reste modeste et ne remet pas en cause les équilibres antérieurs du « système énergétique ».
- (3) Légitimés par des finalités nationalistes et militaires, ces projets sont définis, conduits et pris en charge initialement par des agences ou des administrations publiques, avec une implication progressivement croissante des constructeurs nationaux d'équipement et des futurs exploitants aux étapes pré-commerciales du développement de la technologie.
- (4) L'appropriation de la technologie ne peut être faite que par un très petit nombre de grandes firmes industrielles nationales.

Durant cette période, émerge un système technique marémoteur autour de trois dynamiques : une dynamique scientifique (l'application croissante de l'hydrodynamisme), une dynamique technique (le processus d'innovation dans le secteur des turbines avec les groupes-bulbes) et une dynamique sociopolitique (patriotisme technicien et régime technopolitique centralisé et nationalisé).

Par bien des aspects, cette résurgence du marémoteur après la Seconde Guerre mondiale prolonge les années de l'entre-deux-guerres même si la filière connaît une rupture certaine avec la construction

¹⁰¹ « Nouvelle source d'électricité : l'atome et les marées », *Les Actualités Françaises*, 01 février 1961. Source INA.

¹⁰² « La Houille Bleue, Sept jours du monde », 1^{ère} chaîne, 24 avril 1964. Source INA.

concrète de La Rance. Le modèle EDF et le contexte socio-politique permirent l'aboutissement du projet.

Section 3 : La tentative de résurgence avortée du marémoteur dans un contexte de crise du système énergétique (1973 - fin des années 1990)

Les deux chocs pétroliers de 1973 et 1979 rouvrent la boîte à idées dans le champ de l'énergie. Identifiée par les contemporains comme une « crise énergétique », cette période voit (ré-)apparaître de nouvelles trajectoires technologiques, à ceci près que la « temporalité de l'urgence » oblige les décideurs à trouver des solutions rapides à mettre en place mais aussi à relancer des projets de long terme. La politique est donc à inscrire dans une dynamique globale d'un essor des recherches sur les sources d'énergies alternatives (centrale solaire Thémis, relance de la production de charbon, infrastructures de gaz naturel...). Pour le marémoteur, c'est la résurgence des projets non réalisés.

1. S'appuyer sur la crise du système énergétique pour relancer le marémoteur

En 1975, une commission présidée par le sénateur Jean-François Pintat étudie la question du marémoteur en France. Les conclusions émettent de sérieuses réserves tant sur l'intérêt économique que sur les répercussions environnementales du projet des îles Chausey. Néanmoins malgré ces réserves, le rapport souligne l'importance de continuer les réflexions sur le sujet :

« La possibilité d'installer une usine marémotrice aux îles Chausey a également longtemps retenu l'attention de la Commission. Il s'agit là d'un projet qui en raison de son ampleur et de son originalité technique, présente des difficultés techniques. Ce n'est pas, à moyen terme, et compte tenu de l'urgence des problèmes qui se posent à nous, la solution la mieux adaptée pour satisfaire nos besoins en électricité. Un projet de la dimension de l'usine du Mont-Saint-Michel soulève, en outre, des problèmes d'environnement, d'écologie, d'équilibre régional qui relèvent finalement autant de l'aménagement du territoire que de la politique énergétique. C'est tout l'avenir d'une région qui est ainsi en cause et la Commission l'a noté, il reste nécessaire de mener une réflexion plus approfondie dans ces domaines¹⁰³. »

Le deuxième choc pétrolier remet en question les conclusions de ce rapport : le Gouvernement demande alors à EDF de se pencher de nouveau sur les projets marémoteurs. De 1979 à 1980, les études sont reprises pour l'utilisation de l'énergie marémotrice sur les côtes de la Manche. Une

¹⁰³ Rapport de la Commission de la Production d'Electricité d'Origine Hydraulique et Marémotrice. Les Dossiers de l'Energie. *La Documentation Française*, 1976.

« étude très préliminaire¹⁰⁴ » (études de faisabilités et d'impacts), purement théorique, est alors relancée. L'alternance politique de 1981 ne modifia pas cet engagement et le 14 février 1982, le ministre délégué à l'énergie Edmond Hervé demanda à EDF d'étudier l'équipement d'une zone de 200 km² entre Coutainville, les îles Chausey et Granville (Figure 8). Les études, prévues pour une durée de trois années, furent confiées au centre national pour l'exploitation des océans (CNEXO) et à l'Institut scientifique et technique des pêches maritimes (ISTPM). « On n'a pas le droit de s'interdire une prospection¹⁰⁵ » était l'argument alors avancé. Le coût de construction du projet des îles de Chausey était évalué en 1977 à 50 milliards de francs¹⁰⁶. Cette relance du marémoteur s'appuyait notamment sur un argument économique, celui d'un prix du kWh marémoteur compétitif par rapport au prix du kWh nucléaire qui était devenu le nouveau prix de référence. La crise pétrolière a en effet eu pour conséquence de valoriser le nucléaire mais également les autres sources d'énergie (Debeir *et al.*, 2013 : 389).

« Le coût de production était de 0,0977 F en 1973, rendant l'usine de la Rance compétitive par rapport au coût de l'énergie thermique (0,11 F en 1974)¹⁰⁷. » ; « L'usine marémotrice de la Rance fournit depuis 1967 500 millions de KWh par an, soit le 4/100ème de la production nationale d'électricité. C'est peu, mais chaque kilowatt produit ici revient très bon marché, à peine plus de 1 centime, alors que celui des centrales nucléaires est à 12 centimes¹⁰⁸. »

Suivant cette dynamique, l'énergie marémotrice (sur la côte nord de Bretagne) est alors aussi présentée comme une solution possible pour faire face à l'arrêt du projet d'une centrale nucléaire à Plogoff en 1981. Cette dynamique bretonne s'inscrit dans le cadre du projet ALTER qui recherche les bases d'un écodéveloppement de la Bretagne, appuyé sur l'utilisation exclusive des énergies renouvelables¹⁰⁹. Comme l'indique Pierre Thomé (2012) :

« Ce projet est basé sur le principe d'une décentralisation des pouvoirs de décisions vers les Régions, en autonomie complète pour un certain nombre de domaines dont celui de l'énergie. Ainsi pour le Bretagne, était envisagée une stabilisation de la consommation avec une production assurée à 13% par la marémotrice, 44% par la biomasse, 21% par les éoliennes et 22% par le solaire. Ce projet Alter, solidement argumenté, a eu du succès non seulement en Bretagne, mais aussi un peu partout en France. L'arrivée de la gauche au pouvoir en 1981, avait laissé espérer que l'on pourrait le faire avancer, avec pour commencer un moratoire sur le nucléaire, ce n'est pas tout à fait ce qui s'est passé ! »

¹⁰⁴ Dans le journal *Le Marin*, 22 octobre 1982.

¹⁰⁵ Propos de M. Gilles Darmois, chargé de mission au cabinet du ministre délégué à l'énergie M. Edmond Hervé, repris dans *Le Monde*, 27 novembre 1982.

¹⁰⁶ André Brin, *Les énergies physiques de l'océan*, Plaquette ENSTA, décembre 1979.

¹⁰⁷ *Ibidem*.

¹⁰⁸ *Les énergies des mers, Clés pour demain*, 19 janvier 1981.

¹⁰⁹ Le groupe "Projet ALTER Breton" rassemblait au début des années 1980 des scientifiques de l'INRA, du CNRS, du CNEXO, des professeurs d'université, adhérents ou sympathisants du Parti socialiste unifié (PSU) Bretagne.

TOURIN 22/10/82

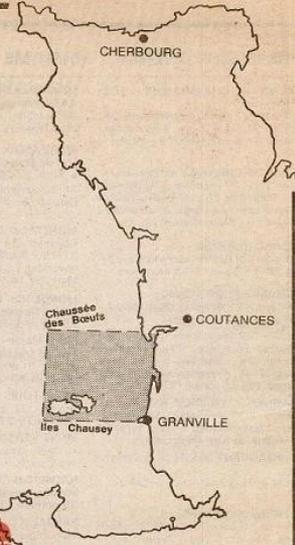
A L'HORIZON 2000

Une portion de 200 km² de mer retenue par 60 kilomètres de digues. Deux bassins, deux semi-usines produisent cinq à six milliards de Kw/h ; 2 % de la consommation française de 1981 mais dix à onze fois ce que produit la Rance depuis son inauguration en 1966 !

Est-ce possible ? C'est la question à laquelle devront répondre les études de faisabilité et d'impact que l'E.D.F. va prochainement engager sur la Côte Ouest du Cotentin, à la demande

du gouvernement. Demande conforme à la politique de diversification et de recherche d'une plus grande indépendance énergétique en faisant appel aux énergies primaires nationales renouvelables. Or parmi ces énergies primaires, l'énergie marémotrice semble être la plus prometteuse d'avenir, tant au niveau du coût du Kw/h produit, que de la capacité. Le site retenu pour ces études : le Cotentin centre dont les quatre coins sont : Granville, les Iles Chausey, la Chaussée des Boufs et Coutainville.

Mais il ne s'agit pour l'instant, de savoir si on peut réaliser un tel équipement sur le plan technique, ce qu'il en coûterait, qu'elle serait sa rentabilité et s'il serait compatible avec la sauvegarde de l'environnement sans porter non plus préjudice aux activités humaines qui se développent dans ce secteur. Ce n'est qu'au vu des résultats de ces études, c'est-à-dire dans trois ans, que le gouvernement prendra la décision de réaliser ou non cet équipement marémoteur. En tout état de cause, cette usine ne pourrait être opérationnelle qu'en l'an 2000.



Une usine marémotrice sur la côte ouest du Cotentin ?

L'idée d'utiliser la force de la marée pour produire de l'électricité n'est pas récente. On a commencé à y penser dès les années 1940. Dans les années 1950, on a étudié le projet de la Rance qui a abouti en 1966 à l'inauguration de la première usine marémotrice du monde. Depuis, une seule autre, et de dimension beaucoup plus modeste, a été construite : à Mourmansk (URSS). Dans la foulée de la Rance, l'E.D.F. a envisagé une usine plus élaborée, mais le prix du pétrole baissant, le projet a été abandonné. En 1973, le premier choc pétrolier incite le gouvernement à lancer le programme nucléaire sans pour autant abandonner l'idée marémotrice. Une commission présidée par le sénateur Pintat étudie la question mais émet de sérieuses réserves tant sur l'intérêt économique que sur les répercussions sur l'environnement. Là-dessus arrive en 1978 le deuxième choc pétrolier. Tout est remis en cause. Le gouvernement demande alors à l'E.D.F. de se pencher à nouveau sur le dossier marémoteur. Choix confirmé en 81 par le nouveau gouvernement qui veut à la fois diversifier ses sources d'énergie et s'assurer une certaine indépendance énergétique.

LE CHOIX DU SITE : PAR ÉLIMINATION

Depuis 1979, l'E.D.F. a donc fait une « étude très préliminaire », purement théorique. Elle n'est d'ailleurs pas la seule à s'intéresser à l'énergie marémotrice et d'autres pays ont engagé des études du même type : la Corée, l'Inde, le Canada, la Grande-Bretagne...

L'étude préliminaire a également permis de recenser les sites marémoteurs français : des rias bretons, la baie de St-Brieuc, celle du Mont Saint-Michel, le Cotentin Sud et Nord, la baie de la Somme.

Alors pourquoi le Cotentin-Centre ? Une première analyse a permis d'exclure les rias bretons parce que de taille insuffisante ; ils auraient été du même type que la Rance et n'offraient donc pas un intérêt particulier. Le Cotentin Nord concernait une emprise très importante à l'extérieur des eaux territoriales. Quant à la baie de Somme ou le Cotentin Sud, ils auraient conduit à des dépenses disproportionnées en raison de la complexité des problèmes sédimentologiques et écologiques. Restaient donc le Cotentin-Centre et la baie de St-Brieuc. Cette dernière, très importante, aurait coûté fort cher d'autant plus que, au niveau bathymétrique, la configuration générale est moins favorable que sur le Cotentin-Centre.

De plus, le site du Cotentin-Centre offre une amplitude de marée plus intéressante.

UN IMPORTANT PROGRAMME D'ÉTUDES

C'est donc sur ce site qu'Edmond Hervé, le ministre délégué à l'Énergie a demandé à l'E.D.F. de faire des études des faisabilité et d'impact. Ainsi sont d'abord prévues des études physiques au niveau hydrodynamique et sédimentologique par le Laboratoire National d'Hydraulique (L.N.H.), l'Université de Caen et le Centre de Recherches et d'Études Océanographiques (CREO). Des études

biologiques seront effectuées par le Centre National pour l'Exploitation des Océans (CNEXO) et l'Institut Scientifique et Technique des Pêches Maritimes (ISTPM). Seront également menées, des études terrestres : essentiellement une étude socio-économique des principales modifications entraînées au plan local et régional. Ces études terminées, sera alors menée une étude d'impact en collaboration avec les différents organismes scientifiques concernés afin de déterminer les principales modifications envisageables sur l'environnement écologique et humain, ainsi que les mesures permettant de limiter ou de compenser certaines d'entre elles.

Texte Bernard RICHARD

C'est à la suite de ces études, c'est-à-dire dans deux ou trois ans, que sera prise une éventuelle décision de réalisation ou non du projet.

LES ÉLUS ET LES PROFESSIONNELS DE LA MER OPPOSÉS AU PROJET

Des études qui seront d'ailleurs suivies de très près par les professionnels de la mer : les pêcheurs comme les conchyliculteurs dont les activités sont en plein développement dans le secteur concerné. Ceux-ci redoutent en effet que ce projet ne compromette sérieusement leur avenir.

Craintes largement partagées par les élus locaux qui viennent de s'opposer, dans une motion, à ce que les études de faisabilité et d'impact soient menées sur les côtes de la Manche ! Elus et professionnels de la mer vont d'ailleurs se retrouver dans un comité de défense et d'information créé à cet effet.

Et pourtant, du côté de l'E.D.F. on prend de multiples précautions en précisant qu'il ne s'agit là que d'études préalables et que rien ne dit qu'elles aboutiront à la réalisation du projet. On affirme également que la plus large information et la plus large concertation seront faites. Enfin, l'E.D.F. explique qu'un équipement marémoteur n'est pas forcément incompatible avec des activités aquacoles. Elle pense même que l'utilisation des deux bassins de niveaux différents peut en favoriser le développement ! Manifestement, l'E.D.F. aura du mal à convaincre. Et ce, d'autant plus que les écologistes se mettent de la partie et apportent de l'eau au moulin de tous ceux qui sont opposés au projet.

« Si le projet provoque pour les professionnels de la mer et pour toutes les activités qui en découlent, une gêne rétroactive, et bien on ne le réalisera pas », dit M. Vulser, le directeur de l'Équipement de l'E.D.F. mais il ajoute « Tout cela il faut qu'on l'étudie, et qu'on le dise ». D'ores et déjà il affirme que les Iles Chausey (qui sont classées) et le port de Granville seront épargnés. De même s'il apparaissait que la réalisation du projet pourrait amplifier l'ensablement du Mont Saint-Michel, il serait abandonné. D'ailleurs le Laboratoire

National d'Hydraulique réalisera une maquette pour étudier les phénomènes de courantométrie et de sédimentation.

DEUX BASSINS, DEUX SEMI-USINES

Trois ans d'études donc pour savoir si on fait ou non cette usine marémotrice. Si la décision est affirmative, il faudra encore cinq années d'études pour bâtir le projet puis huit ans de travaux pour sa réalisation. Cela veut dire que, si elle se fait, l'usine marémotrice du Cotentin-Centre ne commencera guère à produire de l'électricité avant l'an 2000 !

Le coût du Kw/h selon l'énergie

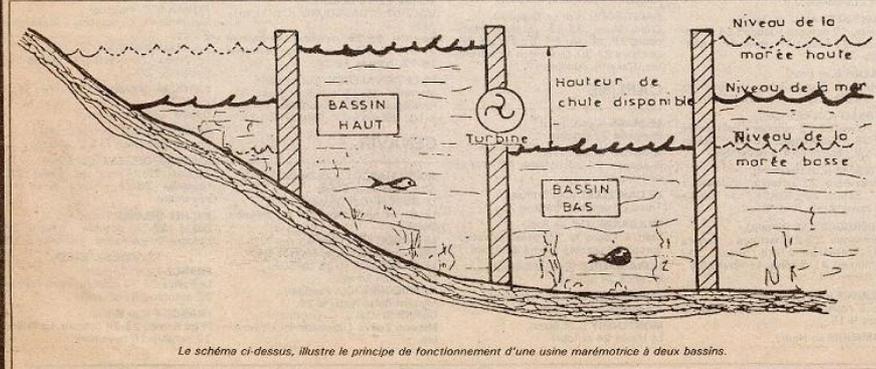
Le coût du Kw/h varie dans des proportions importantes selon l'énergie utilisée :

- Nucléaire : 16 centimes.
- Charbon : 25 centimes.
- Hydraulique : de 26 à 40 centimes selon les installations (y compris l'usine marémotrice).
- Fuel : 56 centimes.
- Solaire (centrale Thémis) : 7 F.

Et pourtant, à l'E.D.F. on commence à avoir une idée de ce que celle-ci pourrait être. D'abord parce qu'on a tiré les conclusions de quinze années de fonctionnement de l'usine de la Rance. Ainsi pour éviter son principal inconvénient : elle ne fonctionne que deux fois six heures par jour et cela au rythme des marées donc pas forcément selon les besoins en électricité ; l'E.D.F. s'oriente vers une solution à deux bassins. Ainsi le bassin supérieur est rempli à marée haute et le bassin inférieur est vidangé à marée basse. À tout moment donc il est possible de turbiner l'eau depuis le bassin haut vers le bassin bas jusqu'à égalisation des niveaux. L'usine peut donc fournir de l'électricité à la demande et notamment aux heures de pointe, quelle que soit la marée.

Pour ce faire il est prévu la construction de 40 km de digues en mer et de 20 km à terre. Mais les bassins ne seront pas forcément accolés à la côte. Ils peuvent être construits au large et reliés à la terre par une ou plusieurs digues. Pour permettre également une mise en service progressive et plus souple, le principe de deux semi-usines semble être retenu.

Mais on n'en est pas encore là. Loin s'en faut ! Pour l'instant il s'agit de savoir si une telle réalisation est possible, si l'énergie marémotrice peut devenir l'une des principales énergies du vingt-et-unième siècle ? « De toutes façons, on aura enrichi notre savoir » conclut-on au ministère de l'Énergie...



Le schéma ci-dessus, illustre le principe de fonctionnement d'une usine marémotrice à deux bassins.

Figure 8. « Une usine marémotrice sur la côte ouest du Cotentin ? », Le Marin, 22 octobre 1982.

Notons néanmoins que le projet ALTER breton ne prévoyait pour le marémoteur que le doublement de la capacité de la Rance, et par une dizaine de petites installations en excluant les grands projets. Encore une fois, cette relance du marémoteur en France s'inscrit dans une émulation internationale. Un foisonnement de projets a lieu un peu partout dans le monde. Si la France fait figure de leader du fait de la réalisation de La Rance, les autres projets concernent le monde entier¹¹⁰ : dans l'Union soviétique, trois grands projets (Mezen, Penjine, Tougoursk) étaient à l'étude après la mise en service d'une centrale pilote en 1969 (Kislogubskaya ; 400 kW) ; en Argentine le projet du golfe San José était relancé depuis 1975, tout comme celui de la baie de Fundy au Canada, celui de la baie d'Incheon en Corée du Sud mais également en Inde, au Pakistan, en Chine, en Australie et en Alaska. Cette profusion confirme d'ailleurs à quel point La Rance était alors considérée comme le modèle à suivre.

2. La difficile démocratisation du système technique marémoteur

Le contre-choc pétrolier de 1986, avec un prix du baril passant de 26 à 12 dollars, mit fin à la plupart des programmes liés aux énergies nouvelles, notamment les recherches dans les énergies des mers. Le système énergétique mondial se (re)normalise en effet autour du paradigme du pétrole, et en France, il se stabilise autour du paradigme du nucléaire pour ce qui est de la production d'électricité. En France, l'Etat ne donnera pas de suite aux études lancées en 1982, ce projet n'obtenant l'adhésion ni des élus du Conseil général de la Manche ni des professionnels de la mer. Trop clivant, il souffre rapidement d'une acceptation sociale délicate, sans même parler des coûts :

« Un projet grandiose de 300 turbines, produisant 25 milliards de KWh d'électricité par an, soit l'équivalent de 10 super-centrales nucléaires, pour une dépense de 50 milliards de francs. Mais surtout avec des inconvénients graves pour la pêche, la navigation, et aussi pour le site classé du Mont Saint-Michel. Les difficultés techniques de construction, l'incertitude sur le prix réel du KWh obtenu (il se situerait autour de 20 centimes, près du double du KWh d'une centrale classique), et les risques sur l'environnement, tout cela fait que ces projets ne sont toujours pas réalisés. On continue pourtant à les étudier, aussi bien dans les laboratoires d'hydraulique, que sur la plaque tournante de Grenoble, où on peut observer l'effet des marées de façon très précise¹¹¹. »

Le caractère trop ambitieux du projet du Mont-Saint-Michel a participé à rendre le développement de cette filière non crédible en France. Une contestation nouvelle (notamment environnementale) apparaît autour des nouveaux projets marémoteurs, contestation qui découle des retours d'expérience de la Rance. En effet, à la différence des années 1960, les années 1980 sont celles d'une critique

¹¹⁰ « L'énergie marémotrice en 1982 », M. Banal, Président de la Société Hydrotechnique, *dans la Houille Blanche*, n. 5/6, 1982.

¹¹¹ « Les énergies des mers », *Clés pour demain*, 19 janvier 1981. Source INA.

environnementale anti-marémoteur. La Rance a perdu son image idyllique qu'elle avait dans les années 1960.

« De telles usines ont un coût de construction deux fois trop élevé pour être compétitives. De plus les répercussions sur l'environnement sont difficilement prévisibles, les problèmes d'ensablement pouvant s'avérer redoutables¹¹². »

Par ailleurs, les années 1970 virent l'apparition d'une vision économique et mondialisée de la technologie et de l'industrie. Le seul critère technologique ne suffit plus à légitimer la mise en place d'un projet industriel financé par des fonds publics. Il faut que la technique puisse produire de l'énergie en France de façon rentable, mais aussi qu'elle puisse être exportée à l'international (et obtenir des contrats pour les entreprises françaises). Or la relative faiblesse des ressources naturelles exploitables¹¹³ et le caractère hautement capitalistique de ces installations font que le marché étranger était limité (marché de niche). La progression des performances du marémoteur était insuffisante pour assurer sa compétitivité face aux énergies classiques déjà bien installées. La filière marémotrice, contrairement au nucléaire, n'a ainsi pas réussi son passage du monde de la recherche à celui de l'industrie et du commerce. Le nucléaire nivela le système énergétique dès les années 1970, rendant les projets marémoteurs caduques très rapidement. Le projet des îles Chausey est mort-né dès les années 1960 et l'étude de 1980 ne fit que confirmer, auprès des décideurs, que le nucléaire était le meilleur choix technologique, industriel et économique possible.

« Les études relatives à l'énergie marémotrice - l'achèvement de l'usine de la Rance en 1966 mis à part - et à l'énergie du vent ont été interrompues au début des années 60, lorsque le succès de l'énergie nucléaire a paru assuré. » (Morsel, 1996 : 143)

Finalement, le barrage de la Rance s'ouvre donc au moment où le nucléaire commence à s'imposer comme énergie compétitive et où les aménagements hydroélectriques de grande ampleur (Mont Cenis, Grand Maison, Super Bissorte) sont peu nombreux. De sorte que les grands rêves d'un « plan houille bleue » s'effondrent, à l'instar du projet le barrage marémoteur des îles Chausey, rendu « caduc » par les investissements dans le nucléaire.

« Sur un plan économique, les investissements se sont élevés à 570 millions de francs (en francs courants). Le coût de production du kilowattheure était évalué à 0.0967 F en 1973. Dans ce chiffre, le fonctionnement pris sous son caractère le plus général s'élevait à 0.0133 F. Il est donc évident que par rapport au concurrent de l'époque des prises de décision (usines thermiques) l'énergie marémotrice a également été un succès sur un

¹¹² Intervention de Bernard Barrere au colloque A.X Technique de pointe : quelle place pour la France, 17/18 mars 1982.

¹¹³ Seules les marées atteignant une amplitude supérieure à 10 m peuvent être utilisées.

plan économique (le kilowattheure fourni par les centrales thermiques s'est élevé à 0.11 F en 1974). Mais, entre-temps, l'énergie nucléaire a accédé à la compétitivité et le prix du kilowattheure d'origine nucléaire est de 0.06F (1974). Cela explique le non-développement de cette filière pour laquelle a été étudié en même temps que la Rance un projet beaucoup plus important, celui des îles Chausey. » (Brin, 1979 : 73)

L'urgence énergétique a disqualifié ce projet par rapport à des technologies matures bien plus rapides à mettre en place comme les turbines à gaz. De même, malgré quelques exceptions ci-dessous qui restent à l'état de projet, la filière énergie des marées souffrait à l'époque de l'absence d'un *market pull*. En effet, « seuls 10 à 20 sites de superficie suffisante apparaissent favorables dans le monde pour développer le marémoteur, permettant de récupérer quelques dizaines ou quelques centaines de gigawatts.¹¹⁴ » La progression des performances commerciales du marémoteur a été alors jugée insuffisante. Au début des années 1990, l'idée de développer des projets marémoteurs (de type Rance) n'est donc plus de mise dans l'agenda politique en Grande-Bretagne :

« Aujourd'hui, la structure de la consommation tend à privilégier soit les investissements de production en base assurant un très faible coût du kilowattheure, comme le nucléaire, soit les équipements de pointe qui permettent de mettre très rapidement sur le réseau des puissances importantes et pour de faibles coûts d'investissement. Ces éléments ne sont pas de nature à encourager les études de grosses installations marémotrices¹¹⁵. »

L'interruption de la dynamique du marémoteur n'est pas uniquement française mais internationale. Un grand nombre de projets seront ainsi dans la tourmente et n'aboutiront pas pour des raisons de choix politiques, celui de la Severn en Grande-Bretagne étant l'un des plus symboliques :

« Les partisans du projet de centrale marémotrice sur l'estuaire de la Severn ne doivent pas nourrir d'illusions inutiles quant à un éventuel soutien du gouvernement de Mme Thatcher. Les pouvoirs publics considèrent la mise en chantier de cet aménagement comme tout à fait antiéconomique et ne sont pas prêts à ouvrir leur bourse pour aider à sa réalisation¹¹⁶. »

Pour résumer la situation du marémoteur en France à la fin des années 1990, nous pouvons citer le journal *Le Monde* daté du 8 mai 1996¹¹⁷ :

« Le projet (cf. celui des îles Chausey) a vécu, victime de ses coûts d'investissement, de l'opposition farouche des écologistes et du manque d'enthousiasme des élus, inquiets du devenir de cette zone barrée par un gigantesque mur de béton. Aujourd'hui confesse EDF,

¹¹⁴ André Brin, *Les énergies physiques de l'océan*, Plaquette ENSTA, décembre 1979.

¹¹⁵ Réponse du Ministre de l'Industrie à la question écrite n° 14905 de M. Francisque Collomb. Concernant l'avenir de l'énergie marémotrice, publiée dans le JO Sénat du 12 décembre 1991 - page 2797.

¹¹⁶ « Le Gouvernement Thatcher ne croit pas au projet de la Severn », *Enerpress*, 20 décembre 1989.

¹¹⁷ « L'usine marémotrice de la Rance entame une cure de jouvence », *Le Monde*, 8 mai 1996.

l'heure est à des moyens de production thermiques moins coûteux à construire, même si leur coût d'utilisation est plus élevé. »

Le marémoteur n'entraîne donc pas économiquement en concurrence avec le nucléaire (production de base) mais bien avec les turbines à gaz traditionnelles. Comme le solaire, le marémoteur est une filière mise au placard dès les années 1980 au sein du système énergétique mondial, une filière « condamnée à la marginalité » (Figure 9). Toutefois, contrairement à certaines filières, l'existence de l'usine de La Rance, bien que contestée par de nouveaux arguments, prouvait la faisabilité d'une usine marémotrice.

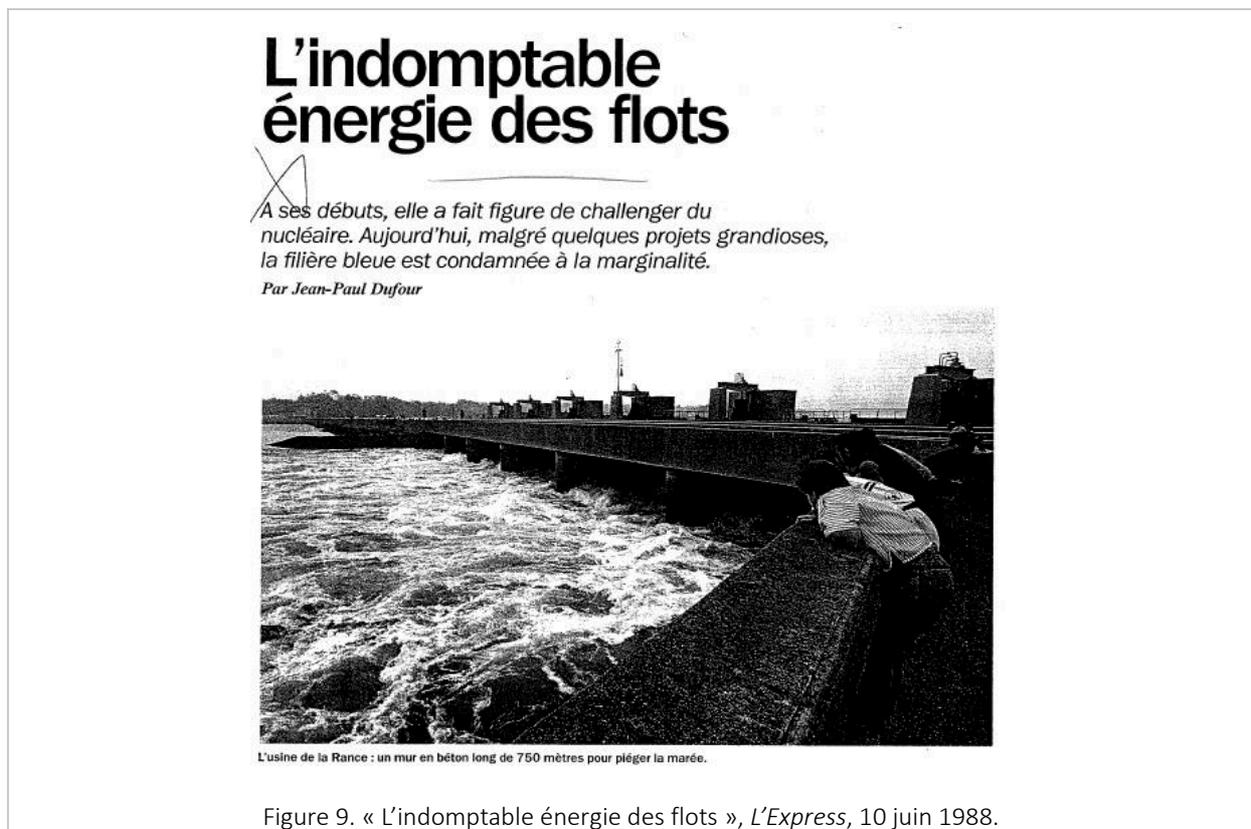


Figure 9. « L'indomptable énergie des flots », *L'Express*, 10 juin 1988.

Section 4 : Vivre ou divorcer avec l'héritage du passé : la tentative de résurgence du marémoteur au XXI^e siècle à travers le paradigme du développement durable et de la diversification technologique.

Au début du XXI^e siècle, une nouvelle fenêtre d'opportunité semble s'ouvrir pour le marémoteur à travers le changement paradigmatique engendré par la prise de conscience écologique. La résurgence du marémoteur au milieu des années 2000 s'inscrit à travers un phénomène « d'environnementalisation » généralisé à l'ensemble des filières énergétiques (Bouvier, 2012). Ce

changement « bouleverse l'évolution des technologies de l'énergie » (Martin, 2000 : 58). Les filières énergétiques traditionnelles sont remises en question, encourageant à réactiver d'autres trajectoires (souvent anciennes) pour produire de l'électricité. L'enjeu de ces « anciennes » trajectoires, comme le marémoteur ou le nucléaire, est désormais de se réinventer au regard de ce nouveau contexte socio-économique.

A ce titre, la société hydrotechnique de France (SHF) sous l'impulsion d'EDF s'intéresse de nouveau au marémoteur. Un groupe de travail a été créé début 2015 (la première réunion a eu lieu le 28 septembre 2015) pour réfléchir au marémoteur du XXI^e siècle¹¹⁸. Cette phase de concertation « multi-critères » doit aboutir à la rédaction d'un livre blanc « Marémoteur France » à la fin de l'année 2017.

1. Une résurgence impulsée par la dynamique du développement durable.

Le nouveau contexte énergétique et socio-économique qui apparaît au début du XXI^e siècle encourage de nouveau à ouvrir le champ des possibles dans le secteur des énergies renouvelables. La dynamique offerte par l'éolien offshore permet aux énergies marines renouvelables (EMR) jusqu'alors marginalisées de se positionner comme solutions crédibles à la problématique énergétique. La résurgence de l'énergie des marées comme solution technologique se réalise ainsi dans un contexte particulier, qui est celui d'une double transition : une transition énergétique et une transition maritime. Surfant sur la vague des énergies marines, l'idée de relancer des projets marémoteurs « refait même surface¹¹⁹ ».

Le marémoteur se rattache à des valeurs promotionnelles différentes que celles des années 1950 à 1980. Elle se définit désormais comme une innovation environnementale¹²⁰. Le marémoteur nous est ainsi présenté comme « une alternative écologique au nucléaire¹²¹ ». Il est alors intéressant de voir qu'une solution environnementalement discutable naguère revient en grâce par le climat.

¹¹⁸ 20 organisations participent à ce groupe de travail.

¹¹⁹ Propos de Michel Paillard, chef de projet énergies marines à l'IFREMER, dans « L'usine marémotrice de la Rance, 40 ans et toujours seule au monde », *Le Figaro*, 3 décembre 2007.

¹²⁰ Pour Rennings (2000), les innovations environnementales englobent toutes les mesures adoptées par différents acteurs (décideurs politiques, organisations non gouvernementales, firmes, ménages) visant à développer de nouvelles idées, comportements, produits ou procédés qui contribuent à réduire les atteintes environnementales.

¹²¹ « Une alternative écologique au nucléaire », *L'Express*, 02 mars 2015.

Ce phénomène d'environnementalisation du marémoteur se retrouve aussi dans l'industrie du gaz de schiste¹²², du charbon¹²³ ou du nucléaire. Comme on parle d'un nouveau marémoteur de 2^{ème} génération, on parle d'un nucléaire de IV^{ème} génération plus moderne et respectant les impératifs environnementaux. Ces exemples nous rappellent que dans l'énergie, la généalogie historique compte. L'idée de passer d'une génération à l'autre permet ainsi de mettre en avant la notion de rupture et de transition. Les stratégies communicationnelles ne doivent pas être ici sous-estimées.

Ce changement paradigmatique est pour nous un basculement majeur. En effet, bien qu'il n'y ait pas eu de construction de nouvelles usines en France, la perception et le positionnement de cette énergie semble bouger. Les acteurs programmatiques promotionnels du marémoteur construisent leurs discours à travers le paradigme de la croissance verte et de la croissance bleue. Ainsi lors d'un colloque organisé en octobre 2013 par la SHF intitulé « L'énergie marémotrice », plusieurs présentations ont montré que l'énergie marémotrice était une option à ré-ouvrir et à réexaminer dans un climat dépassionné et objectivé sur la question socio-environnementale¹²⁴.

Nous pouvons ici noter qu'au sein d'EDF, l'hydraulique (bien que « première » des énergies renouvelables) a rejoint les « énergies nouvelles renouvelables » (éolien solaire, hydrolien) en termes d'organisation et de pilotage des grands projets. Cette anecdote est du moins intéressante sachant que le marémoteur, comme nous l'avons vu auparavant, s'inscrit dans la lignée génétique de l'hydraulique. Ainsi EDF nous présente l'énergie marémotrice comme « une énergie renouvelable, « verte », inépuisable et parfaitement prédictible (Libaux, Cochet, 2014). De même, nous pouvons ici noter qu'EDF construit actuellement un nouvel aménagement hydroélectrique dans la vallée de la Romanche. Il s'agit du plus grand chantier hydroélectrique actuellement conduit par EDF en France. Le marémoteur reste néanmoins une filière soumise à de fortes critiques en France, notamment environnementales.

« Néanmoins les problèmes environnementaux sont un obstacle dans tous les pays développés et cette difficulté ne va pas s'amoinrir. On peut s'interroger sur l'avenir de cette énergie à grande échelle, et le potentiel en France est donc considéré comme pratiquement nul (Gauthier, 2010 : 9) » ; « L'énergie marémotrice, malgré un fort potentiel énergétique, se heurte à des difficultés d'intégration dans l'environnement (fermeture d'estuaires) ne permettant pas de projets réalistes en France (Boyé *et al.*, 2013 : 3) »

¹²² « Enfin propre, le gaz de schiste boostera notre économie en 2020 », *Capital*, 25 avril 2013.

¹²³ « Au Canada, une centrale à charbon « presque propre », *Le Monde*, 11 novembre 2014.

¹²⁴ Voir la session 5 *Intégration et acceptabilité environnementales*, Yves-Marie Paulet, Université de Brest.

Le marémoteur cherche donc à se réinventer au regard de ce système de contraintes afin d'allier acceptabilité socio-environnementale et compétitivité économique.

2. Refaire ou défaire la Rance ? La résurgence du marémoteur à travers le prisme du pluralisme technologique

L'encombrant héritage de la Rance et des projets avortés dans les années 1980 encouragent les ingénieurs à imaginer de nouvelles trajectoires technologiques permettant de mieux incorporer l'énergie des marées dans le paradigme écologique. L'énergie des marées se retrouve ainsi dans les années 2000 au cœur d'une techno-diversité importante. Ainsi, si l'innovation radicale s'est faite, au moins dans la phase de recherche fondamentale, dans les années 1950 et 1960 (cela aboutira à l'inauguration de la Rance en 1967), l'innovation se réalise aujourd'hui par des progressions incrémentales dans les rendements (optimisation et innovation d'amélioration) et sur les supports des machines. L'énergie des marées se sous-divise en deux trajectoires : une trajectoire d'un marémoteur que nous qualifierons de « traditionnel » (« *le big* ») s'inscrivant dans l'héritage de la Rance et dans le modèle de la grosse hydroélectricité de montagne (technologie de bassin réservoir) et une trajectoire alternative s'inscrivant dans un modèle énergétique décentralisé en privilégiant les petites et moyennes productions (« *le smart* ») s'inscrivant dans le modèle de l'hydrolien (système libre sans réservoir et mu par la vitesse des courants). Le marémoteur du XXI^e siècle s'inscrit désormais dans le paradigme de la diversification technologique.

i. Le choix du « big is beautiful » : actualiser et repenser le « marémoteur traditionnel ».

Cette résurgence du marémoteur s'inscrit dans une dynamique éminemment internationale. Comme indiqué dans la synthèse d'étude prospective à l'horizon 2030 (Paillard *et al.*, 2009) « l'énergie marémotrice vit un renouveau hors de France ». Différents projets sont lancés à l'échelle mondiale (Figure 10). En Corée du Sud est inaugurée la centrale de Sihwa (260 MW) et l'étude du projet Garolim (500 MW). Au Royaume-Uni sont relancées des études sur la Severn en 2010 (barrage marémoteur de 8.6 GW et autres variantes de barrages et lagons), sur la Mersey (barrage de 700 MW, EDF faisant partie du consortium de bureaux d'études) et surtout le projet de lagon de *Tidal Lagoon Power* de 320 MW à Swansea¹²⁵. Cette émulation internationale a donné une nouvelle impulsion à cette filière.

¹²⁵ Pour faire suite aux interrogations du gouvernement britannique sur la pertinence de ces nouveaux projets marémoteurs, un rapport sur le sujet a été conduit et présenté en janvier 2017 par Charles Hendry, ancien ministre de l'Énergie.



Figure 10. Les usines marémotrices dans le monde en 2017. Source : EDF, 2017.

A côté des traditionnels barrages en estuaire, des projets innovants basés sur le principe des barrages hydroélectriques appliqués à la mer (lagons artificiels, soit au large, soit raccordés à la côte) ont aussi émergés. Ainsi le centre scientifique danois Riso-DTU, associés à l’opérateur énergétique Kema et à un cabinet d’architectes (Gottlieb Paludan), proposa dans le cadre d’un projet de recherche européen d’appliquer cette technique en mer, dans d’immenses atolls artificiels imperméables¹²⁶. Ce concept « d’atolls » a été regardé dès les années 1980, mais non retenu car trop consommateur de matériaux pour la construction des digues¹²⁷. A la demande de l’académie française des technologies et de l’Office parlementaire d’évaluation des choix scientifiques et techniques, François Lempérière réalisa une étude sur le sujet en 2009.

Cette trajectoire technologique est une « marinisation » des technologies hydroélectriques traditionnelles, l’objectif étant de tirer profit des synergies existantes entre marémoteur et hydroélectricité. Ce nouveau marémoteur nous est ainsi présenté comme des « barrages appliqués en mer¹²⁸ », la technologie étant basée sur le « vieux principe des écluses¹²⁹. » D’autres encore proposent des projets pour faire de la Rance une « Super Rance » (Lempérière, 2015). Le rapport remis par Gisèle Gauthier, sénateur de Loire-Atlantique, qui s’inscrit dans la continuité du Grenelle de la mer, insistait

¹²⁶ <https://stateofgreen.com/en/profiles/gottlieb-paludan-architects/solutions/green-power-island> Consulté le 5 septembre 2017.

¹²⁷ Entretien avec Claude Bessière, Directrice innovation à INGEROP, 19 juillet 2017.

¹²⁸ « Le principe des barrages appliqué en mer », *Les Echos*, 24 septembre 2009.

¹²⁹ « Une centrale marémotrice géante à l’étude au Royaume-Uni », *Le Monde*, 07 mars 2015.

sur le potentiel exceptionnel des énergies marines sous toutes leurs formes : hydrolienne, marémotrice, éolienne posée ou flottante, énergie thermique des mers et biomasse marine. Dans celui-ci, l'usine de la Rance est clairement mise en avant comme un avantage compétitif pour construire une filière industrielle nationale tournée vers les énergies marines. Comme le mentionne Bernadette Bensaude-Vincent : « Le passé historique est souvent instrumentalisé pour crédibiliser et légitimer une ligne d'action présente. » (2015 : 65).

« La France bénéficie d'un retour d'expérience industriel de premier plan avec la mise en service en 1966 du barrage marémoteur de la Rance, qui reste à ce jour la plus grande usine marémotrice du monde. » (Gauthier, 2010 : 12)

« Ce savoir-faire français autour du marémoteur n'a pas été assez valorisé. Il y a beaucoup de travaux sur la Rance actuellement pour optimiser la machine, la production. Il y a désormais une prise de conscience. 100 millions ont été mis pour rénover la Rance¹³⁰. »

Cette « vitrine technologique » encouragea EDF à investir dans un grand programme de rénovation du site. Cet important programme de maintenance, qui a débuté depuis les années 1990¹³¹, se donne pour objectif de fiabiliser et moderniser l'aménagement afin d'en garantir sa sécurité et sa rentabilité à long terme. EDF a ainsi engagé des travaux de rénovation de ce site de production en 2012 afin de le fiabiliser, moderniser, renforcer sa sécurité et sa performance à long terme. Ceci marque une volonté d'actualiser et de valoriser un investissement intellectuel passé (La Rance) par des données et technologies récentes (via les outils numériques par exemple). La longévité de l'installation est un argument que compte bien mettre en avant les acteurs promotionnels du marémoteur.

« La Rance reste une référence mondiale. Elle est de plus en plus visitée par des ingénieries étrangères et des investisseurs potentiels qui souhaitent comprendre cette technologie, son exploitation, ses contraintes, son bilan. (Libaux, Cochet, 2014). »

Elle montre aussi qu'EDF reste sous la contrainte d'une installation technique qui a maintenant plus de 50 ans. Comme l'indique Virginie Jacquier-Roux (1994), l'histoire des recherches précédemment engagées et l'acquis technologique propre à chaque firme ont donc une grande importance en ce qu'ils créent une contrainte de continuité et une irréversibilité pour les recherches futures (concept de *path dependence*).

¹³⁰ Entretien avec Vincent de Laleu, Chef de projet Synthèse Veilles ENR à EDF R&D, 28 juillet 2016.

¹³¹ Un premier programme de rénovation de 400 millions de francs a été lancé en 1995 (voir *Le Monde*, 8 mai 1995).

En France, des études sont actuellement menées par l'entreprise *Tidal Lagoon Power* en Normandie et dans les Hauts-de-France. L'idée de voir resurgir un projet marémoteur d'envergure dans le Cotentin est de nouveau en gestation (phénomène de résurgence).

« Nous avons constaté un potentiel très important en France. Sur la côte ouest du Cotentin et en Picardie, il y a les conditions de marnage supérieur à 8 mètres et de bathymétrie faible pour des lagons marémoteurs. Nos ingénieurs regardent les possibilités techniques sur ces côtes¹³². »

Les industriels de ce « marémoteur traditionnel » inscrivent le discours promotionnel à travers :

(a) Le prisme environnemental :

« Notre objectif est d'exploiter une source d'énergie durable pour le bien du monde [...] Le changement climatique est une question d'importance internationale. Il est essentiel de trouver des solutions de remplacement aux énergies fossiles¹³³. »

(b) Le prisme de la compétitivité économique :

« L'énergie produite par le lagon de Cardiff serait deux fois moins chère que l'énergie la moins chère actuellement (£14,76). Le nouveau nucléaire est à £25,78 MW/h. L'énergie la plus chère est l'énergie solaire, dont le prix s'élève à £89 MW/h¹³⁴. »

(c) Le prisme de la solidité/pérennité :

« Notre premier projet, le lagon marémoteur de *Swansea Bay*, permettra d'établir un plan directeur pour notre programme. Ce sera le premier lagon marémoteur au monde, pouvant fournir de l'électricité 14 heures par jour pendant 120 ans, sa durée de vie¹³⁵. »

(d) Le prisme de la protection contre le risque climatique :

« Ce n'est pas seulement un projet pour bénéficier d'une production d'énergie à bas coût. C'est un projet qui permettra de protéger ce territoire, particulièrement vulnérable aux élévations du niveau de la mer, contre les inondations¹³⁶. »

(e) Le prisme des complémentarités technologiques à trouver avec les autres filières renouvelables, comme le solaire flottant :

« The lagoon's backers also believe its prospects will be boosted by adding floating solar panels to the lagoon, ramping up the amount of electricity it generates. UK water companies have already used floating solar power on reservoirs in Manchester, near

¹³² Propos de Paul Leslie, directeur du développement de Tidal Lagoon Power pour la France, dans *Le Marin*, 15 juin 2017.

¹³³ Plaquette de présentation des lagons marémoteurs, Tidal Lagoon Power Ltd, 2017

¹³⁴ *Ibidem*.

¹³⁵ *Ibidem*.

¹³⁶ Propos de Bob Long, directeur général de *Natural Energy Wire* (NEW), dans *Le Marin*, 13 février 2017.

Heathrow and elsewhere¹³⁷. »

Ce double argument de solidité/complémentarité permet d'inscrire le marémoteur dans une perspective du temps long (grande durée de vie) dans lequel les autres énergies renouvelables (hormis l'hydroélectricité) ne peuvent pas répondre¹³⁸. Cela rejoint les thèses de certains auteurs pour qui le XXI^e siècle s'inscrirait dans une temporalité technologique du temps long :

« Si la vitesse semble avoir fasciné le XX^e siècle avec des techniques comme l'aviation, l'automobile et les télécommunications, etc, le souci de durer, de « permanencer » semble inspirer celles du siècle commençant. » (Bensaude-Vincent, 2015 : 64)

Cette mise en perspective temporelle permet enfin de réaliser une distinction qu'il faut opérer entre ce qui est rentable à un moment donné et ce qui peut l'être davantage dans le temps long, entre ce que les économistes appellent la rentabilité statique et la rentabilité dynamique (le coût financier important de la construction est remboursé par la longévité de l'installation).

Finalement, ces projets s'inscrivent dans le cadre du modèle EDF classique, que nous pouvons définir comme celui du centralisme dirigiste et du temps long.

ii. Le choix du « smart is beautiful » : divorcer de la Rance

A côté d'un marémoteur qu'on qualifiera de « traditionnel » (du type Rance) se développent de nouvelles trajectoires et des sous-filières technologiques exploitant elles aussi l'énergie des marées. Si nous partons sur l'hypothèse qu'un marémoteur « traditionnel » (du type Rance) s'inscrit dans un système de contraintes importantes (notamment environnementales et financières), l'objectif des promoteurs de l'énergie des marées est donc désormais de proposer des alternatives technologiques pour pallier les controverses¹³⁹. Comme indiqué par David Edgerton (2013 : 277) :

« Si nous pouvons stopper les projets, on nous affirme en revanche souvent que nous ne pouvons « désinventer » les techniques, autrement dit, que nous ne pouvons pas nous en débarrasser [...] Et l'une des tâches nouvelles auxquelles sont confrontés les scientifiques et les ingénieurs est de faire disparaître de vieilles technologies. »

¹³⁷ "Swansea tidal lagoon plan revived - without government funding", *The Guardian*, 4 février 2019.

¹³⁸ La durée de vie des hydroliennes de DCNS est estimée à 30 ans.

¹³⁹ <https://www.geo.fr/environnement/rance-50-ans-du-barrage-ils-manifestent-pour-sauver-le-fleuve-164193>
Consulté le 1^{er} mars 2019.

C'est pourquoi des trajectoires nouvelles apparaissent depuis les années 2000 (notamment à travers les hydroliennes) permettant à cette filière de la rendre plus acceptable et compétitive. Cela confirme notre thèse que l'énergie des marées devient pluri-technologique au cours des années 2000.

Aussi d'autres procédés pour exploiter l'énergie mécanique des marées ont été envisagés dès les années 1980. Ces technologies s'inscrivent dans une rhétorique écologique car ils n'impliquent par l'édification de barrages plus ou moins gigantesques. Ils permettent ainsi d'envisager une production décentralisée (ce que le « marémoteur traditionnel » ne permet pas).

Un vocabulaire technique nouveau est formulé. Une nouvelle filière technique (l'hydrolien¹⁴⁰) fonctionnant à l'énergie des courants de marée (mais se rattachant à l'éolien) s'institutionnalise. La différence entre la filière marémotrice la filière hydrolienne tient technologiquement au support. Là encore on peut voir la proximité technologique et culturelle entre l'hydrolien et l'hydraulique.

EDF a ainsi choisi de se positionner sur la filière hydrolienne car celle-ci reste une technologie proche de l'hydroélectricité du point de vue de la prédictibilité. De plus, c'est une filière où les impacts environnementaux et sociaux sont limités. Cette stratégie d'EDF s'inscrit dans une continuité historique où la turbine se définit comme la technologie générique. Elle oblige à EDF à « désapprendre » une partie de l'ancien paradigme (« *le big* ») et de transférer une partie de l'ancien paradigme vers le nouveau (« *le smart* »), tout en conservant le modèle du système standardisé et centralisé¹⁴¹ :

« On sait prédire les marées, on sait prédire l'énergie. Donc on sait tel jour à telle heure, combien on va produire. C'est extrêmement important. Il n'y a que deux énergies renouvelables qui apportent ça : l'hydroélectricité à terre, les hydroliennes sous mer¹⁴². »

Cette proximité avec l'hydraulique et la turbine est aussi un argument mis en avant par DNCS pour expliquer ses investissements dans l'hydrolien :

« Nous avons un savoir-faire en hydraulique et en aérodynamique que d'autres industriels n'ont pas : la seule différence entre une hydrolienne et une propulsion de sous-marin c'est que pour la première, c'est l'eau qui fait tourner l'hélice¹⁴³. »

¹⁴⁰ Une hydrolienne est une turbine sous-marine qui convertit l'énergie cinétique des courants marins (courants océaniques et courants de marée) en électricité, comme le feraient des éoliennes avec le vent.

¹⁴¹ Voir la vidéo de présentation d'EDF Le fonctionnement d'une centrale hydrolienne, 2015. <https://www.youtube.com/watch?v=QibwvoTvDFo> Consulté le 5 septembre 2017.

¹⁴² Propos de Xavier Ursat, Directeur production hydraulique EDF, Journal télévisé de France 2, 31 août 2011. Source INA.

¹⁴³ Hervé Guillou, président-directeur général de Naval Group, dans « Le groupe naval DCNS veut devenir numéro un des énergies marines », *Libération*, 6 janvier 2017.

Cette trajectoire technologique que représente l'hydrolien est elle aussi subdivisée en plusieurs sous-trajectoires technologiques. L'évolution de la trajectoire de ces nouvelles sous-filières dépendra naturellement pour une grande part de leurs performances technologiques et de leur compétitivité sur les marchés de l'industrie électrique. La construction d'un nouveau vocabulaire technique permet aussi de réactualiser l'héritage du « marémoteur traditionnel ». Il en est par exemple du concept des « maréliennes » (*tidal garden*) (Lempérière, 2014) ou de « marémoteur flottant¹⁴⁴ » (*floating tidal energy*). Si le « marémoteur traditionnel » peut être défini comme une hybridation technologique hydroélectricité-marémoteur, le concept de marélienne se définit quant à lui comme un concept hybride marémoteur-hydroliennes.

Le terme de « marélienne » permet ainsi à EDF de moderniser le marémoteur en l'inscrivant terminologiquement dans une nouvelle filière technologique neutre et mieux acceptée : l'hydrolien.

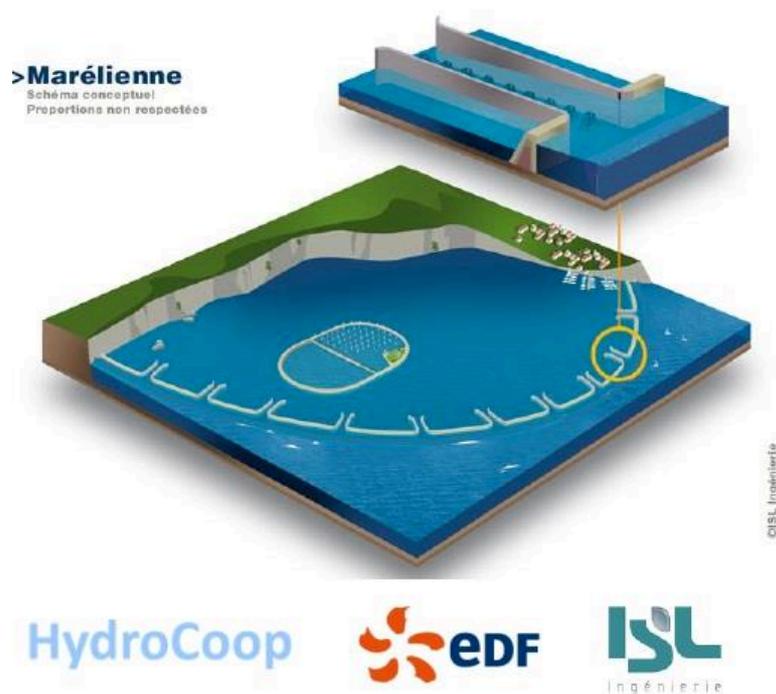


Figure 11. Concept de marélienne. Source : EDF, 2017

¹⁴⁴ Le projet « *Floating Tidal Energy Commercialisation* » (FloTEC), dirigé par *Scotrenewables Tidal Power*, a été reconnu par le programme Horizon2020 de la CE pour sa capacité à démontrer que les systèmes marémoteurs flottants peuvent fournir de l'énergie à haute valeur et faible coût au réseau européen.

Conclusion

L'exploitation de l'énergie des marées est une histoire des résurgences technologiques. Le marémoteur peut-être défini comme une « technologie cyclique » qui a connu une trajectoire en dents de scie. Comme nous avons pu le voir, l'émergence et les phénomènes de résurgence du marémoteur sont liés à des crises : guerres, crises énergétiques, crise environnementale. Ceci conforme la thèse selon laquelle les crises encouragent et accélèrent le changement technologique. La notion de résurgence technologique nous conduit aussi à repenser le temps technologique tel que le définissent les chronologies classiques fondées sur l'innovation (Schumpeter). La trajectoire techno-historique du marémoteur démontre une nouvelle fois que le secteur de l'énergie reste largement dominé par les inerties et par l'importante immobilité technologique des systèmes énergétiques existants.

Dans son ouvrage *The Evolution of Technology* paru en 1988, George Basalla analyse de fond en comble les implications d'une application des théories évolutionnistes à la technologie. « Diversité » et « continuité » sont les deux mots clés de l'évolutionnisme technologique défendu par son ouvrage. L'auteur nous montre qu'à de rares exceptions, toutes inventions sont des modifications d'objets préexistants. La trajectoire du marémoteur nous pousse à valider cette thèse, la turbine étant le « gène commun¹⁴⁵ » entre hydroélectricité, marémoteur, éolienne et hydrolienne (Figure 12). En reprenant les mots de Bertrand Gilles (1978 : 19) :

« Toutes les techniques sont, à degrés divers, dépendantes les unes des autres, et il faut nécessairement entre elles une certaine cohérence. Cet ensemble de cohérences aux différents niveaux de toutes les structures, de tous les ensembles et de toutes les filières compose ce que l'on peut appeler un système technique. »

Nous avons montré que la Rance est bien une innovation de rupture, une technologie générique, car elle est encore aujourd'hui à l'origine de changements progressifs et nombreux qui orientent la filière marémotrice. L'apprentissage de la Rance a été à la fois stratégique, par la prise en compte de la critique multiforme, et technologique, par la définition d'une nouvelle filière (l'hydrolien) et la création de nouvelles sous-trajectoires technologiques (lagon, marélienne, marémoteur flottant... etc). La technologie et les choix industriels se positionnent par rapport à elle¹⁴⁶. Elle est une opportunité unique d'enseignement pour le marémoteur du futur.

¹⁴⁵ Expression empruntée à Yves Deforge dans *Technologie et génétique de l'objet industriel*, Collection Université de Compiègne, 1981.

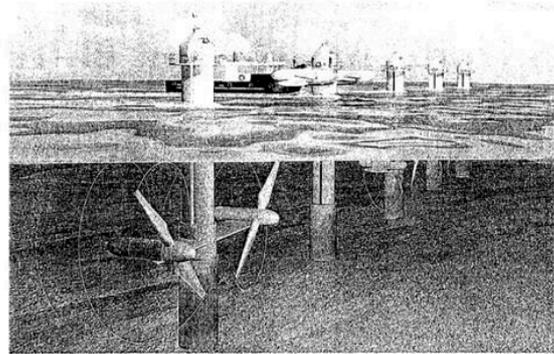
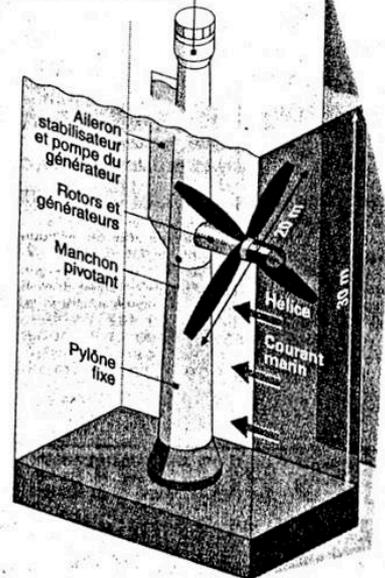
¹⁴⁶ « Royaume-Uni : un projet d'usine marémotrice met en cause l'exemple breton », *Sciences & Avenir*, 20 juillet 2013.

« Enfin et surtout, la mer peut également être une source d'énergies nouvelles entièrement renouvelables. Je crois, pour ma part, énormément au potentiel prodigieux des énergies marines. Depuis l'usine marémotrice de la Rance, la France possède une longue expérience, sans équivalent au monde, de ce qu'il faut faire, et aussi de ce qu'il ne faut pas faire sur le plan écologique¹⁴⁷. »

■ Des moulins sous-marins

Ce modèle actuellement expérimenté dans la Manche par les Anglais pourrait permettre d'exploiter les forts courants de cette mer.

Tourelle dans laquelle seront installés des transformateurs



Pour produire de l'électricité avec les courants marins, Marine Current Turbines projette d'installer des mâts équipés d'hélices à une trentaine de mètres de profondeur.

Des « éoliennes » sous les mers

Figure 12. Les hydroliennes sont inscrites dans la filiation des moulins à marée médiévaux et des éoliennes contemporaines. Sources : *Le Télégramme*, 24 mars 1999 et *Les Echos*, 17 mars 2003.

Cet héritage reste totalement indépendant des couleurs politiques et nous insistons sur le fait qu'il faille comprendre notre terme d'encombrant (dans le titre de l'article) à la fois comme la référence au succès et comme celle des débats plus conflictuels. La question est de savoir désormais si le marémoteur soumis au poids de l'histoire de la Rance, arrivera à outrepasser cet encombrant héritage (controverses politiques, environnementales et socio-économiques) en s'intégrant dans un projet de territoire co-construit avec les acteurs locaux et les acteurs de la mer. L'avenir du marémoteur s'inscrit donc dans une contradiction. D'un côté, il cherche à s'inscrire dans un héritage historique qui lui permet de véhiculer un aspect rassurant, qui est celui d'une technologie mature et maîtrisée. D'un autre côté, il cherche à se démarquer de cet héritage en promouvant la rupture et la nouveauté.

¹⁴⁷ Déclaration de M. Nicolas Sarkozy, Président de la République, sur la politique maritime de la France, Le Havre, le 16 juillet 2009.

Références

- Banal Michel, 1997, « Histoire de l'énergie marémotrice en France », *La Houille Blanche*, n° 3, p.14-15.
- Basalla George, 1988, *The Evolution of Technology*, Cambridge Studies in the History of Science, Cambridge University Press.
- Bensaude-Vincent Bernadette, 2015, « Promesses et régime d'historicité en technosciences », paru dans Audétat Marc, *Sciences et Technologies émergentes : Pourquoi tant de promesses ?*, Hermann, Paris, p.49-68.
- Bouvier Yves (dir.), 2012, « Les défis énergétiques du XXI^e siècle. Transition, concurrence et efficacité au prisme des sciences humaines », *Histoire de l'Énergie*, 2, P.I.E. Peter Lang, Bruxelles.
- Bouvier Yves, « L'horizon nucléaire en France : transition énergétique ou énergie de transition ? » dans Lamard Pierre, Stoskopf Nicolas (dir.), *La transition énergétique : un concept historique ?*, Presses Universitaires du Septentrion, 2018, p.23-38.
- Boyé Henri *et al.*, 2013, *Rapport de la mission d'étude sur les énergies marines renouvelables*, Ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie, Ministère de l'économie et des finances Ministère du redressement productif, mars 2013.
- Brin André, 1979, *Océan et Énergie*, Technip, Paris.
- Caquot Albert, 1971, *La baie du Mont-Saint-Michel, grande source d'énergie*. Document non publié. Février 1971.
- Cazenave P., 1997, « L'utilisation des groupes bulbes dans les aménagements de basse chute », *La Houille blanche*, n°3, p. 25-31.
- Cotillon J., 1973, « Les groupes bulbes. De Röstin en Avignon : l'essor d'une technique », *La Houille blanche*, n°2/3, p. 179-199.
- Dalmasso Anne, Robert Éric, 2009, *Neyrpic Grenoble. Histoire d'un pionnier de l'hydraulique mondiale*, Renage, Dire l'entreprise.
- Dard Olivier, 2002, *Le rendez-vous manqué des relèves des années 1930*, PUF, Paris.
- Debeir Jean-Claude, Deléage Jean-Paul, Hémery Daniel, 2013, *Une histoire de l'énergie*, Flammarion, Paris.
- Demangeot Jean, 1945, « Perspectives d'avenir de la houille bleue », *Revue de géographie alpine*, volume 33, n°2, p. 299.
- Demangeot Jean, 1945, « Possibilités d'avenir de la houille bleue », *Études rhodaniennes. Revue de géographie régionale*, vol. 20, n°1-2, p. 133-137.
- Edgerton David, 2013, *Quoi de neuf ? Du rôle des techniques dans l'histoire globale*, Seuil, Paris.

Fichot Eugène, 1923, *La conquête de la Houille Bleue, Les Marées et leur utilisation industrielle*, Science et Civilisation.

Flonneau Mathieu, Guigueno Vincent, 2009, *De l'histoire des transports à l'histoire de la mobilité ?*, PUR, Rennes.

Fraud Christian, Jehel Pierre-Jérôme, 2016, *Usine marémotrice de la Rance : Née de la force des océans*, Dinard, Editions Bow-Window.

Gall Alexander, 2006, « Electricity and competing visions of a United Europe » in Erik van der Vleuten, Arne Kaijser (ed.), *Networking Europe. Transnational Infrastructures and the Shaping of Europe, 1850-2000*, Sagamore Beach, Wason Publishing International, p. 99-128.

Gauthier Gisèle, 2010, *Rapport Énergies Marines Renouvelables Emplois, Compétences, Formation Quelles perspectives d'avenir ?*, remis à M. François Fillon Premier Ministre.

Genthial André, 1956, Président de la société hydrotechnique de France, dans Les énergies de la mer, Compte rendu des quatrièmes journées de l'hydraulique, *La Houille Blanche*, Paris, 13, 14 et 15 juin 1956.

Gibrat Robert, 1966, *L'énergie des marées*, la Science Vivante, Presses universitaires de France, Paris.

Gibrat Robert, 1973, « L'énergie marémotrice dans le monde. L'usine marémotrice de la Rance et l'environnement », dans *La Houille blanche*, numéro spécial, 2-3/1973, « Six ans d'exploitation de l'usine marémotrice de la Rance », p. 145-150.

Gibson A.H., 1933, *Construction and Operation of a Tidal Model of The Severn Estuary*, Published by H.M.S.O.

Giguët Raymond, 1952, « Réalisations et perspectives de l'équipement électrique », *Revue française de l'énergie*, n°32, p. 282-292.

Gilles Bertrand, 1978, *Histoire des techniques*, Encyclopédie de la Pléiade, Paris.

Gras Alain, 1997, *Les macro-systèmes techniques*, Presses Universitaires de France, Paris.

Jacquier-Roux Virginie, 1994, « De l'indivisibilité à la divisibilité de la R&D industrielle », *Revue d'Economie Industrielle*, n°68, pp. 43-59.

Héran Frédéric, 2014, *Le retour de la bicyclette, Une histoire des déplacements urbains en Europe, de 1817 à 2050*, La Découverte, Paris.

Kemp René et Soete Luc, 1992, « The greening of technological progress: an evolutionary perspective ». *Futures*, 24 (5), p. 437-457.

Lempère François, 2009, *An overview of tidal power potential and prospects - Hydropower & Dams supplement*, Hydro Coop.

Lempérière François, 2014, « Une utilisation innovante et très prometteuse des hydroliennes », HydroCoop. Publié le 24 janvier 2014 dans Energie marémotrice : <http://fr.hydrocoop.org/les-mareliennes-une-utilisation-innovante-et-tres-prometteuse-des-hydroliennes/>

Lempérière François, 2015, *On peut doubler l'usine marémotrice de la Rance avec une solution innovante très prometteuse*, HydroCoop.

Libaux Antoine, Cochet Christophe, 2014, « Energie marémotrice : en route pour de nouvelles réalisations ? » EDF - Centre d'Ingénierie Hydraulique, Conférence de l'Institut Coriolis - Ecole Polytechnique, 5 mai 2014.

https://www.coriolis.polytechnique.fr/Confs/Libaux_Docs/coriolis_05mai2014_principal2.pdf

Lowrie Walter E., 1968, "Roosevelt and the Passamaquoddy Bay Tidal Project", Walter E. Lowrie, *The Historian*, Vol. 31, N.1, p. 64-89.

Martin Jean-Marie, 2000, « Le changement des technologies de l'énergie : genèse, modalités et hypothèses explicatives » in : Bourgeois B., Finon D., Martin J.-M. (dir.), *Énergie et changement technologique. Une approche évolutionniste*, Economica, Paris, p. 17-61.

Marrec Anaël, 2018, *Histoire des énergies renouvelables en France, 1880-1990*, Thèse de doctorat en Epistémologie, histoire des sciences et des techniques, Sous la direction de Dominique Pecaud et de Pierre Teissier, Thèse soutenue le 26 septembre 2018 à l'Université de Nantes.

Massé Pierre, 1952, « L'électricité devant un nouveau Plan », *Revue française de l'énergie*, n°30, avril 1952, p. 214-226.

Morsel Henri (dir.), 1996, *Histoire de l'électricité en France. Tome 3 : 1946-1987*, Fayard, Paris.

Naegel Paul, 2014, « L'usine marémotrice sur la Rance : son histoire pour partie revisitée », *La Houille Blanche*, Numéro 2, Avril 2014.

Naegel Paul, « Une première mondiale énergétique française : l'usine marémotrice de la Rance », 2012. <https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00746910/document>

Paillard Michel *et al.* (dir.), 2009, *Energies renouvelables marines : Etude prospective à l'horizon 2030*, Quae, Versailles.

Pehlivanian Sophie, *Histoire de l'énergie solaire en France. Science, technologies et patrimoine d'une filière d'avenir*, thèse soutenue le 13 décembre 2014 à l'Université de Savoie.

Picard Jean-François, Beltran Alain, Bungener Martine, 1985, *Histoire (s) de l'EDF : comment se sont prises les décisions de 1946 à nos jours*, Dunod, Paris.

Picard Jean-François, 1987, *Recherche et Industrie, Témoignages sur 40 ans d'études et de recherches à EDF*, Eyrolles, Paris.

Rennings Klaus, 2000, "Redefining innovation - eco-innovation research and the contribution from ecological economics", *Ecological Economics*, n°32, pp. 319-332.

Romanovsky Vsevolod., 1950, *La mer, source d'énergie*, PUR, Paris.

Rouzé Michel, 1959, *L'énergie des marées*, Monte-Carlo, Editions du Cap.

Simondon Georges, 1958, *Du mode d'existence des objets techniques*, Editions Montaigne, Paris.

Thomé Pierre, 2012, *Créateurs d'utopies*, Edition Yves Michel, Gap.

Varaschin Denis, 2015, « De la Grande Guerre aux grands barrages ; la loi de 1919 et le développement de l'hydroélectricité dans les années 1920 », in *Pour Mémoire*, numéro hors-série, hiver 2015-2016, actes des journées « Travaux publics de guerre et d'après-guerre : administration, politiques et expertises autour d'un ministère civil mobilisé (1914-1929) », p. 144-158.

Varaschin Denis, 1998, « Légendes d'un siècle : cent ans de politique hydroélectrique française », dans La politique énergétique française au XX^e siècle, *Les Annales des Mines - réalités industrielles*, août 1998, p. 27-33.

Viollet Pierre-Louis, 2005, *Histoire de l'énergie hydraulique : moulins, pompes, roues et turbines de l'Antiquité au XX^e siècle*, Presses de l'Ecole nationale des Ponts et Chaussées, Paris.

Chapitre 2 - Transformer les vagues en énergie : utopie ou réalité ?¹⁴⁸

Turning waves into energy : utopian dream or reality?

Sylvain ROCHE, Doctorant CIFRE à la Région Nouvelle-Aquitaine, rattaché au laboratoire de sciences économiques GREThA (CNRS UMR 5113), Université de Bordeaux. sylvain.roche@u-bordeaux.fr

Alain CLEMENT, Ingénieur chercheur en hydrodynamique, équipe Énergies Marines et Océan. Laboratoire de recherche en Hydrodynamique, Énergétique et Environnement Atmosphérique (LHEEA). alain.clement@ec-nantes.fr

Aurélien BABARIT, Ingénieur chercheur en hydrodynamique, équipe Énergies Marines et Océan. Laboratoire de recherche en Hydrodynamique, Énergétique et Environnement Atmosphérique (LHEEA). aurelien.babarit@ec-nantes.fr

Christophe BOUNEAU, Professeur d'histoire contemporaine, Centre d'études des mondes moderne et contemporain - EA 2958. Université Michel de Montaigne. christophe.bouneau@wanadoo.fr

Résumé

Cet article s'intéresse à la trajectoire contrariée de l'énergie des vagues. S'inscrivant dans une démarche *forecasting* volontairement transdisciplinaire à la croisée des sciences sociales et des sciences de l'ingénieur, notre propos vise à questionner la situation présente (*insight*) de cette énergie en replaçant les enjeux à travers le prisme rétrospectif (*hindsight*) et prospectif (*foresight*). Comment expliquer la difficulté du houlomoteur à se déployer industriellement alors que la recherche scientifique est foisonnante depuis le XIX^e siècle ?

Introduction

La fascination pour les vagues inspire les artistes depuis le XIX^e siècle, les conduisant souvent à des conduites extrêmes¹⁴⁹. Elles ont depuis longtemps frappé les imaginations, provoquant un sentiment de liberté et de puissance, faisant éprouver à l'homme sa finitude et sa faiblesse. Comment ici ne pas

¹⁴⁸ Cet article a été présenté lors du colloque « Face à la puissance. Une histoire des énergies renouvelables et alternatives (XIX^e-XX^e) » organisé à l'Université de Bourgogne (Dijon, 23-23 mars 2018). http://tristan.u-bourgogne.fr/CGC/manifestations/17_18/18_03_22-23.html Il a été publié en varia dans le numéro 9 de la revue scientifique *Artefact*. <https://journals.openedition.org/artefact/>

¹⁴⁹ À ce titre, le Musée Malraux du Havre a présenté en 2004 deux expositions « Vagues 1. Autour des Paysages de mer » et « Vagues 2. Hommages et digressions » afin de montrer les divers aspects, poétiques, artistes, fantasmagoriques, propres à la vague. Voir Annette Haudiquet, Marc Donnadiou, Jean-Pierre Melot, *Vagues II - Hommages et digressions*, catalogue d'exposition - Le Havre, musée Malraux, 26 juin - 27 septembre 2004, Paris, Somogy, 2004.

penser aux vagues de Gustave Courbet ou à celles de Hokusai ? Ou encore aux vagues géantes, les vagues scélérates, qui alimentent depuis des siècles l’imaginaire des marins ? Cette image de la force des vagues dans l’inconscient collectif se nourrit aussi des résultats des catastrophes naturelles de type tsunami.

À côté de cet imaginaire maritime se développe un imaginaire autour de l’énergie. Depuis la révolution industrielle et l’avènement de la fée électricité, la production et les transformations de l’énergie sont un terrain de chasse privilégié pour la construction des imaginaires collectifs (Beltran et Carré, 2016). Le XX^e siècle a vu ainsi s’enchaîner toute une palette de technologies présentées bien souvent comme « la » solution définitive aux diverses crises énergétiques, mettant en exergue la fragilité de notre système énergétique (Debeir *et al.*, 2013). On connaissait l’empire britannique et son hymne « *Britannia rule the waves* », qui rêvait de commander aux vagues. Grâce à la technologie, les ingénieurs entendent bien réaliser ce rêve en produisant de l’énergie à foison¹⁵⁰. Par son fort pouvoir cognitif et communicationnel (l’énergie de la houle est une puissance mentalement simple à se représenter), la vague symbolise naturellement les « énergies nouvelles¹⁵¹ », et plus spécifiquement la filière des énergies marines dont elle devient l’emblème (Figure 13). Dans cette histoire où la mer se présente comme la nouvelle frontière à conquérir, l’énergie des vagues participe à la construction d’un imaginaire du fait de son insertion dans cet univers symbolique : elle matérialise un nouveau projet technologique, cette mer du XXI^e siècle source d’énergies renouvelables inépuisables¹⁵², ce grand rêve pour demain dont témoignent de nombreux articles :

« Il y a longtemps que l’on rêve d’exploiter l’énorme potentiel d’énergie que recèlent les vagues¹⁵³ » ; « Les vagues ne font pas rêver que les surfeurs. Depuis plus de vingt ans, les chercheurs veulent utiliser cette source considérable d’énergie pour produire de l’électricité¹⁵⁴ ».

Le prisme énergétique fait ainsi passer les vagues du symbole du chaos à celui de l’abondance¹⁵⁵.

¹⁵⁰ « L’île qui veut commander aux vagues », *Presse-Océan*, 24 avril 2008.

¹⁵¹ Un long plan d’une énorme vague est diffusé dans le journal d’Antenne 2 le Midi (1^{er} août 1979) pour présenter les recherches françaises dans le domaine des énergies nouvelles.

¹⁵² Cet engouement pour cette filière peut aussi s’expliquer par la « qualité de la ressource ». Si elles pouvaient être converties en électricité, les vagues qui déferlent en continu sur la façade atlantique de la France fourniraient 420 térawattheures par an, soit l’équivalent de 90% de la consommation électrique annuelle. http://wikhydro.developpement-durable.gouv.fr/index.php/Energies_marines Consulté le 7 novembre 2018.

¹⁵³ « Énergies des vagues, une palette de solutions en cours d’exploitation ou d’essai », *Marine*, janvier 2006, n° 210.

¹⁵⁴ « Ces vagues qui font rêver les chercheurs », *TerraEco*, 2 juillet 2009.

¹⁵⁵ « La houle aux œufs d’or », *Les Report Terre*, France 5, 21 juillet 2009.

PORTRAIT **CHARLES BRAINE, MORDU DE PÊCHE DURABLE** P.VIII

REPORTAGE À PLEUBIAN, L'ALGUE À LA SAUCE INDUSTRIELLE PP.VI-VII

ECOFUTUR



**LA MER
BATTERIE**

SPÉCIAL
RESSOURCES MARITIMES

COURANT, HOULE, MARÉE, VENT... L'OCÉAN EST UN NOUVEL
ELDORADO ÉNERGÉTIQUE. C'EST AUSSI UN FORMIDABLE GISEMENT
DE MATIÈRES PREMIÈRES POUR LES INNOVATIONS DE DEMAIN.

Par **GUILLAUME MAINCENT**

La marinière est à la mode. Pour promouvoir le made in France, mais aussi pour explorer la mer. De nombreux secteurs industriels prennent désormais le large pour accéder à de nouvelles matières premières. Les assises organisées les 20 et 21 novembre à Bayonne parlent même «d'économie de la mer». «Elle offre de formidables opportunités de ●●●

PHOTO: LES BROTTEUX / JANPACTURE

Figure 13. « La mer batterie », *Libération*, Ecofutur, 19 novembre 2012. Crédit photo Philippe Lesprit. Plainpicture. Reproduction autorisée.

Comme pour toute technologie émergente, l'énergie des vagues suscite néanmoins toute une série d'hypothèses et de spéculations sur les impacts économiques et industriels qu'elle peut générer, et ceci depuis les années 1970, sans compter les nombreux verrous technologiques encore non résolus. Cet article se propose ainsi de mieux comprendre le développement de la filière houlomotrice et ses difficultés actuelles à passer d'une phase académique à une phase industrielle. Une mise en perspective historique nous permettra d'examiner le processus d'innovation et de maturité technologique en prenant l'énergie des vagues comme cas d'étude.

Pourquoi la filière houlomotrice est-elle restée à l'état de curiosité de laboratoire pour certains et de réalité concrète pour d'autres ?

Notre analyse se fera volontairement sur un temps long afin de dégager les grandes dynamiques et les phases séquentielles de l'énergie des vagues. Centré sur le cas français, notre propos gardera constamment un regard sur les dynamiques étrangères pour interroger la diversité des expériences locales et nationales. Pour finir, nous insistons sur le fait que cet article n'est pas une tribune pour défendre la filière houlomotrice et ses acteurs promotionnels. Il souligne uniquement une volonté commune de questionner la situation présente (*insight*) de cette filière en replaçant le débat actuel à travers le prisme rétrospectif (*hindsight*) et prospectif (*foresight*). Cette intégration d'une double perspective « rétrospective/prospective », qui s'inscrit parfaitement dans le domaine pluridisciplinaire des « sciences, technologies et société » (STS), pourra ainsi conduire à des conclusions différentes, des regards et des interprétations divers concernant l'avenir de cette filière située aujourd'hui à la croisée des chemins.

Section 1 : Le temps de la créativité et du machinisme triomphant (1799-1974)

« Capter cette formidable énergie gratuite des vagues¹⁵⁶ » est un « un rêve tenace de l'humanité¹⁵⁷ ». De nombreux ingénieurs et chercheurs ont eu de tout temps les yeux rivés sur ce que les marins appellent « la mer du vent ». La révolution technique anglaise du XVIII^e siècle et l'essor du machinisme sont un facteur essentiel dans cette histoire car ils ont bouleversé la façon de voir le monde et l'élément marin. Le machinisme redéfinit les images classiques que l'on avait de la mer, façonnées au cours des siècles. La mer devient une opportunité pour l'homme technicien, et à ce titre, la vague apparaît non plus comme un danger mais comme une ressource naturelle à maîtriser. C'est dans ce

¹⁵⁶ Dans « Les énergies des mers », *Clés pour demain*, 19 janvier 1981.

¹⁵⁷ *Sciences et Avenir*, hors-série « La conquête de la planète Océan », mai 1986.

contexte où la machine à vapeur est reine que des « expérimentateurs éclairés » (Rioux, 1971 : 61) proposent l'idée d'exploiter l'énergie des vagues à la fin du XIX^e siècle. Le plus ancien brevet connu visant à l'utilisation de l'énergie des vagues est déposé à Paris par les Girard, père et fils, le 12 juillet 1799 (Ross, 1996 : 8).

La fin du XIX^e siècle est marquée par les applications sans cesse grandissantes autour de l'électricité. L'électricité introduit de nouvelles machines et dessine un nouvel imaginaire technologique. Le monde de la mer n'échappe pas à la fée électricité. Le titre du chapitre XII de *Vingt mille lieues sous les mers* (1870) de Jules Verne sonne ici comme un manifeste : « Tout par l'électricité ». À la même époque, Victor Hugo écrit dans son roman *Quatre Vingt Treize* (1874) : « Réfléchissez au mouvement des vagues, au flux et reflux, au va-et-vient des marées. Qu'est-ce que l'océan ? Une énorme force perdue. Comme la terre est bête ! Ne pas employer l'océan ! ». Dans cette fin du XIX^e siècle où la mer devient progressivement un « laboratoire fertile pour l'expérimentation », la vague apparaît comme un défi (Haudiquet *et al.*, 2004). Devant répondre aux nouvelles exigences sécuritaires, les littoraux mondiaux se maillent de phares et de balises. Des artéfacts houlomoteurs sont imaginés pour rendre les sémaphores autonomes. Ces derniers s'inspiraient des bouées Courtenay, inventées aux États-Unis, qui par le mouvement vertical de la vague permettaient de comprimer l'air qui passait par un sifflet pour obtenir une bouée sonore¹⁵⁸. La fin du XIX^e siècle est en effet une période qui voit la multiplication des expériences technologiques avec l'air comprimé (Simmonet, 2004). En France, le Service des phares et balises trouve la parade en installant sur les bouées une cloche ou un sifflet, actionnés par la houle, pour signaler les dangers isolés.

Cette période de profusion d'innovations où les applications de l'électricité ne semblent connaître aucune limite encourage des amateurs et bricoleurs ingénieux à se lancer dans d'ambitieux projets houlomoteurs financés sur des fonds propres. Tout comme les débuts de l'automobile, de l'aviation ou de l'informatique, l'énergie des vagues est au départ l'œuvre de pionniers tous aussi passionnés qu'originaux. On peut citer ici le projet de *Wave motor* de Victor Gauchez de 1882 ou encore celui de Franck Perry de 1906. En 1895, en Californie, Terrence Duffy créait la société *Wave-Power Air-Compressing* pour commercialiser un moteur à vagues (Duffy, 1886), lançant un engouement des Californiens pour les houlomoteurs qui perdura durant près de deux décennies (Figure 14). Selon David Ross, Thomas Edison lui-même aurait proposé une solution pour produire de l'électricité à partir des vagues à l'aide de dynamos (Ross, 1996 : 9).

¹⁵⁸ Émile Allard, « Bouées sonores et bouées lumineuses ». Note. N° 27,1882, *Bibliothèque des Phares*, consulté le 23 janvier 2018. http://bibliothequedesphares.fr/annales_ponts/annales_ponts_1882_0025

Dans la France de l'entre-deux-guerres, l'énergie des vagues est marginalisée par rapport à l'énergie marémotrice, malgré les nombreuses demandes envoyées à la Commission de la houille bleue¹⁵⁹ à ce sujet (Marrec, 2016). Des projets avant-gardistes aboutissent néanmoins et marquent de leur empreinte le littoral, là où les côtes rocheuses et abruptes présentent des cavités naturelles dans lesquelles les vagues s'engouffrent et compriment l'air. En 1910, près de Royan, Bouchoux Pracéique eut l'idée d'aménager un de ces « trous du souffleur » pour installer une turbine à air attelée à une dynamo qui lui permettait d'éclairer sa maison.

¹⁵⁹ La Commission *de la* houille bleue fut créée en 1919 pour se saisir de projets relatifs à l'utilisation de l'énergie des marées.

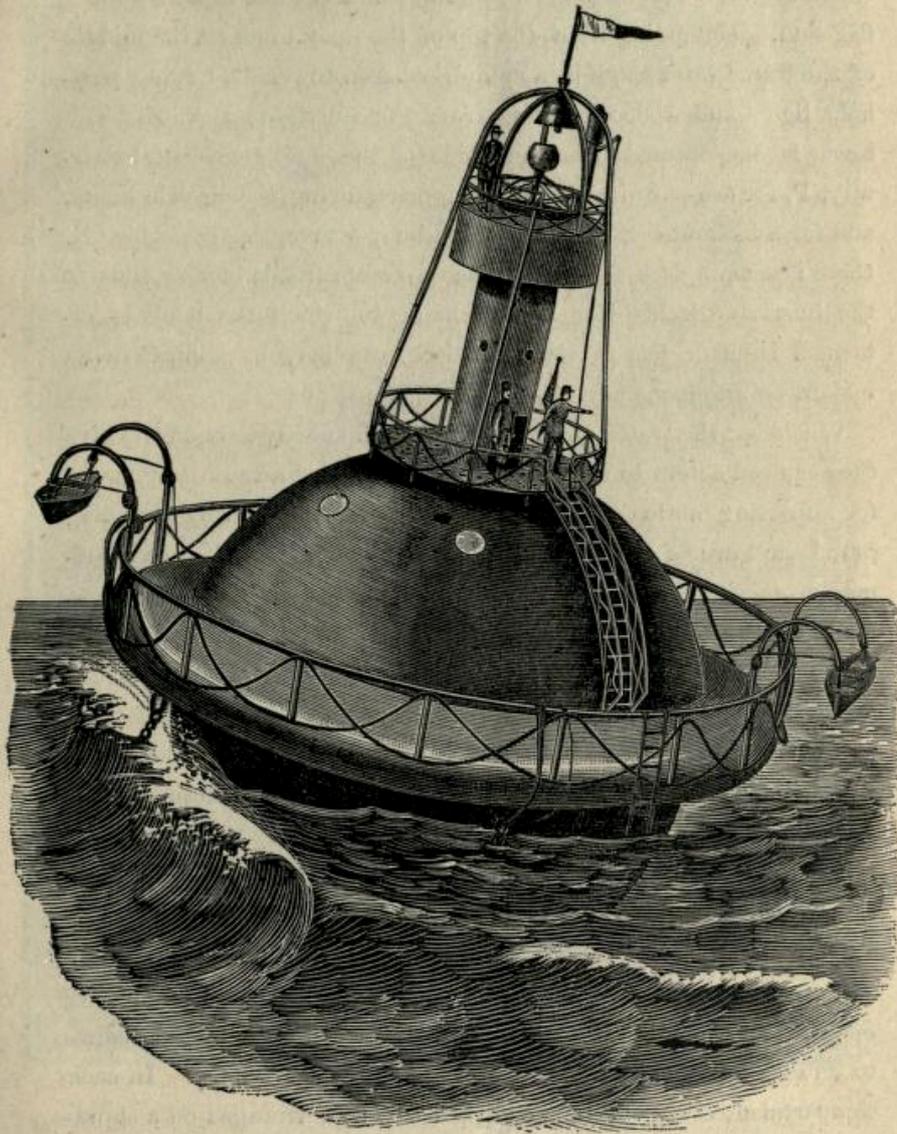


Figure 4 is a view of the buoy anchored at sea for service as a relief or light-station.

Figure 14. Bouée fonctionnant à l'énergie des vagues imaginée par Terence Duffy (1886).

C'est ce principe que reprit, entre 1926 et 1929, André Coyne, un ingénieur du service des phares et balises. Ses articles dans la *Revue générale de l'Hydraulique* vont permettre de mieux faire connaître les potentialités de l'énergie de la houle. Il construisit à côté du phare du Minou, près de Brest, une sorte d'entonnoir artificiel dans lequel les vagues par effet de bélier comprimèrent l'air (Coyne, 1939). Il songeait à une utilisation de cet air comprimé lorsque l'installation fut détruite par une tempête¹⁶⁰. À la même époque, au pied du cap Saint-Martin à Biarritz, l'ingénieur Paul Grasset installait un prototype de « laboratoire hydrodynamique marin » afin de convertir l'énergie produite par la houle en électricité (Devaux, 1934). Câble tracteur. Soufflet compresseur. Marteau pneumatique. Pompes foulantes motrices. Roue dentée. Pompe foulante pneumatique. Tube à mercure... L'imagination des chercheurs ne fait pas défaut et de nombreux principes de captation de l'énergie des vagues sont proposés. Des réflexions sont même menées pour rendre (en partie) autonomes les navires, « la mer devenant motrice et poussant elle-même les bateaux qu'elle porte » (Vincent, 1924 : 35).

Le 1^{er} janvier 1949 voit la mise en place d'un code international d'observation de la houle. Cette uniformisation encouragea les collaborations internationales dans le domaine de l'énergie des vagues et une meilleure diffusion des expérimentations à l'échelle mondiale. Dans cette période d'après-guerre, au Japon, le commandant Yoshio Masuda eut l'idée de remplacer le sifflet par un système de clapets et de turbine à air, couplée à une génératrice. Ce dispositif servit énormément pour le balisage des côtes japonaises. Dès lors, les Japonais se spécialisent sur la technique OWC (technique dite de colonne d'eau oscillante) et développent d'importants travaux de recherche menés à l'institut de recherche sur les ports (PHRI) par le professeur Takahashi, présenté à l'époque comme le père de l'houlomoteur dans le monde. En Angleterre, « Sir Alexandre Gibb and Partners » étudie un projet houlomoteur en 1959, à la suite d'une proposition du *Central Electricity Board*. C'est le projet « Ile Maurice », dont la faisabilité technique s'est trouvée confirmée, mais non sa rentabilité (Guevel, 1986 : 21).

En France, des recherches sur la mesure des vagues et des dièdres à houle sont réalisées au laboratoire dauphinois d'hydraulique entre 1944 et 1948 (Gariel, 1957 : 781). Ces études sont poursuivies jusque vers 1956. Elles aboutissent à un avant-projet de centrale houlomotrice pour le site de Casablanca, sur la côte marocaine (Mahé, 1957). Le musée Océanographique de Monaco, sous l'impulsion du Dr Richard, expérimenta lui aussi un certain nombre de dispositifs destinés à capter l'énergie des vagues (Romanovsky, 1950 : 109). En juin 1956 se tiennent à Paris les IV^e Journées de l'hydraulique, organisées par la Société hydrotechnique de France et consacrées aux « Énergies de la

¹⁶⁰ Il donna néanmoins 2 ou 3 chevaux-vapeur.

Mer ». Les exposés portaient presque exclusivement sur la houle, les vagues et les marées, témoignant déjà d'un intérêt certain du monde académique pour cette énergie (SHF, 1957).

En 1956, on dénombre plus de 600 brevets sur la question de l'houlomoteur représentant « 450 dispositifs à flotteurs assortis de dispositifs à panneaux, à pistons liquides et à plans inclinés » (Gariel, 1957 : 780). Marquée par l'âge d'or des barrages hydroélectriques et des études hydrodynamiques sur les courants de marées, la France fait le choix de concentrer ses efforts sur le développement de l'énergie marémotrice, mieux maîtrisée, plus productive et répondant grâce à sa prédictibilité à la logique centralisée du modèle EDF, aboutissant à l'inauguration de l'usine de la Rance en novembre 1966.

« Il y a peu à espérer, semble-t-il, de l'utilisation des vagues et de la houle. Toutes les inventions proposées jusqu'ici, tous les essais entrepris montrent qu'on n'en peut attendre que de faibles puissances, très inconstantes, aux prix de très coûteuses installations. Plus tentante est l'utilisation des marées. » (Legendre, 1949 : 7)

Cette dynamique portée par les projets marémoteurs (Rance et Chausey) encourage néanmoins les études autour de l'énergie de vagues : « La houle joue un rôle considérable dans la réalisation d'un projet comme Chausey et nos connaissances sur ce sujet sont encore bien imparfaites » (Gibrat, 1966 : 208). Jusqu'au début des années 1970, les dispositifs construits se sont essentiellement soldés par des échecs, les frêles constructions ne pouvant avoir raison des tempêtes¹⁶¹. C'est « l'âge de la préhistoire » (Babarit, 2017) pour l'énergie des vagues, se résumant à une histoire de la science de la mesure des vagues (climatologie de la houle) cantonnée à rester un doux rêve d'ingénieur :

« L'énergie des vagues ne peut, en aucun cas, se comparer ni à l'énergie thermique des mers, ni à celle que l'on peut espérer retirer des variations dues à la marée. Elle restera dans le domaine des curiosités sans application industrielle » (Romanovsky, 1950 : 121)

Remarquons néanmoins que dès la fin des années 1950, tous les grands principes de récupération de l'énergie des vagues sont déjà identifiés (Babarit, 2017).

Section 2 : Le temps de l'invention et de la crise énergétique (1974-1998)

Après le premier choc pétrolier de 1973, les financements publics de la recherche et développent consacrés à des projets de rupture des technologies de l'énergie sont perçus comme la meilleure façon

¹⁶¹ Notons néanmoins la réussite du *Wave motor* américain qui a parfaitement fonctionné.

de répondre aux externalités liées au pouvoir de marché de l'OPEP. Cette crise encourage à impulser une dynamique vertueuse autour des « énergies nouvelles » et a pour effet de valoriser le prix « kWh-houle » par rapport au prix du « kWh-diesel ». L'évolution est palpable :

« Dès les années 1940, les études entreprises en France sur le principe des dièdres conclurent à des coûts prohibitifs [...]. Cette étude reprise après les événements de 1973-1974 est de ce fait très intéressante puisque la conclusion fait apparaître que le prix du « kWh houle » est inférieur au prix du kWh diésel. » (Damy et Gauthier, 1981 : 35)

Plusieurs pays comme la Norvège, le Japon, les États-Unis ainsi que le Royaume-Uni, mettent alors en œuvre des programmes de *technology push* d'ampleur variable, pour développer rapidement des technologies houlomotrices. L'objectif est double : dans un premier temps, préciser les potentiels houlomoteurs nationaux, puis dans un second temps développer des systèmes d'exploitation aptes à la commercialisation. Ces programmes ont en commun la volonté de s'appuyer sur les retours d'expérience issus de l'industrie pétrolière offshore et de l'industrie navale (Susbielles *et al.*, 1981).

L'apport de ces nouveaux savoirs industriels permet de plus au houlomoteur de se « scientifier ». Un certain nombre de chercheurs académiques examinent l'énergie des vagues dans cette période, parmi lesquels Stephen Salter de l'Université d'Edimbourg¹⁶², Kjell Budal et Johannes Falnes de l'Institut norvégien de technologie ou encore David Evans de l'Université de Bristol. En France, l'étude de la récupération de l'énergie des vagues s'émancipe du marémoteur et devient un sujet de travail universitaire en entrant dans les laboratoires de l'École Nationale Supérieure de Mécanique (ENSM), ancêtre de l'actuelle École Centrale de Nantes. Ce processus de scientification entraîne l'apparition d'une communauté scientifique dédiée au houlomoteur à l'échelle internationale, permettant le partage des connaissances et le développement de l'intelligence collective. En 1979 le premier colloque scientifique international sur l'énergie des vagues a lieu à Goteborg (*First International Symposium on Wave Energy Utilization*). Il met en réseau la communauté scientifique. L'ENSM de Nantes noue alors des relations à l'international, et notamment avec les chercheurs de l'*Instituto Superior Tecnico* de Lisbonne.

Ayant rapidement compris les potentialités de récupération de l'énergie des vagues après le premier choc pétrolier, le JAMSTEC (*Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology*) se lança dès 1971 dans l'étude et la conception d' « une centrale électrique fonctionnant à l'énergie de vagues » (Thierry, 1990). En Europe, un programme anglais sur l'énergie des vagues est lancé en 1975 (Davies *et al.*,

¹⁶² L'article « Waver power » de Stephen Salter dans la revue *Nature* en 1974 fait entrer définitivement l'énergie des vagues dans la sphère scientifique.

1985). Une première phase de 1976 à 1978 est dotée de 2,5 millions de livres (Damy et Gauthier, 1981). Il s'agit pour les Britanniques « de prendre une "assurance sur l'avenir" dans l'hypothèse où pour des raisons techniques, sociologiques ou politiques, le nucléaire ne permettrait pas au-delà de l'horizon 2000 de compenser l'épuisement prévisible des ressources en combustibles fossiles » (Damy et Gauthier, 1981 : 39). De nombreux mécanismes sont alors proposés, testés en bassin et en mer, le plus connu étant peut-être les fameux Canards de Stephen Salter (*Salter's Ducks*), mis au point à l'Université d'Édimbourg. (Figure 15). On peut aussi citer le *Cockerell Raft*, inventé par Sir Christophe Cockerell (mieux connu pour avoir inventé l'aérogliasseur) et testé dans le Solent en 1978 (Ross, 1996). Ces systèmes « visent à concurrencer directement les centrales terrestres du charbon à bon marché ou l'énergie nucléaire¹⁶³ ». Par la suite, le département britannique de l'énergie commanda une étude de faisabilité pour le déploiement de 2000 MW d'énergie houlomotrice (Tritton et Donkin, 1982).

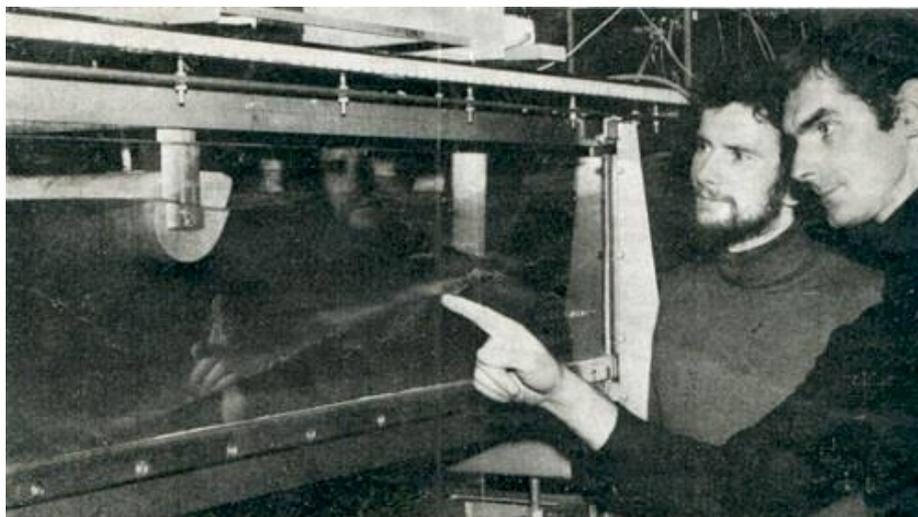


Figure 15. Stephen Salter et David Jeffrey devant un prototype houlomoteur en 1974. Crédit photo Jamie Taylor, University of Edinburgh¹⁶⁴.

Cette émulation internationale, et plus particulièrement de l'autre côté de la Manche, encourage les acteurs français à s'intéresser au houlomoteur. En 1978, une étude de synthèse est effectuée par le Centre océanographique de Bretagne à la demande de la Direction générale du Centre national pour l'exploitation des océans (CNEXO). Des machines prototypes sont testées au laboratoire de Maisons-Alfort (Moguilny, 1986). En janvier 1981, un concours « Houle » est lancé par l'Agence nationale de valorisation de la recherche (ANVAR) et le CNEXO durant l'émission télévisée *Thalassa*, avec pour objectif de promouvoir l'utilisation de l'énergie des vagues pour alimenter des installations réclamant

¹⁶³ « Un prototype de centrales à partir des vagues », *Énergie Magazine*, mars 1985, p. 57.

¹⁶⁴ Un grand merci ici au Professeur émérite Stephen Salter (Université d'Édimbourg) pour l'envoi de cette photo personnelle.

une énergie moyenne (pompage, bouées, irrigation, dessalement...). Ce concours suscite l'intérêt d'un grand nombre de participants (650) plus ou moins sérieux¹⁶⁵. Les deux lauréats gagnent la réalisation d'une maquette et d'un essai en bassin de houle dans les installations de l'ENSM. Au même moment la société UIE teste en bassin en collaboration avec le CNEXO deux versions d'un système hydropneumatique appelées WHEP1 et WHEP2. La société Bertin imagine quant à elle un dispositif immergé fonctionnant en circuit fermé. Néanmoins, alors qu'à l'étranger on semble s'aventurer hardiment dans cette voie en se lançant d'ores et déjà dans une phase expérimentale, la France reste plus prudente. Pour le CNEXO, « il ne s'agit pas de renouveler l'expérience de l'usine marémotrice de la Rance, exemplaire du point de vue technique, mais pas rentable¹⁶⁶ ». L'évaluation de l'ampleur du gisement énergétique montre de plus que « la France métropolitaine présente une ressource moyenne (10kW/m) qui semble trois fois moins dense qu'en Écosse, Irlande ou Norvège. Le potentiel houlomoteur métropolitain est difficile à exploiter du fait du marnage important et d'une puissance très variable » (Marchand, 1981). En matière d'énergies marines, la France semble alors nourrir plus d'espoir concernant l'énergie marémotrice¹⁶⁷ et l'énergie thermique des mers¹⁶⁸. Les difficultés économiques des années 1980 et le contre-choc pétrolier mettent rapidement fin à la plupart des projets houlomoteurs :

« Les Norvégiens, qui ont construit en 1984 à Bergen, une unité de 50 kW croient toujours en la possibilité de faire marcher de manière rentable des centrales à houle de 0,5 à 50 MW. Mais les Britanniques, qui figuraient en tête des recherches, abandonnèrent la partie en 1983 pour des raisons politiques. Les Français n'ont guère plus d'espoir, et plusieurs projets, étudiés parfois dès 1944, dorment dans les cartons¹⁶⁹. »

Au Royaume-Uni, « dans le climat économique et politique actuel, parler d'un tel projet est assez malvenu¹⁷⁰ ». En France, les recherches sur les « énergies prototypes » sont stoppées en 1986¹⁷¹. La consolidation de la trajectoire du nucléaire civil au cours des années 1980 engendre de fortes inerties limitant l'allocation de ressources vers la recherche de nouvelles technologies énergétiques. Bien qu'à

¹⁶⁵ « Les énergies des mers », *Clés pour demain*, TF1, 19 janvier 1981. Source INA.

¹⁶⁶ « Apprivoiser les vagues : du rêve à la réalité », *L'Usine Nouvelle*, Février 1981.

¹⁶⁷ Le 14 février 1982, le ministre délégué à l'énergie Edmond Hervé demande à EDF d'étudier la possibilité de développement d'une structure marémotrice d'une zone de 200 km² entre Coutainville, les îles Chausey et Granville. « Une usine marémotrice sur la côte ouest du Cotentin ? », *Le Marin*, 22 octobre 1982.

¹⁶⁸ En France, entre 1982 et 1985, le groupement d'intérêt économique Ergocéan, unissant l'IFREMER à des industriels comme Spie-Batignolles ou Alstom, consacra 70 millions de francs à des études portant sur une centrale énergie thermique des mers (ETM) pilote à Tahiti. Pierre Blanchard, *Avant-projet - Tahiti Centrale ETM. 5 MW, Retombées potentielles pour le territoire de la Polynésie française*, IFREMER, Juin 1986.

¹⁶⁹ « L'indomptable énergie des flots », *L'Express*, 10 juin 1988.

¹⁷⁰ « Royaume-Uni : projets de centrales hydrauliques utilisant l'énergie des vagues », *Navires Ports et Chantiers*, octobre 1986.

¹⁷¹ EDF arrête le financement de la centrale solaire Thémis en septembre 1986. Abandon du projet énergie thermique des mers (5 MW) en Polynésie française. Michel Gauthier, « L'énergie thermique des mers, une énergie renouvelable oubliée mais pleine d'avenir... », *La Revue Maritime*, mars 2006, n° 475.

la marge du système électrique et privée de subventions nationales, la communauté scientifique continua dans les années 1990 à rester active sur le sujet de l'énergie des vagues grâce à l'Union Européenne, avec le soutien notamment de la DG XII (Direction chargée de la science, de la recherche et du développement) présidée par Édith Cresson. Ainsi, quatre grandes conférences internationales ont lieu en Europe (Edimbourg 1993 ; Lisbonne 1995 ; Patras 1998 et Aalborg 2000) et des prototypes sont financés au titre des programmes communautaires : le projet danois Wave Dragon (36 KW), le projet Limpet en Écosse (500 KW) et le projet portugais de l'île Pico (400 KW) pour ne citer que les plus connus. La dynamique du houlomoteur ne s'est donc pas totalement arrêtée dans les années 1980 au Royaume-Uni et au Danemark (elle a vécu à l'état latent), ce qui va être d'une importance notable dans la résurgence du houlomoteur dans les années 2000.

Section 3 : Le temps de l'innovation et de la crise environnementale (1998-2014)

Le système énergétique, après une phase de (re)consolidation par les énergies fossiles, entre dans une nouvelle phase de déstabilisation au début des années 2000, motivée par des enjeux énergétiques et environnementaux. Ce contexte encourage les États à réactiver des trajectoires anciennes pour produire de l'électricité et donne un nouvel élan aux projets de la filière houlomotrice. Surtout, les nouvelles technologies informatiques (logiciels de simulation) et les dernières techniques mises au point par l'industrie pétrolière offshore, les chantiers navals et la pêche, permettent aux ingénieurs d'imaginer des machines plus performantes et résistantes.

Les savoir-faire et compétences acquis par le Royaume-Uni depuis les années 1970 lui permettent de relancer rapidement des projets houlomoteurs et de se positionner comme leader dans la compétition technologique. L'objectif est alors double : ressortir des cartons les concepts hérités des années 1980 (certains industriels parlent de technologies « sur étagères ») et les remettre à jour à coup d'innovations incrémentales. Il s'agit ici de mettre en place une stratégie d'optimisation du patrimoine technologique existant (Durand, 1989).

Tout comme les compagnies pétrolières et les banquiers, le gouvernement britannique tend à nouveau une oreille attentive aux ingénieurs impatients d'obtenir rapidement des subventions. Ce comportement peut être expliqué par le fait que les firmes ont été séduites par l'important potentiel d'application et d'évolution des technologies houlomotrices, et parce qu'elles ont bénéficié des interventions publiques résultat des nouveaux objectifs environnementaux, comme l'explique un chef de projet : « Nous avons décidé de créer notre société lorsqu'en 1998, on a annoncé que toute forme

d'électricité produite par les vagues en Écosse serait rachetée à prix subventionné, et ça, c'était le premier signal d'encouragement politique¹⁷². » Cette tendance est confirmée par le déploiement d'un grand nombre de démonstrateurs en mer, à des échelles variées.

Leader incontestable en récupération de l'énergie des vagues, le système écossais Pelamis, constitué de quatre cylindres flottants reliés par des articulations qui captent l'énergie de la houle, est alors le seul système arrivé au stade industriel parmi la dizaine de projets d'énergie houlomotrice développés en Europe¹⁷³. En 2009, l'émission *Thalassa* consacre un reportage sur Pelamis, la « première centrale houlomotrice au monde »¹⁷⁴. Le serpent de mer Pelamis est alors présenté comme un modèle de réussite énergétique : « C'est ainsi que ce drôle d'engin a été jugé viable économiquement et technologiquement¹⁷⁵ » (Figure 16).



Figure 16. Le Pelamis testé sur le site de l'EMEC, en Ecosse. Wikimedia Commons. Domaine public, 2008.

En 2003, le *European Marine Energy Center* (EMEC) est créé avec pour objectif de faciliter le développement des énergies marines renouvelables en offrant la possibilité de tester les prototypes houlomoteurs en conditions réelles, au nord de l'Écosse. En Finlande, la société *AW-Energy* créée en 2002 développe la technologie *Waveroller*. Au Danemark, dans la suite du *Bolgekraftprogram* de 1998-

¹⁷² Propos du chef de projet pour Pelamis, dans *Thalassa*, France 3, 13 novembre 2009. Source INA.

¹⁷³ « Un projet de centrale houlomotrice », *Le Marin*, 23 décembre 2005.

¹⁷⁴ Émission *Thalassa*, France 3, 13 novembre 2009. Source INA.

¹⁷⁵ Expérimentation d'un générateur d'électricité basé sur les courants marins, Journal télévisé de 20h, France 2, 14 janvier 2008. Source INA.

2002, une activité importante autour de l'énergie des vagues est relancée. En Espagne, en 2007 et 2008, 16 turbines furent intégrées à la nouvelle digue du port de Mutriku. La centrale fut inaugurée en 2011 (259 kW). La première centrale à vagues de monde en vue de la production d'énergie est inaugurée le 28 septembre 2007 sur la plage de l'Aguçadoura au Portugal¹⁷⁶. Notons ici que la dynamique ne se limite pas à l'espace européen (*Ocean Power Technologies* aux États-Unis et la société *Carnegie Wave Power*¹⁷⁷ en Australie par exemple). En 2008, on compte 46 projets de capteurs de l'énergie des vagues dans le monde¹⁷⁸.

Cette émulation internationale ne laissa pas indifférent les acteurs français : « Nous avons commencé à regarder le sujet houlomoteur à partir de 2005-2006. Nous sentions à l'époque une dynamique générale de marché, en particulier au Royaume-Uni, avec l'ouverture d'un certain nombre de programmes de financement et de support. Cette émulation générale nous a interpellés¹⁷⁹. » Aussi, le début des années 2000 et 2010 a été marqué par un fort investissement des centres de recherche, des industriels et des énergéticiens pour le développement de l'énergie houlomotrice. Présenté comme « la centrale électrique marine du futur¹⁸⁰ » par les médias, le projet SEAREV, issu de l'aboutissement de vingt ans de recherche des laboratoires de Centrale Nantes, est lancé en 2002. EDF EN et DCNS développent un premier projet basé sur la technologie CETO (Australie) à la Réunion. En 2011, Alstom rachète 40 % de la société écossaise *AWS Ocean Energy*. Ces différents projets doivent être replacés dans un contexte plus global qui est celui de la généralisation d'une politique publique basée sur les démonstrateurs au tournant des années 2000 (Moisan, 2011). Cette dynamique scientifique et industrielle s'accompagne d'une dynamique territoriale. Les objectifs du Grenelle de l'environnement encouragent en effet les territoires à se lancer dans des projets technologiques innovants dans le domaine de l'énergie. Un site d'essais baptisé SEM-REV destiné à tester des machines houlomotrices est lancé en 2010 au large du Croisic. Dans les DOM-TOM, le potentiel des énergies marines renouvelables est alors jugé particulièrement intéressant.

Néanmoins, cette dynamique optimiste du milieu des années 2000 va rapidement laisser la place au pragmatisme et à l'attentisme. Le houlomoteur connaît une crise de confiance à partir de 2012. Vitrine de la filière houlomotrice des années 2000, Pelamis met la clé sous la porte faute de financements et

¹⁷⁶ La ferme comporte trois convertisseurs Pelamis convertissant l'énergie des vagues (mouvement des ondes de surface) de l'océan en électricité, pour un total de 2,25 MW puissance totale installée. <http://wavepower.ek.la/pelamis-p488823> Consulté le 7 novembre 2018.

¹⁷⁷ Aujourd'hui Carnegie Clean Energy.

¹⁷⁸ Propos de Patrick Chedmail, directeur de l'École Centrale de Nantes, dans « L'Énergie marine testée grandeur nature », *Les Échos*, mercredi 8 octobre 2008.

¹⁷⁹ Entretien avec Ambroise Wattez, *Business Development Manager* à SBM Offshore, 30 mai 2017.

¹⁸⁰ Dans 7h30 le Journal, France 2, 15 juin 2009. Source INA.

de repreneur, représentant un « véritable traumatisme pour la communauté énergie des vagues » (Babarit, 2017 : 95). Le second choc fut la faillite du challenger Oyster, seulement un an plus tard. Les déboires de ces PME pionnières constituent un sérieux revers pour le secteur du houlomoteur car elles étaient parvenues il y a quelques années à séduire de grands industriels et à s'assurer leur soutien financier et technologique¹⁸¹. En France, le nombre des acteurs français prêts à développer cette filière s'est fortement réduit ces dernières années après les défections de trois « champions nationaux ». Naval Group a décidé de mettre le houlomoteur en veille pour se concentrer sur l'hydrolien, l'ETM et l'éolien flottant. Le projet Houles Australes, développé avec EDF EN au large de la Réunion est arrêté fin 2013 lorsque le prototype CETO (150 kW) a été emporté par le cyclone Bejisa. Enfin Alstom a interrompu en 2014 ses investissements dans le houlomoteur et a revendu 40 % des parts qu'il détenait depuis 2011 dans la britannique *AWS Ocean EnergyRenewables*. Sont également interrompus les projets Bilboquet, de la société française d'architecture navale et d'ingénierie marine D2M, et SEAREV, de l'École Centrale de Nantes. Notons enfin que cette crise de confiance ne se limite pas à la France¹⁸².

Section 4 : Le temps de la nécessaire rupture systémique (depuis 2014)

Après un réveil soudain au début des années 2000, l'énergie des vagues se situe aujourd'hui dans une phase délicate. Après des années de simulations sur ordinateur puis d'essais sur des maquettes en laboratoire, les prototypes grandeur nature les plus avancés des années 2000 n'ont pas dépassé la phase des essais menés dans les conditions de mer des Orcades. Le processus de « marinisation » technologique s'est notamment heurté au problème de la résistance mécanique des systèmes houlomoteurs qui doivent supporter des tempêtes imprévisibles et des variations colossales de puissance. Il existe en effet un paradoxe entre la simplicité de la représentation mentale de l'énergie des vagues et la complexité de son exploitation technologique.

L'énorme quantité de structure passive des machines (le blindage) qui n'a pas d'autre intérêt que de résister aux vagues extrêmes et de protéger la structure active (qui permet la récupération d'énergie) est certainement l'une des contraintes technologiques les plus importantes. La taille implique en effet des efforts proportionnels au volume de la machine. Ce problème technique lié à la taille était déjà mentionné comme un verrou contraignant dès les années 1970 : « Pour que les investissements dans l'énergie des vagues deviennent rentables, on est condamné au gigantisme. Pour obtenir un gigawatt,

¹⁸¹ « Les énergies marines au creux de la vague », *Libération*, 30 janvier 2015.

¹⁸² « Scottish government accused of abandoning wave power », *The Guardian*, 9 décembre 2014.

il faudra équiper environ 100 kilomètres de côtes¹⁸³ ». En 2006, le Pelamis est qualifié de « monstre flottant de 700 tonnes¹⁸⁴ ». Le SEAREV est quant à lui une machine pesant près de 1 000 tonnes. Cette complexité du domaine technologique s'est directement répercutée sur le coût économique. Les partisans de l'énergie houlomotrice ont eu cette difficile mission de prouver que leurs dispositifs sont capables de résister aux tempêtes les plus violentes et également de produire de l'énergie à un prix qui soit compétitif avec celui obtenu par les centrales fonctionnant au charbon, au pétrole ou à la fission nucléaire :

« Sur le plan technique, le problème essentiel est de trouver une méthode rentable pour la conversion d'une fraction de l'énergie contenue dans le mouvement des vagues en énergie mécanique, hydraulique ou pneumatique qui, à son tour, peut être utilisée pour produire de l'électricité à une échelle substantielle dans les conditions inhospitalières du grand large¹⁸⁵ ».

L'énergie houlomotrice a aussi été mise en concurrence avec d'autres énergies renouvelables plus matures et mieux maîtrisées bénéficiant d'effets de taille et de rendements croissants d'adoption, et d'une base de connaissances mieux constituée. La comparaison des différents kWh électriques (*benchmarking*) va ici clairement mettre en avant le surcoût économique du houlomoteur par rapport aux technologies énergétiques concurrentes (*market barrier*) :

« L'utilisation de l'énergie de la houle le long des côtes conduirait à des coûts dix fois supérieurs à celui d'un barrage hydraulique¹⁸⁶ » ; « Les premières analyses économiques donnent un prix de l'énergie plus élevé que pour l'énergie nucléaire, le rapport des coûts étant compris entre 1 et 3 » (Brin, 1979 : 106) ; « Des modèles (prototypes houlomoteurs) au 1/10 auraient montré qu'ils pouvaient produire de l'électricité à 2 à 3F/kWh. C'est encore cher comparé à l'électricité générée par des centrales au charbon (0.35 F/kWh) ou nucléaires (0.25 F/kWh)¹⁸⁷ » ; « L'exploitation de l'énergie des vagues doit être également compétitive avec les autres formes d'énergies renouvelables telles que l'énergie éolienne, la géothermie et la biomasse qui se révèlent de plus en plus prometteuses¹⁸⁸ ».

De plus, la grande diversité technologique depuis les années 1970 a empêché l'affirmation progressive d'une technique dominante (*dominant design*), reconnue par le marché comme le design du produit ou du service qui répond au mieux aux besoins des consommateurs. La filière est toujours actuellement dans une phase de prototypage-démonstration et n'a pas encore convergé sur un

¹⁸³ « Les énergies de la mer », *Le Monde*, 13 juillet 1980.

¹⁸⁴ « L'énergie des vagues fait surface », *L'Usine Nouvelle*, 20 avril 2006.

¹⁸⁵ Conférence mondiale de l'énergie, Perspectives énergétiques mondiales à l'horizon 2020 : rapport, Paris, Éd. techniques et économiques, 1979, p. 134.

¹⁸⁶ Communication de Marcel Barrère, directeur scientifique à l'Office national d'études et de recherches aéronautiques, ONERA au colloque A.X Techniques de Pointe : Quelle place pour la France ?, 17-18 mars 1982, Société amicale des anciens élèves de l'École polytechnique, Paris.

¹⁸⁷ « Apprivoiser les vagues : du rêve à la réalité », *L'Usine Nouvelle*, février 1981.

¹⁸⁸ « Énergies des vagues : les Britanniques y croient », *Innovation et Produits Nouveaux*, Presses de l'Innovation, février 1981, p. 21.

*dominant design*¹⁸⁹. Ce maintien de la diversité retarde la sélection d'un standard (processus de standardisation) et la mise en place des rétroactions positives qui lui sont associées. Cette diversité technologique a de plus comme effet pervers d'avoir éclaté la recherche et développement. De nombreuses petites équipes de recherche et développement se sont développées en parallèle, et très vite, les chercheurs se sont sentis en concurrence, notamment dans le cadre de l'obtention de ressources de financements de projets. Trop de concepts se sont partagés les financements publics, alors que l'industrie éolienne a par exemple depuis longtemps concentré son choix sur les turbines à axe horizontal et à trois pales¹⁹⁰. Ce processus de standardisation technologique s'est réalisé à la fin des années 1990 pour le solaire photovoltaïque (Menanteau, 1999).

À la différence par exemple de l'hydrolien qui est présenté comme « un moulin sous-marin¹⁹¹ » ou une « éolienne sous-marine¹⁹² » issue des technologies de turbines (technologie générique), l'énergie houlomotrice n'a pas cette possibilité de créer des analogies avec des technologies antérieures ou plus matures (« Les grands industriels se sentent plus à l'aise avec l'hydrolien, ça ressemble à des éoliennes, c'est plus familier [...] Au contraire, personne n'a l'intuition de ce qu'est un appareil houlomoteur, les concepts sont moins uniformes¹⁹³ »). Or, comme nous le rappelle Jacques Perrin, la capacité à susciter et à organiser des analogies joue un rôle central dans la démarche d'innovation et de standardisation (généalogie historique) (Perrin, 2001). Elles apportent un aspect rassurant, qui est celui d'une technologie mature et maîtrisée, servant implicitement ou explicitement de référence aux décideurs et financeurs.

Aujourd'hui, le houlomoteur n'est pas sorti de l'échelle des TRL (*Technology Readiness Level* ou Échelle de Maturité Technologique) et donc à ce titre, il n'est pas sorti de la zone de risque¹⁹⁴. La filière perdue dans la « Vallée de la mort » (*Death Valley*), cette phase critique en finance de l'innovation située entre les financements publics (faible TRL) et privés (fort TRL) (Randolph Beard *et al.*, 2009). Cette situation « d'incertitude prospective » encourage les firmes à rester dans une situation de

¹⁸⁹ Selon le site internet de l'*European Marine Energy Centre* (EMEC), plus de deux cents systèmes de récupération de l'énergie des vagues étaient en cours de développement dans le monde en 2018, regroupés en huit grandes familles. <http://www.emec.org.uk/marine-energy/wave-devices/>. Consulté le 17 octobre 2018.

¹⁹⁰ Johannes Juul construit en 1956 la première éolienne à produire du courant alternatif. Composée de 3 pâles et d'une puissance de 200 kW, c'est elle qui a inspiré les éoliennes d'aujourd'hui. <http://ele.aut.ac.ir/~wind/en/pictures/juul.htm> Consulté le 7 novembre 2018.

¹⁹¹ « Des moulins sous-marins », *Le Télégramme*, 24 mars 1999.

¹⁹² « La plus puissante "éolienne sous-marine" est britannique », *Le Figaro*, 12 avril 2008.

¹⁹³ Richard Yemm, Directeur général de Pelamis, dans « L'Écosse, poisson pilote des énergies marines », *Libération*, 21 octobre 2013.

¹⁹⁴ Introduits par Stan Sadin de la NASA en 1974, les TRL constituent une échelle d'évaluation de la maturité d'une technologie allant de 1 à 9. Pour franchir un nouveau TRL, des critères techniques doivent être respectés, et ce pour chaque niveau.

blocage (*lock-in*) marquée par un phénomène d'attentisme de l'investissement pour éviter de s'engager trop hâtivement dans une direction qui se révélera économiquement sous-optimale (Chalas *et al.*, 2009). L'énergie des vagues est de plus aujourd'hui directement impactée par les projections optimistes des années 2000, que ce soit en termes de calendrier, de production d'énergie ou de prix du kWh houle¹⁹⁵. Pour bon nombre de projets, le développement se révéla plus difficile, plus coûteux, et certainement trop optimiste :

« Il y a trois ou quatre ans, Aquamarine et Pelamis, les deux piliers écossais du secteur, et leurs partenaires respectifs, les électriciens écossais SSE et l'allemand E.ON, évoquaient un potentiel d'installation de 1 000 mégawatt (MW) et plus en dix ans, soit la puissance moyenne d'un réacteur nucléaire français. Aujourd'hui, les deux entreprises testent encore des prototypes d'une puissance inférieure au MW¹⁹⁶ ».

À ce titre, plusieurs auteurs ont en effet montré qu'un tel type de récit, dans le cas des sciences et des technologies émergentes comme les nanotechnologies ou la biologie de synthèse, est amené à jouer un rôle si central qu'il n'est pas exagéré de parler de la constitution d'une « économie de la promesse » (Audétat, 2015).

Comme nous l'avons montré auparavant, l'énergie houlomotrice a progressé ces dernières années à coup d'innovations incrémentales le long d'une trajectoire héritée des années 1970-1980. Éperonnés par ce système de contraintes à surmonter, les ingénieurs orientent désormais leurs travaux vers des systèmes cherchant à produire de l'énergie à partir de la houle avec les meilleurs rendements et prix de revient possibles, en s'appuyant sur de nouvelles connaissances extensives. Cette transition délicate vers un nouveau houlomoteur passe par une phase de divergence et de génération d'idées. De nouvelles technologies s'inspirant du vivant doivent permettre non seulement de résister plus longtemps aux conditions hostiles du milieu marin, mais aussi de mieux s'intégrer dans les écosystèmes environnants¹⁹⁷. La rupture systémique se trouve dans la manière d'appréhender la vague. Si les machines conventionnelles s'opposent à la vague en cherchant à l'arrêter pour capter son énergie (dans un schéma classique hérité de la pensée cartésienne de l'homme contre la nature), le nouveau houlomoteur cherche à composer avec la vague, à l'accompagner, en s'inspirant de systèmes naturels (Figure 17). La recherche de rupture autour des éco-matériaux souples doit permettre de

¹⁹⁵ Voir par exemple Michel Paillard, Denis Lacroix, Véronique Lamblin (dir.), *Énergies renouvelables marines. Étude prospective à l'horizon 2030*, Versailles, Quae, 2008.

¹⁹⁶ « L'Écosse, poisson pilote des énergies marines », art. cit.

¹⁹⁷ Le groupe Renault explore aujourd'hui la possibilité de s'inspirer du métabolisme humain pour repenser la motorisation du véhicule décarbonée de demain. Voir l'interview de Jérôme PERRIN, Directeur Scientifique RENAULT à UP Magazine, juillet 2016. Vidéo en ligne. <https://www.youtube.com/watch?v=TOMcanBRvpE> Consultée le 17 octobre 2018.

sortir du cercle vicieux du « gigantisme technologique » hérité du paradigme du machinisme. Le redimensionnement d'un houlomoteur du « *big is beautiful* » vers un « *small is beautiful* » marque là aussi une rupture méthodologique certaine.



Figure 17. Le projet S3 actuellement développé par l'entreprise SBM Offshore. Crédit photo SBM Offshore, 2018¹⁹⁸.

Le nouveau houlomoteur est aussi « une technique de bissociations » (Aznard, 2009) qui consiste à mettre en relations des univers de référence hétérogènes pour essayer de faire jaillir des surprises créatives (interrelations technologiques). À partir de plusieurs exemples tirés de l'histoire des semi-conducteurs, de l'avion ou de lampe électrique, William Abernathy et James Utterback ont montré qu'une innovation « radicale » n'est pas réalisée *ex nihilo*, mais qu'elle est généralement le résultat de l'accumulation de plusieurs innovations introduites dans le produit de manière indépendante (Abernathy et Utterback, 1978). Il s'agit donc bien d'encourager l'innovation par la convergence d'innovations et les synergies de domaines. Le nouveau houlomoteur ne doit pas se limiter à la production d'électricité, mais doit trouver une place dans un tissu complexe d'autres usages (extraction de minerais, dessalement de l'eau de mer, propulsion et stabilisation des navires ou plateformes, alimentation de drone marin...).

¹⁹⁸ Un grand merci à Stéphanie St Hill, *Business Development Manager* à SBM Offshore, pour l'envoi de cette photo.

Ces nouvelles perspectives stimulantes ne doivent pas néanmoins nous faire oublier que le houlomoteur reste dans une période de latence, c'est-à-dire « la durée nécessaire pour parvenir à imaginer des usages, que l'innovation technologique commence à se transformer en innovation technique, organisationnelle et sociale » (Alter, 2002 : 21). Michel Godet, Philippe Durance et Marc Mousli ajoutent que « le temps de latence est lié aux processus de sélection des technologies les plus efficaces et à leurs améliorations, à leur simplification, à leur optimisation, à leur maîtrise, à la réduction de leur coût, et à leur combinaison en système complexe. Cela peut prendre beaucoup de temps comme dans le cas de la machine à vapeur » (2010 : 118). Cet « agenda du temps long » souligne l'importance de poursuivre les efforts de recherche et développement en matière d'expérimentation et de prototypage, car eux seuls peuvent permettre de produire les connaissances à partir desquelles on peut faire reculer les limites du possible en réinterrogeant les frontières (*learning by doing*). Et à ce titre, la mise en œuvre de démonstrateurs de recherche reste une étape essentielle de la validation des différentes ruptures technologiques et méthodologiques (Moisan, 2011), lorsque que les études préalables ont validé une estimation fiable du coût de l'énergie (et ainsi limiter la construction de prototypes inutiles).

Cette inscription dans le temps long pourrait être rendue possible par la création de niches, où se consolideront à l'abri du système dominant, les innovations alternatives et les réseaux d'acteurs qui leur sont liés. À ce titre Jean Bonal et Pierre Rossetti nous rappellent que la technologie du photovoltaïque s'est d'abord développée, dès 1975, par la conquête progressive de niches de marchés, à travers des applications professionnelles (bornes téléphoniques d'appels d'urgence, télédétection, alarmes, balisages maritimes, relais de télécommunication, etc...) (Bonal et Rossetti, 2007). Pour le houlomoteur, on peut notamment penser aux territoires insulaires situés en dehors des grands réseaux d'énergie continentaux qui privilégient les productions centralisées d'énergie. Pour autant, il semble aujourd'hui vraisemblable de considérer qu'à l'heure actuelle, le coût des premiers projets houlomoteurs raccordés sur des réseaux îliens ne sera pas inférieur à 600 €/MWh. À titre de comparaison, il se trouve que c'est à peu près le prix du kWh électrique dans les îles les plus isolées du Pacifique (Kiribati, Vanuatu et Cook's).

Conclusion

L'énergie houlomotrice est loin d'être une énergie nouvelle, comme elle est si souvent présentée. C'est tout son paradoxe : c'est l'une des filières EMR aujourd'hui les moins matures alors que c'est celle où la

créativité est la plus ancienne. L'idée d'exploiter l'énergie des vagues s'est toujours heurtée à de gros problèmes technico-économiques. La trajectoire du houlomoteur nous montre que ce qui est possible sur le plan technologique ne l'est pas forcément sur un plan économique. Si l'énergie des vagues entre aujourd'hui dans une logique environnementale, il lui reste ce défi de s'intégrer dans la logique socio-économique du marché hautement concurrentiel de l'énergie. En citant Franco Romerio, « L'utopie est utile si elle fournit l'énergie nécessaire pour faire décoller des projets et assurer des percées technologiques. Toutefois, la réalité ne doit jamais être perdue de vue et la rigueur des faits ne doit être en aucun cas être abandonnée » (2008 : 106). De véritables ruptures technologiques semblent donc à ce jour indispensables pour déverrouiller la filière, convaincre les indécis et ainsi impulser une nouvelle dynamique vertueuse. L'énergie des vagues doit atteindre la phase ultime, à savoir le stade paradigmatique, qui se caractérise par la standardisation de la technologie¹⁹⁹. Pour y arriver, il doit se construire un environnement technico-économique favorable lui permettant de « murer » dans de bonnes conditions (le marché des territoires insulaires par exemple).

La trajectoire de l'énergie des vagues nous confirme que le processus d'innovation n'a rien de linéaire, et ceci pour au moins deux raisons. Tout d'abord elle s'inscrit dans un cycle d'apparition-disparition-réapparition tel que l'avait observé David Edgerton (2013). Les évolutions économiques et les nouveaux impératifs environnementaux ont requalifié le houlomoteur au tournant des années 2000 avant que la réalité technico-économique ne le rattrape. La progression des performances est encore insuffisante pour assurer sa compétitivité avec les technologies de production d'électricité plus matures qui connaissent un rythme de progression plus important (comme l'énergie solaire par exemple). Aussi, la trajectoire s'inscrit dans un cycle de type « *hype-hope-disappointment* » tel qu'identifié par Gideon Gartner (Linden et Fen, 2003) ou Victor Scardigli dans *Les Sens de la Technique* (1992). Dans la vision du monde selon Gartner, la visibilité des nouvelles technologies grimpe rapidement vers des sommets sous l'effet d'une excitation initiale pour la nouveauté. Cette phase est suivie par un « creux de la désillusion », phase au cours de laquelle les attentes démesurées sont confrontées à la réalité. Le modèle suppose donc qu'il existe un décalage entre la dynamique des opinions sociales, marquées par la vitesse de construction des promesses technologiques, et les processus d'innovation dans le domaine énergétique marqués par de fortes inerties.

Aussi plus généralement, la situation actuelle du houlomoteur poserait la question de la corrélation du temps du projet technologique et celui de l'utopie, de la corrélation du temps de la science et de celui

¹⁹⁹ David Teece (1986) distingue la phase pré-paradigmatique durant laquelle la concurrence au sein d'une industrie s'exprimerait essentiellement entre diverses options technologiques, de la phase paradigmatique proprement dite, au cours de laquelle, un design dominant ayant émergé, la compétition s'exprimerait en termes d'améliorations incrémentales ; tandis que la concurrence par les prix reprendrait ses droits.

de l'industrie. Comment concilier des objectifs de rentabilité économique à court et moyen terme au sein d'un secteur industriel (l'énergie) qui est par nature celui du temps long²⁰⁰ ? Sur ce point Patrice Flichy souligne « qu'au démarrage du processus, on peut placer la fonction subversive de l'utopie qui permet d'explorer la gamme des possibles. C'est sans doute l'une des phases les plus inventives, mais aussi la plus brouillonne. Les innovateurs imaginent un grand nombre de dispositifs techniques qu'ils proposent d'utiliser dans les domaines les plus variés de l'activité sociale » (Flichy, 2001 : 67).

En 1976, dans son ouvrage devenu célèbre *The Poverty of Power: Energy and the Economic Crisis*, Barry Commoner nous décrivait l'utopie solaire comme la solution énergétique du XXI^e siècle. Il est aujourd'hui frappant de voir que cette utopie solaire est devenue une réalité bien concrète.

²⁰⁰ En matière d'énergie, les temps d'incubation s'expriment en décennies, voire en siècles : par exemple environ 120 ans séparent les travaux de Franklin sur la foudre et la mise au point de la dynamo par Gramme, tandis qu'on en compte près de 60 entre la découverte de la radioactivité et le premier couplage.

Références

- Abernathy William, Utterback James, 1978, « Patterns of industrial innovation », *Technology Review*, 80, 7, p. 2-9.
- Alter Norbert, 2002, « L'innovation : un processus collectif ambigu », in Norbert Alter (dir.), *Les Logiques de l'innovation. Approche pluridisciplinaire*, La Découverte, Paris.
- Audétat Marc (dir.), 2015, *Sciences et technologies émergentes : pourquoi tant de promesses*, Hermann, Paris.
- Aznard Guy, 2009, « Préciser le sens du mot 'créativité' », *Synergies Europe*, n° 4, p. 23-37.
- Babarit Aurélien, 2017, *Ocean Wave Energy Conversion: Resource, Technologies and Performance*, ISTE Press London, ISTE Press.
- Beltran Alain, Carré Patrice, 2016, *La Vie électrique, Histoire et imaginaire (XVIIe-XXIe siècle)*, Paris, Belin, 2016.
- Bonal Jean, Rossetti Pierre, 2007, *Énergies alternatives*, Omniscience, Paris.
- Brin André, 1979, *Océan et énergie*, Technip, Paris.
- Chalas Yves, Gilbert Claude, Vinck Dominique (dir.), 2009, *Comment les acteurs s'arrangent avec l'incertitude*, Édition des archives contemporaines, Paris.
- Commoner Barry, 1976, *The Poverty of Power Energy and the Economic Crisis*, Random House Inc, New York.
- Coyne André, 1939, « La captation de la houle », *Revue générale de l'Hydraulique*, 3 avril 1939, p. 141-148.
- Damy Gilbert, Gauthier Michel, 1981, *Production d'énergie à partir de la houle*, IFREMER, CNEXO-COB.
- Davies P. G. et al., 1985, *Wave Energy: The Department of Energy's R & D Programme 1974-1983*, Department of Energy Energy Technology Support Unit.
- Debeir Jean-Claude, Deleage Jean-Paul, Hemery Daniel, 2013, *Une Histoire de l'énergie*, Paris, Flammarion.
- Devaux Pierre, 1934, « Force motrice des vagues et de la houle. La nouvelle station d'essais d'hydrodynamique maritime du phare de Biarritz », *La Nature*, n° 2937.
- Duffy Terrence, 1886, *Duffy's wave motor as a source of power for various purposes*, San Francisco, Francis, Valentine & Co.
- Durand Thomas, 1989, « Management stratégique de la technologie : dix enseignements », *Revue Futuribles*, n° 137, p. 39-53.
- Edgerton David, 2013, *Quoi de neuf ? Du rôle des techniques dans l'histoire globale*, Le Seuil, Paris.
- Flichy Patrice, 2001, « La place de l'imaginaire dans l'action technique. Le cas de l'internet », *Réseaux*, n° 109, p. 52-73.

Gariel Maurice, 1957, « Énergie mécanique de la houle : utilisation », *La Houille Blanche*, n° 5, p. 778-783.

Gibrat Robert, 1966, *L'Énergie des Marées*, Paris, Presses Universitaires de France, Paris.

Godet Michel, Durance Philippe, Mousli Marc, 2010, *Créativité et innovation dans les territoires*, rapport du Conseil d'analyse économique, La documentation française, Paris.

Guevel Pierre, 1986, « La récupération de l'énergie des vagues », in *Sciences et techniques de l'armement*, Paris, Mémorial de l'artillerie française, t. 60.

Haudiquet Annette, Donnadiou Marc, Melot Jean-Pierre, 2004, *Vagues II - Hommages et digressions*, catalogue d'exposition - Le Havre, musée Malraux, 26 juin - 27 septembre 2004, Somogy, Paris.

Legendre René, 1949, « Les Ressources énergétiques de la Mer », *Bulletin de l'Institut Océanographique*, mars 1949, n° 947.

Linden Alex, Fen Jackie, *Understanding Gartner's Hype Cycles*, Strategic Analysis Report, 30 mai 2003.

Mahé Yves, 1957, « La Houle sur la côte atlantique du Maroc », in *Les énergies de la mer. Compte des quatrièmes journées de l'hydraulique*, Paris 13, 14, et 15 juin 1956, *La Houille Blanche*, p. 71-78.

Marchand Philippe, 1981, « Les énergies marines renouvelables », CNEXO, Paris, 18 décembre 1981.

Marrec Anaël, 2016, « Politiques des forces naturelles et imaginaires de l'énergie pendant l'entre-deux-guerres », *Pour mémoire*, n°18, p. 83-91.

Menanteau Philippe, 1999, « L'électricité photovoltaïque dans l'attente de l'émergence d'un nouveau standard technologique », *Revue de l'Énergie*, 50, p. 714-718.

Moguilny Georges, 1986, « Emploi de la houle aléatoire dans les essais de laboratoire », *La Houille Blanche*, n° 4-5, p. 377-383.

Moisan François, 2011, « Du fonds démonstrateur aux investissements d'avenir : promouvoir une offre française dans le domaine des technologies vertes », *Annales des Mines*, Responsabilité et environnement, n° 61, p. 109-115.

Perrin Jacques, 2001, *Concevoir l'innovation industrielle, Méthodologie de conception de l'innovation*, CNRS Éditions, Paris.

Randolph Beard Thomas, Ford George S., Koutsky Thomas M., Spiwak Lawrence J., 2009, « A Valley of Death in the innovation sequence: an economic investigation », *Research Evaluation*, vol. 18, Issue 5, 1, p. 343-356.

Rioux Jean-Pierre, 1971, *La Révolution industrielle, 1780-1880*, Seuil, Paris.

Romanovsky Vsevolod, 1950, *La Mer source d'énergie*, Presses universitaires de France, Paris.

Romerio Franco, 2008, *Les Controverses de l'énergie*, Presses Polytechniques Romandes, Lausanne.

Ross David, 1996, *Power from the Waves*, Oxford, Oxford University Press.

Scardigli Victor, 1992, *Les Sens de la Technique*, Presses Universitaires de France, Paris.

Simmonet Cyrille, 2004, *Brève histoire de l'air*, Versailles, éd. Quae, Versailles.

Société hydrotechnique de France (SHF), 1957, *Les Énergies de la mer. Compte rendu des quatrièmes Journées de l'hydraulique*, Paris, 13, 14 et 15 juin 1956, La Houille Blanche.

Susbielles Gilles, Bratu Christian, Cavanie Alain, 1981, *Vagues et ouvrages pétroliers en mer*, Technip, Paris.

Teece David, 1986, « Profiting from technological innovation: implications for integration », *Research Policy*, 15, p. 285-305.

Thierry Jean-Marie, 1990, *L'énergie des vagues : la R&D japonaise*, Société franco-japonaise d'océanographie, février 1990, p. 61-65.

Tritton Rendel Palmer, Donkin Kennedy, 1982, *United Kingdom wave energy program - Consultants' 1981 Assessment*, Report, Department of Energy, UK.

Vincent Maxime, 1924, *Réflexions sur l'utilisation future des énergies naturelles, vagues, chutes, hydrauliques et barométriques, Chaleur solaire*, Librairie Fischbacher, Paris. 1924.

Chapitre 3 - L'énergie thermique des mers dans les outre-mer français : un enjeu stratégique de territoire ?²⁰¹

The ocean thermal energy conversion (OTEC) in French overseas: a strategic issue for the territories?

Sylvain ROCHE, Doctorant CIFRE à la Région Nouvelle-Aquitaine, rattaché au laboratoire de sciences économiques GREThA (CNRS UMR 5113), Université de Bordeaux. sylvain.roche@u-bordeaux.fr

Résumé

La production électrique dans les territoires français d'Outre-mer reste aujourd'hui largement dépendante des énergies fossiles. Le phénomène d'environnementalisation des politiques énergétiques, rejoint par les débats actuels autour de la croissance bleue, encouragent les îles à se positionner comme des territoires laboratoires des nouvelles technologies écologiques. C'est dans ce terreau favorable à la croisée de plusieurs dynamiques que sont nés des projets d'énergie thermique des mers (ETM), à l'image du projet NEMO à la Martinique. Dans le domaine des énergies marines, c'est sans doute la filière la moins connue du public et pourtant l'une des plus stratégiques. Une filière à la croisée de trois secteurs économiques, l'énergie, l'industrie et le maritime, où la France est en pointe.

Introduction

Depuis les études proposées par l'anthropologie des sciences et techniques (Akrich, 1987 ; Latour, 1992) et celles plus récentes en sociologie politique des techniques (Barthe, 2009 ; Hecht, 2014), chacun reconnaît que les « capacités de la technologie ne sont pas neutres » (Piatti, 2001 : 32). L'histoire montre en effet que l'innovation technologique n'est neutre ni politiquement ni socialement (Caron, 2010). Les projets technologiques ont des propriétés politiques qui leur sont propres et répondent à des objectifs politiques précis. Selon Louis Marrou et Nina Soumimant (2011), ces projets sont souvent des vitrines pour un pays, une région ou une filière industrielle. La transition énergétique

²⁰¹ Cet article a été présenté lors de la troisième édition de la Journée d'Etudes Scientifiques pluridisciplinaires de l'ADJC (JES 2017), Université des Antilles (Fort-de-France, 17 mai 2018). <https://calenda.org/398208>. Il a été publié dans la revue *Etudes Caribéennes* <https://journals.openedition.org/etudescaribeennes/11971> Consulté le 01 avril 2019.

offrirait ainsi un rayonnement technopolitique à ces territoires à travers la modernisation technologique (Crusol, 2007(a)).

Nous étudierons ici le cas spécifique des projets ETM actuellement en gestation dans plusieurs îles des Outre-mer. Il s'agit d'utiliser le différentiel de températures entre eaux froides et eaux chaudes pour produire de l'électricité grâce à une machine thermique. L'ETM étant une énergie hautement territorialisée (réservée à la zone intertropicale, là où la température de surface est assez élevée pour assurer un différentiel suffisant avec les eaux froides profondes), elle s'inscrit dans cette démarche de valorisation d'un patrimoine naturel local. En 2030, l'ETM pourrait peser 30 à 50 GW dans le monde, selon Naval Group²⁰², soit l'équivalent de 10 réacteurs nucléaires²⁰³. Ce marché non négligeable a poussé les entreprises et les territoires à se positionner rapidement sur cette filière présentée comme stratégique.

Un des projets les plus avancés le projet NEMO a été lancé par les entreprises françaises DCNS et Akuo Energy en 2014. Stoppé en avril 2018, ce projet prévoyait la construction d'un pilote préindustriel à La Martinique d'ici 2020. Naval Group a également mené des études de faisabilité au profit de la Réunion et Tahiti. Comme nous le verrons, le sujet de l'ETM a été construit comme un enjeu stratégique du fait qu'il s'inscrit dans une logique de convergence des intérêts : d'un côté des intérêts énergétiques et environnementaux, d'un autre côté des intérêts scientifiques et industriels, et enfin des intérêts politiques et diplomatiques.

Section 1 : Les Outre-mer à l'avant-poste de l'ETM

1. Le lancement des projets ETM dans un contexte de concurrence territoriale

Dans un contexte « d'environnementalisation » des politiques énergétiques (Bouvier, 2012), l'ETM a bénéficié d'un regain d'intérêt de la part de certains pays à partir des années 2000. Des pré-études sont réalisées dans le cadre du programme européen DOCUP 2000-2006²⁰⁴ (étude NRJRUP²⁰⁵) visant à

²⁰² DCNS est devenu Naval Group en juin 2017.

²⁰³ « Demain, l'Outre-mer s'éclairera... à l'eau chaude », *Le Parisien*, 11 mai 2015.

²⁰⁴ Le DOCUP (Document Unique de Programmation pour les fonds structurels Européens) est un document de cadrage stratégique de l'action des fonds européens pour la période 2000-2006. Les DOCUP sont programmés au niveau régional.

²⁰⁵ Le projet NRJRUP visait à favoriser les échanges de bonnes pratiques et le transfert de savoir-faire entre les régions ultrapériphériques (RUP), ainsi qu'à développer des énergies renouvelables à partir de l'exploitation des ressources marines.

identifier les potentiels énergétiques et technologiques issus des ressources marines pour produire de l'électricité dans les Régions Ultrapériphériques d'Europe (RUP).

Les résultats des études présentèrent l'ETM comme « la filière énergies marines la plus appropriée pour la Martinique et la Guadeloupe » et « à considérer pour la Guyane et la Réunion ». Quelques mois auparavant, Nicolas Sarkozy, alors candidat à l'élection présidentielle, déclarait dans *La Revue Maritime*²⁰⁶ que « la mer tropicale est également une source majeure d'énergies renouvelables, malheureusement inexploitée aujourd'hui. Leur développement passe par une recherche appliquée pertinente sur l'éolien offshore, sur l'hydrolien, et surtout sur l'énergie thermique des mers, actuellement ignorée. »

Le Grenelle de l'environnement (2007), puis le Grenelle de la mer (2009) amplifièrent la dynamique en identifiant les Outre-mer comme des territoires propices à développer les énergies des océans. Le texte final du Grenelle de la mer précisait d'ailleurs que « L'Outre-mer sera la vitrine technologique et le territoire d'expérimentation de la France en matière d'énergies marines renouvelables ». Le Livre bleu de la Stratégie nationale pour la mer et les océans (2009) indiquait quant à lui « que les Outre-mer constitueront des zones d'action prioritaire et de déploiement précoce pour les énergies renouvelables marines, et des zones d'expérimentation privilégiées pour certaines techniques comme celles liées à l'énergie thermique des mers. »

C'est dans le cadre de cette émulation générale, à la conjonction des dynamiques locales et de la dynamique nationale, que plusieurs îles (La Réunion, Tahiti et la Martinique) lancèrent des projets ETM. Les territoires vont entrer dans un jeu de concurrence territoriale sur un marché de sites, chaque territoire se présentant comme « la référence » pour accueillir l'ETM.

« La Polynésie est le meilleur site pour démarrer commercialement l'ETM. Nous sommes sur un espace maritime qui est beaucoup moins sujet aux cyclones, contrairement aux Caraïbes. Les risques économiques sont moindres [...] C'est le meilleur site pour montrer que cette énergie est rentable²⁰⁷. »

L'objectif des territoires est alors de bonifier et communiquer sur son offre territoriale de manière à attirer des investissements ainsi que des entreprises dans une démarche promotionnelle. Ce marketing territorial prend une ampleur particulière dans l'agenda médiatique local, du fait du caractère unique et novateur des projets.

²⁰⁶ Numéro 478, avril 2007.

²⁰⁷ Entretien avec Gérard Siu, Président du Cluster maritime de la Polynésie, 07 mars 2017.

Ces grands projets offrent en effet une tribune médiatique à ces îles en quête de reconnaissance afin d'afficher leur réussite et leur dynamisme :

« Tahiti, le rêve pour développer l'énergie thermique des mers²⁰⁸ » ; « La Réunion, future vitrine internationale de l'Energie thermique des mers²⁰⁹ » ; « A la Martinique, NEMO et Nautilus ne font qu'un, 1^{ère} mondiale²¹⁰ »

Ces projets deviennent dès lors des vitrines technologiques pour les territoires.

2. La dynamique contrastée du projet réunionnais.

La Réunion est l'un des territoires qui a le plus poussé les réflexions sur les énergies marines, et ceci dès le milieu des années 2000. Dans le cadre de son programme *Green Energy Revolution : Reunion Island* (GERRI) qui devait faire de la Réunion un modèle en matière de production et de consommation d'énergie à l'horizon 2030, l'ARER et la Région de la Réunion présentaient à Brest en 2008 un axe de développement stratégique qui intègre les énergies marines.

« Le projet GERRI devait faire de la Réunion un laboratoire incubateur pour tester les nouvelles technologies en lien avec la transition énergétique [...] Le développement des projets énergies marines à la Réunion, et plus particulièrement dans l'ETM, a été impulsé par une volonté politique il y a une dizaine d'années à travers le projet GERRI²¹¹. »

Selon l'Agence régionale de l'énergie de La Réunion, c'est une véritable « Révolution Bleue » qui se prépare alors pour l'île, avec un nombre important de projets. L'ETM est présentée comme une énergie 100% propre et « à l'abri des fluctuations du marché²¹² » par Jean Ballandras, alors Secrétaire général des affaires régionales²¹³. A la suite de cette volonté politique clairement affichée, des échanges se tissent entre les administrations locales et l'industriel DCNS.

La Région et DCNS, après avoir signé une première convention en avril 2009 permettant de vérifier la faisabilité d'un démonstrateur, signent en octobre de la même année une deuxième convention pour un programme de recherche qui prévoit notamment la construction d'un « Prototype à Terre ETM » (PAT ETM). Construit dans les locaux de DCNS à Nantes-Indret, ce prototype à échelle réduite (1/150) est installé et inauguré à l'IUT de Saint Pierre de l'Université de La Réunion début 2012 (Figure 18). Il

²⁰⁸ *Tahiti-infos*, 15 juin 2015.

²⁰⁹ « La Réunion, future vitrine internationale de l'Energie thermique des mers », *Zinfos974*, 29 juin 2010.

²¹⁰ Le Blog de l'habitat durable, 10 mars 2015.

²¹¹ Entretien avec Alexandre Refait, Responsable technique du PAT ETM à l'Université de la Réunion, 30 juin 2017.

²¹² « DCNS et La Réunion placeront la France en tête de l'ETM dès 2011 », *Energies de la Mer*, 01 juillet 2010.

²¹³ Jean Ballandras est aujourd'hui Secrétaire général chez Akuo Energy.

doit marquer la première étape opérationnelle de l'entrée de la France dans le développement de l'ETM.



Figure 18. Prototype à Terre Energie Thermique des Mers - PAT ETM. Crédit photo Université de la Réunion, 2014.

L'objectif est alors de constituer un écosystème d'innovation autour de l'ETM pour faire de la Réunion une base arrière du développement de l'énergie thermique sur la ceinture intertropicale. Celui-ci passe par la constitution d'un pôle scientifique de formation de rayonnement international pour les éventuels exploitants de l'ETM. Cette politique scientifique passe notamment par « des collaborations directes avec d'autres parties du monde sur l'ETM, comme les Etats-Unis ou le Japon²¹⁴ ». L'organisation à la Réunion du 5^{ème} symposium international sur l'ETM en novembre 2017 conforte cette volonté d'inscrire l'île comme l'un des principaux leaders mondiaux sur le sujet²¹⁵.

En déplacement les 9 et 10 juillet 2009 à la Réunion, le Premier ministre François Fillon apporta une enveloppe de 8 millions d'euros dans le cadre du plan de relance pour financer la recherche et le développement des énergies marines. Cinq millions d'euros sont attribués pour construire un démonstrateur ETM au large du Port, projet jugé « GERRI-compatible²¹⁶ ». Paul Vergès, Président de la Région, déclarait fièrement que « ces travaux sur l'ETM auront une portée internationale. Nous

²¹⁴ Entretien avec Alexandre Refait, Responsable technique du PAT ETM à l'Université de la Réunion, 30 juin 2017.

²¹⁵ <https://regionreunion.com/actualite/toute-l-actualite/5eme-symposium-otec-international> Consulté le 1^{er} décembre 2018.

²¹⁶ « La Réunion : L'Etat investit 8 millions pour les énergies marines », *Le Marin*, 24/07/2009.

sommes comme des découvreurs²¹⁷. » A l'époque, le conditionnel n'est pas de mise : « Le projet réunionnais sera la première centrale pilote mondiale [...] un tel projet fera de l'île la vitrine internationale du produit » écrit la journaliste Karine Maillot dans son article Réunion, future vitrine internationale de l'Energie thermique des mers²¹⁸.

Des études de faisabilité technique, environnementale et économique sont alors rapidement menées. On parle d'un projet préindustriel d'ici 2014-2015, d'une centrale d'une puissance de 10 MW permettant de produire de l'électricité pour 70.000 personnes, soit environ 10.000 foyers. Le coût est chiffré à 400 millions d'euros. Au sujet du projet, Emmanuel Brochard, directeur ETM de DCNS, déclare : « Les éléments clés du dispositif ont été testés avec succès. Nous devrions conclure nos premiers contrats commerciaux dans les trois ans, avec un prix de l'électricité visé entre 250 et 300 euros du MWh pendant 25 ans, avec un électricien ou un investisseur dans les énergies renouvelables²¹⁹ ». Jean-François Le Bert, alors chef du projet à DCNS, explique en juin 2010 : « La Réunion cumule les avantages. Le projet y est bien accepté. Le tissu industriel est adapté pour l'armement final et le développement futur²²⁰. » Néanmoins pour des raisons techniques et économiques, la vision d'une production locale d'énergie s'est petit à petit éloignée sur le court terme au profit d'un projet axé sur la recherche scientifique et la pédagogie. Ce changement de stratégie se réalise au profit de l'île de la Martinique, les caraïbes offrant une meilleure ressource naturelle valorisable.

« A ce moment-là, il y a eu un basculement avec la Martinique. Les essais ont montré que le différentiel de température n'est pas assez stable toute l'année pour générer de l'électricité [...] Les études techniques sur démonstrateur ont montré qu'il fallait d'abord développer la technologie avant d'envisager une mise en œuvre opérationnelle [...] Les études montraient aussi que la Martinique ou la Guadeloupe offraient des conditions de température plus favorables que la Réunion²²¹. »

Nul doute que d'autres facteurs peuvent (en partie) expliquer ce revirement territorial. Alin Guezello, alors élu chargé des énergies renouvelables au Conseil Régional de la Réunion, admit : « La Martinique a eu un temps de réaction plus court que nous et a su saisir l'opportunité²²². »

²¹⁷ « Huit millions d'euros pour les énergies marines sur la table », *Clicanoo*, 14 octobre 2009.

²¹⁸ « La Réunion, future vitrine internationale de l'Energie thermique des mers », *Zinfos974*, 29 juin 2010.

²¹⁹ « L'énergie thermique des océans testée à la Réunion », *Le Figaro*, 07 juillet 2014.

²²⁰ « Énergie thermique des mers : La Martinique grille la Réunion », *Clicanoo*, 11 août 2011.

²²¹ Entretien avec Rémy Durand, Responsable du service Environnement de la Région Réunion, 05 juillet 2017.

²²² « La Martinique double la Réunion sur l'énergie thermique des mers », *Zinfos974*, 11 août 2011.

3. La Martinique : une vitrine territoriale de la dynamique caribéenne ?

Naval Group s'intéresse depuis le début aux potentiels d'autres îles tropicales françaises. L'industriel a ainsi réalisé en 2008 une étude de préfaisabilité pour l'île de la Martinique. En novembre 2010, des accords sont conclus avec la Martinique. Le 20 juillet 2011, une convention est signée entre DCNS et la Martinique pour développer un premier prototype préindustriel. Cette situation va faire de la Martinique le nouveau « laboratoire des énergies thermiques des mers²²³ ». Des études sont rapidement lancées afin de définir les possibilités et conditions de la mise en place d'une centrale ETM pilote de 10 MW (Figure 19). La conception de la centrale pilote NEMO est alors engagée. Le dossier de financement du projet est retenu pour le programme Investissements d'Avenir et fait partie des projets que le gouvernement présente au programme de financement européen pour les énergies renouvelables NER300. Porté par Naval Group et Akuo Energy, le projet fait partie des lauréats et bénéficie d'un apport de l'Europe de 72 millions d'euros. En déplacement à la Martinique en septembre 2014, la ministre Ségolène Royal déclara que « La Martinique peut devenir le laboratoire de ce que peut être le nouveau modèle énergétique français [...] Elle est sur ce point exemplaire avec le projet NEMO d'Akuo, soutenu par DCNS.²²⁴ »

Le projet NEMO est ainsi configuré territorialement sous la forme d'un spectacle technique, comme un site touristique, un monument à visiter pour faire la promotion de l'île.

« La centrale NEMO sera notre vitrine, et nous ferons venir des visiteurs du monde entier !²²⁵ » ; « Quand on a un projet, tel que l'ETM, qui est une 1^{ère} mondiale vous dirigez tous les feux de projecteur sur l'endroit qui porte le projet, c'est-à-dire la Martinique [...] Ce projet NEMO est du tourisme technologique²²⁶. »

L'argumentaire promotionnel autour de NEMO répond à un triple objectif :

- (a) Un objectif de production d'énergies renouvelables décarbonées.
- (b) Un objectif industriel à vocation commerciale.
- (d) Un objectif de création d'emplois.

²²³ *Le Marin*, 16 mars 2017.

²²⁴ « Martinique : une déclaration d'intention pour une "île durable" signée par Ségolène Royal », *AFP Infos Françaises*, 02 septembre 2014.

²²⁵ Propos de Jean Ballandras, Directeur ETM chez Akuo Energy, dans *Le Parsien.fr*, 11 mai 2015.

²²⁶ Entretien avec Laurent Bellemare, Directeur de l'Agence Martiniquaise de l'Énergie, le 12 juillet 2017.

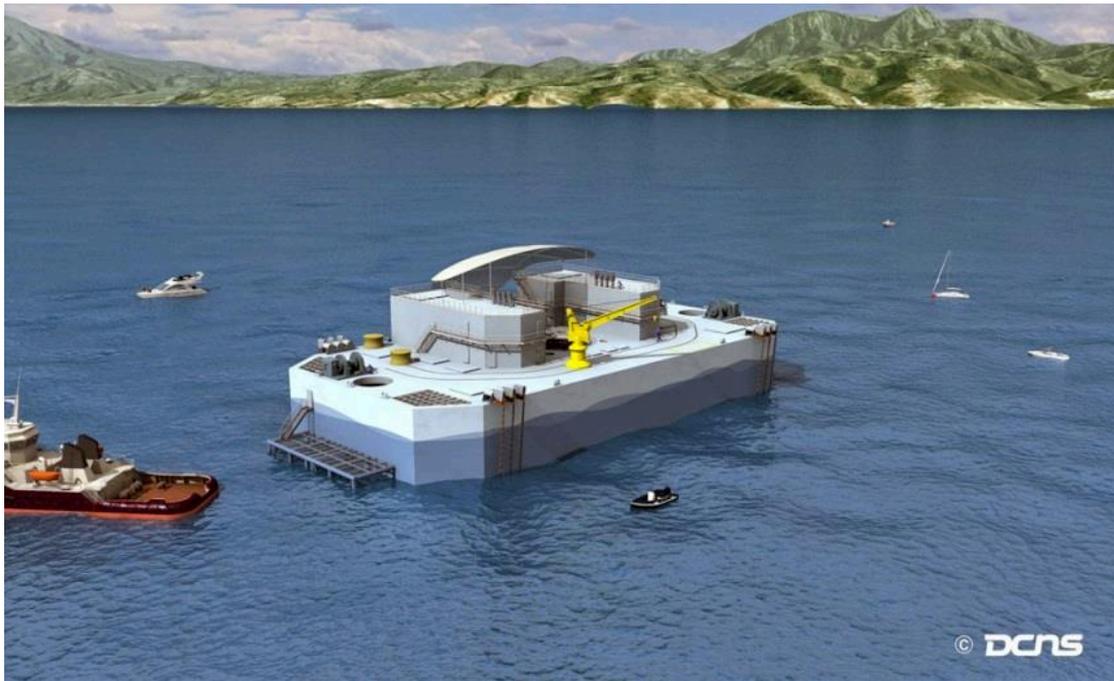


Figure 19. NEMO, la centrale ETM développée par Naval Group et Akuo Energy en Martinique. Crédit photo DCNS, 2014.

Comme il est indiqué dans les conclusions de l'enquête relative à l'exploitation de la centrale NEMO comme ICPE (15 janvier 2016) : « Ce projet, s'il se concrétise, permettra de réduire la consommation d'énergie fossile et donc de réduire la production de gaz à effet de serre en créant des emplois. » De même, lors de sa venue à la Martinique, Ségolène Royal déclarait à propos du projet NEMO : « Outre de l'autonomie énergétique, de tels projets apportent aussi de l'emploi, de la formation, de la croissance verte. » Il est en effet prévu que la plateforme soit construite et assemblée dans un chantier naval français, permettant la création de près de 1 300 emplois. Les constructions en phase commerciale de centrales devraient quant à elles mobiliser plus de 2 000 emplois en France pendant 4 ans par centrale²²⁷. Nous pouvons donc penser à l'heure d'aujourd'hui que l'essentiel des emplois créés et qualifiés seront localisés en France métropolitaine, et non à la Martinique. Notons enfin qu'à la différence de la Réunion, le projet ETM de la Martinique ne s'est pas greffé à un projet scientifico-pédagogique. Ceci s'explique du fait « que l'Université de la Martinique est avant tout sciences sociales. Il n'y a pas une grosse faculté de sciences appliquées, à la différence de la Réunion.²²⁸ »

²²⁷ « NEMO : Projet de centrale énergie thermique des mers flottante », *Energine*, 04 septembre 2014.

²²⁸ Entretien avec Rémy Durand, Responsable du service Environnement de la Région Réunion, 05 juillet 2017.

Début 2018, la centrale NEMO est alors toujours présentée comme la première centrale de ce type au monde. La centrale, dont la mise en service est prévue en 2020, affichera une puissance de 10 MW et fournira de l'électricité à 35 000 foyers.

Section 2 : L'ETM comme outil stratégique de puissance technopolitique

1. *L'héritage comme outil de légitimation*

En déplacement à Nantes pour les 10^e Assises de l'économie de la mer en décembre 2014, le Premier Ministre Manuel Valls déclarait :

« La France est toujours une grande Nation de la mer, et une grande puissance maritime, une grande Nation, car présente sur tous les océans, responsable d'immenses espaces marins, avec ses Outremer, c'est le deuxième territoire maritime mondial. [...] La France fait de la transition énergétique une priorité, et en 2015, nous devons définir notre stratégie bas carbone et fixer notre programme pluriannuel de l'énergie. C'est essentiel pour le développement des énergies renouvelables, et notamment marines, et pour accompagner la structuration des filières. Il y a près de cinquante ans, la France avait été précurseur avec l'usine marémotrice de la Rance, et elle doit retrouver vite cette ambition et cette audace. Les pistes sont nombreuses, vous les connaissez, énergie thermique des mers, hydrolienne marine ou fluviale, éolienne ancrée ou flottante, et bien d'autres encore²²⁹. »

Si l'on replace cette déclaration dans une perspective historique, on constate qu'elle s'inscrit précisément dans la période de « l'âge d'or de l'État » (Suleiman et Courty, 1997). La politique d'indépendance nationale et de grandeur de la France se revendiquait alors dans la conduite de grands programmes technologiques de souveraineté nationale caractérisant le colbertisme high-tech (Cohen, 1992). Non seulement le développement industriel, scientifique et technique devait permettre de reconstruire l'économie nationale, mais également redonner à la France sa place de leader mondial.

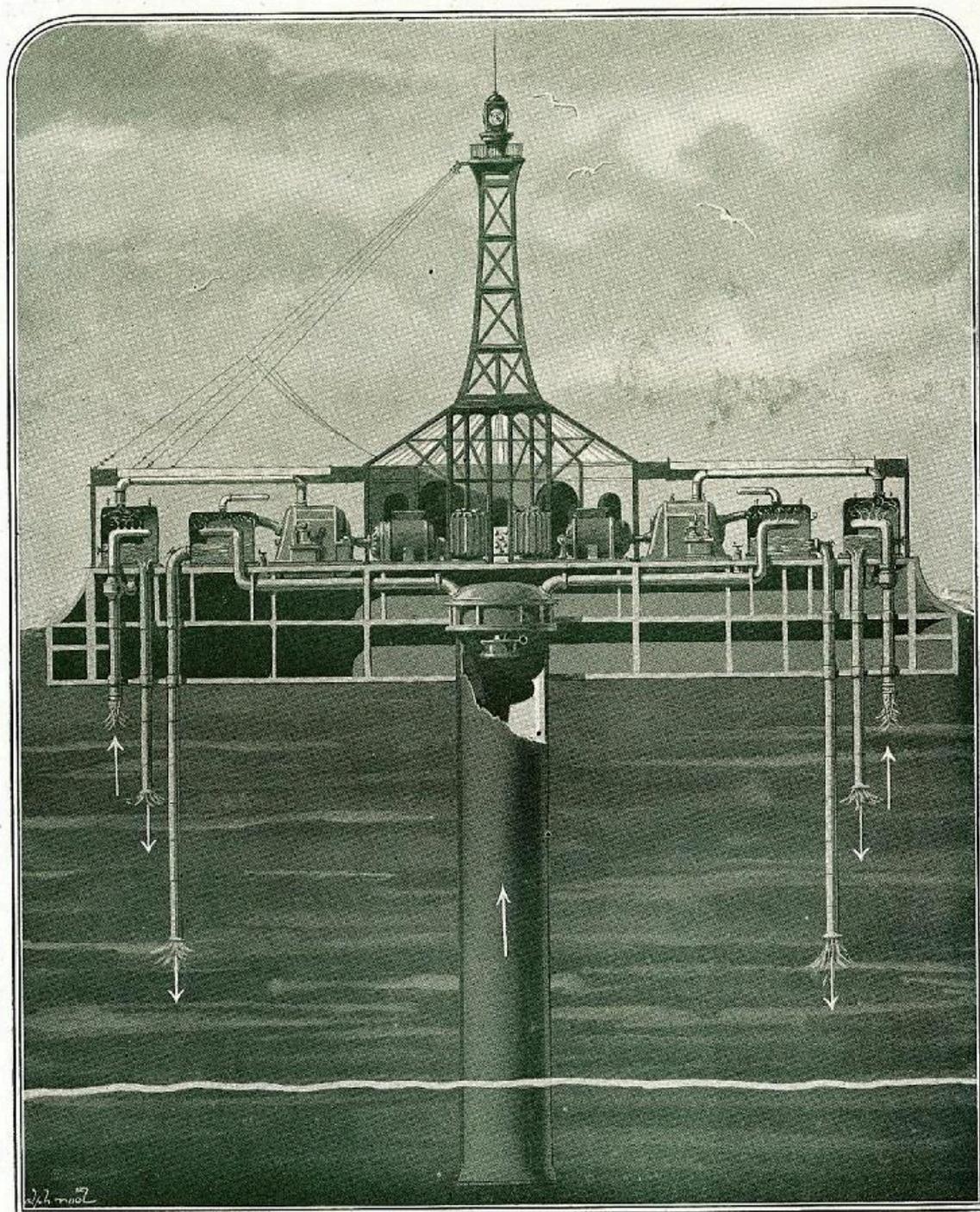
Le discours de Manuel Valls s'inscrit dans cette ambition, dans cet héritage, qui est de promouvoir la France comme grande puissance maritime et technologique. Rajoutons de plus que l'énergie est depuis toujours en France un secteur privilégié de l'action publique où l'Etat joue le rôle de législateur, opérateur, régulateur, financeur et stratège. La politique énergétique est un pouvoir régalien hautement stratégique. En faisant référence à l'usine marémotrice de la Rance (inaugurée par le général de Gaulle en 1967) et les nouveaux projets énergétiques (dont le projet NEMO), le Premier ministre fait le lien entre héritage, rayonnement de la France, réussite technologique et identité

²²⁹ https://www.cluster-maritime.fr/sites/default/files/discours_mv_assises_2014.pdf Consulté le 30 août 2017.

nationale. Le rayonnement national passe ici d'abord et avant tout d'abord en termes de prouesses technologiques. L'histoire est ici utilisée pour légitimer la relance des projets ETM en France (voir l'ensemble des articles consacrés sur le site internet du Club des Argonautes). Comme il est mentionné dans une présentation d'Akuo Energy de 2015²³⁰, « L'ETM, une technologie inscrite dans l'histoire industrielle française ». Elle est de plus « une aventure technologique liée à l'Outre-mer. » L'invocation de l'héritage permet ainsi de créer un sentiment d'objectivité qui a son tour accomplit le travail de légitimation de la filière ETM. L'histoire est ainsi présentée comme un avantage compétitif pour construire une filière industrielle nationale.

Dès les années 1920, l'ingénieur Georges Claude a été le premier à se lancer dans la construction d'une « usine à vapeur d'océan » (Figure 20). Ce projet s'inscrivait alors dans un contexte de « mise en valeur des colonies » (Simonet, 1930), ces dernières jouant le rôle de laboratoires expérimentaux pour les savants de la métropole (Llinares et Hrodej, 2005).

²³⁰ Projet NEMO, un projet innovant de centrale d'énergie thermique des mers, Forum Bòdlanmè, 16 juin 2015.



Coupe schématique de l'usine « aquathermique » de MM. Georges Claude et Boucherot. Au centre, un énorme tuyau plonge à 1.000 mètres : à la périphérie, des tubes plus petits servent à l'aspiration ou au refoulement de l'eau. Le liquide des couches supérieures, aspiré dans le bouilleur, s'y vaporise partiellement, puis est refoulé à une certaine profondeur. La vapeur actionne la turbine et pénètre

dans le condenseur, où elle se liquéfie au contact de l'eau froide amenée par le gros tuyau. L'eau du condenseur est enfin renvoyée dans la mer, à une profondeur suffisante pour que cet appoint de frigories n'abaisse pas la température de l'eau de surface. Les turbines entraînent des alternateurs qui fournissent l'énergie électrique, que des câbles sous-marins transportent alors vers la côte.

Figure 20. Coupe schématique de l'usine « aquathermique » de Georges Claude et Paul Boucherot, dans *Je sais tout*, la Grande Revue de Vulgarisation Scientifique, n°254, février 1927.

A la suite de la crise énergétique des années 1970, plusieurs pays reconsidérèrent l'intérêt du concept de l'ETM. Cette relance s'appuya notamment sur un argument économique, celui d'un prix du « kilowattheure ETM compétitif » par rapport au prix du « kilowattheure pétrole ». La crise pétrolière eut en effet pour conséquence de valoriser la technologie ETM mais également les autres sources d'énergie.

« Les rapports réalisés montrent que des unités de 10 MWe environ, installées dans des sites du type Tahiti, seraient compétitives avec un prix au kW installé de 10 000 F et un prix au kWh de 50 centimes (contre 70 actuellement). Ainsi, la compétitivité de l'électricité ETM a pu être mise en évidence pour des puissances voisines de 10 MWe. » (Robert, 1982 : 48)

En France, entre 1982 et 1985, le groupement d'intérêt économique Ergocéan, unissant l'IFREMER à des industriels comme Spie-Batignolles ou Alstom, consacra 60 millions de francs à des études portant sur une centrale ETM pilote à Tahiti (Figure 21). A partir des années 1960, les besoins de la recherche spatiale et de l'expérimentation nucléaire vont en effet renouveler cet intérêt stratégique insulaire en devenant des localisations intéressantes pour les stations de recherches scientifiques (Crusol, 2007(a)). Comme indiqué dans une note de l'IFREMER (Blanchard, 1986 : B.1-2) :

« L'existence du projet ETM peut avoir des retombées pour le territoire dans la mesure où elle confirme la vocation de la Polynésie française à être un centre scientifique et technologique à rayonnement régional et un haut lieu de la recherche sur les ressources de la mer et sur les énergies renouvelables. »

Néanmoins, le contre-choc pétrolier de 1986 (entre 1985 et 1986, le prix du fioul à Tahiti passa de 2,70 F à 1,60 F le litre²³¹) conduisit à l'abandon de ce projet. Le système énergétique des Outre-mer se « normalisa » autour du paradigme du pétrole.

« Selon des études, le prix de revient du kilowatt de puissance nette dans une station de circuit ouvert de dix mégawatts serait égal à 42 000 francs : seule une importante augmentation du prix du pétrole rendrait l'électricité produite par une installation ETM concurrentielle sur les marchés des îles du Pacifique. » (Penney et Bharathan, 1987 : 73).

Aujourd'hui, on inscrit le projet NEMO « dans cette histoire industrielle française » (Le Lidec, 2009), dans une sorte de « roman national » se réclamant de Georges Claude et du projet polynésien.

²³¹ Dans Synthèse de documents rédigés, en 1985 et 1989, par Michel Gauthier, chef de projet ETM.

ENERGIE THERMIQUE DES MERS

Ergocéan va consacrer 60 millions aux études d'un projet de centrale à Tahiti

BREST. – E.T.M., retenez les initiales, on en entendra beaucoup parler dans les années à venir. En France, le projet E.T.M. ou Energie thermique des mers vient véritablement d'être lancé. Il sera présenté aujourd'hui à M. Laurent Fabius, ministre de la Recherche et de l'Industrie, lors de sa visite au Centre océanologique de Bretagne. C'est un des projets les plus importants du C.N.E.X.O. (Centre national pour l'exploitation des océans) tant dans la forme que dans le fond.

Le fond : il s'agit de construire un prototype de centrale électrique à Tahiti, en utilisant les différences de températures qui règnent dans l'eau de mer. A l'horizon 2000, se profile un énorme marché pour les îles de la zone intertropicale. La forme : une équipe décentralisée du C.N.E.X.O. basée à Brest à l'entière responsabilité du projet. Elle vient de passer un accord avec douze sociétés ou leurs filiales qui se sont rassemblées dans un Groupement d'intérêt économique, Ergocéan.

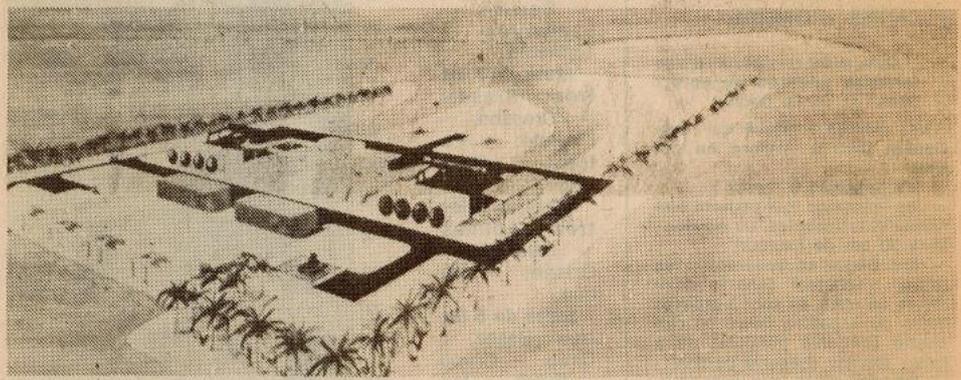


Figure 21. « Ergocéan va consacrer 60 millions aux études d'un projet de centrale à Tahiti », *Ouest-France*, 24 juin 1983

« ETM, retenez les initiales, on en entendra beaucoup parler dans les années à venir [...] A l'horizon 2000, se profile un énorme marché pour les îles de la zone intertropicale. »

2. Un nouveau « champion national » comme outil de crédibilisation.

En 2007, afin de compenser la baisse programmée de ses commandes françaises, le groupe DCNS, devenu Naval Group en 2017, a mené une vaste réflexion stratégique afin d'identifier de nouveaux secteurs potentiellement valorisables. En 2008, l'entreprise a choisi de se tourner vers le nucléaire civil et les services aux infrastructures complexes. Mais DCNS retient aussi les énergies marines :

« Ce projet ETM s'intègre dans une démarche de diversification stratégique où DCNS, acteur du naval et du militaire, cherchait à valoriser ses savoir-faire historiques dans d'autres secteurs que le naval de défense [...] C'est une démarche stratégique d'aller chercher des marchés contractuels à ceux du naval de défense.²³² »

²³² Entretien avec un responsable chez Naval Group, 26 juillet 2017.

DCNS adopte en 2009 le projet d'entreprise « championship », dont le but est de positionner le groupe comme leader mondial du naval de défense et un innovateur dans l'énergie (nucléaire civil et énergies marines). La vision 2020+, élaborée en 2012²³³, tout comme la création en 2016 d'une filiale Naval Énergies, conforte l'ambition du groupe d'investir dans les énergies de l'océan. A l'époque, Naval Group veut être présent dans l'éolien flottant, l'hydrolien et l'ETM²³⁴. Les projets en cours, que ce soit l'hydrolienne de Paimpol-Bréhat en Bretagne ou le projet NEMO en Martinique, offrent ainsi une vitrine à Naval Group pour matérialiser et communiquer sur sa nouvelle stratégie industrielle. Ce sont les « têtes de proue » de cette nouvelle stratégie de Naval Group, fleuron français de l'industrie de défense depuis 1631 mais aussi désormais un acteur majeur des technologies environnementales.

Cette ouverture de Naval Group vers les énergies marines répond à deux objectifs : encourager la capacité d'une industrie nationale à innover dans les nouveaux champs du développement durable à haute intensité technologique et rechercher conjointement un avantage de « *first mover* » (premier entrant) dans la compétition commerciale internationale (qui nous verrons se limite aujourd'hui grossièrement à la France et aux Etats-Unis). Comme le mentionnait Philippe Baumard (2004) : « l'enjeu est d'assurer une présence nationale sur les domaines émergents, en s'assurant de la maîtrise des « têtes de pont » adéquates à chaque lieu d'effervescence des nouvelles technologies. » Il s'agit ici de pas rater « la nouvelle vague des énergies offshore²³⁵ », comme ce fut le cas auparavant dans l'éolien ou le solaire. Naval Group prend ainsi le statut de « nouveau champion national des énergies marines²³⁶ ». Cette « francisation » de la filière EMR permet de donner une image de marque aux projets (celle du *made in France*), tout en les crédibilisant.

Cette volonté d'ériger de nouveaux champions nationaux dans le champ des énergies renouvelables avait été soulignée en 2013 lors des débats sur la transition énergétique : « L'investissement dans la recherche et l'innovation auront fait émerger des champions français et européens de l'énergie, compétitifs, créateurs d'emplois, capables de faire rayonner notre savoir-faire et de créer des coopérations dans le monde entier²³⁷. »

²³³ « La reconquête industrielle des océans », *TTU*, Supplément au n° 940, 02/07/2014.

²³⁴ La volonté de Naval Energies d'être présent sur plusieurs technologies s'explique par l'incertitude qui affecte les possibilités de succès des 3 filières, et par conséquent, la crainte d'un regret potentiel d'avoir privilégié une filière plus qu'une autre. A ce titre, notons ici que Naval Energies a stoppé ses investissements dans l'hydrolien en juillet 2018.

²³⁵ « La nouvelle vague des énergies offshore », *Libération*, 21 mai 2015.

²³⁶ « DCNS Energies, Création d'un champion français des EMR », *ASAF*, 11 janvier 2017.

²³⁷ Synthèse des travaux du débat national sur la transition énergétique de la France présentée par le conseil national du débat 18 juillet 2013.

Un rapport de février 2017 (Campana *et al.*) met clairement en avant les opportunités commerciales qu'offre la transition énergétique aux acteurs industriels français. La taille de Naval Group, tout comme son statut de grande entreprise stratégique, lui confèrent une capacité d'action élevée. En tant que « champion français des EMR²³⁸ », on lui assigne la mission de mettre en œuvre les découvertes et les applications scientifiques les plus récentes et d'assurer le renouveau du tissu économique de la France.

Il est ici intéressant de voir que ces projets EMR ont été abordés par Naval Group à travers le paradigme du « *big is beautiful* ». On peut de nouveau ici faire un parallèle intéressant avec les grands programmes technologiques des années 1960-1970. Un représentant de Naval Group m'avoua « que le projet NEMO a été probablement lancé dans une démarche pompidolienne²³⁹ » en rajoutant « qu'on a en France toutes les briques technologiques pour faire réussir ce projet et pour l'exporter et créer une vraie industrie française à l'export. »

Notons enfin que Naval Group investit dans d'autres systèmes énergétiques qu'il destine principalement aux îles. On peut notamment penser au projet Flexblue, une petite centrale nucléaire sous-marine étudiée depuis 2008, en partenariat avec AREVA, le CEA et EDF²⁴⁰.

3. Faire d'un enjeu industriel un enjeu géopolitique.

Cette concurrence internationale autour de l'ETM est ancienne. On la retrouvait déjà lors des différents projets ETM développés dans les années 1980. Un document présenté par les Américains lors de la 8^{ème} conférence sur l'énergie des océans, qui se tenait à Washington en 1981, faisait alors état d'un marché important de 60 GWe (900 milliards de francs) entre 1990 et 2010. (Dunbar, 1981). On prévoit en l'an 2000 « une demande de cent cinquante centrales de 120 MW²⁴¹. » La France est alors « un des deux pays dans la course à l'énergie thermique des mers » (Girard, 1981 : 90) avec les Etats-Unis.

Nous retrouvons aujourd'hui la même situation de compétition internationale autour de l'ETM. Il est intéressant ici de noter que les deux principaux industriels positionnés sur cette technologie sont Lockheed Martin et Naval Group, deux entreprises de rang mondial de défense et de sécurité. Au-delà des compétences strictement technologiques, ce positionnement montre le caractère éminemment

²³⁸ « DCNS Energies : Création d'un champion français des EMR », *Mer et Marine*, 10 janvier 2017.

²³⁹ Entretien avec un responsable de Naval Group, le 26 juillet 2017. Nous avons souhaité volontairement anonymiser cette personne.

²⁴⁰ « Le projet de mini-centrale nucléaire sous-marine de DCNS intéresse l'Indonésie », *Le Marin*, 19 février 2015.

²⁴¹ « L'énergie thermique des océans sera américaine », *L'Usine Nouvelle*, 09 mars 1978.

stratégique de cette filière. Les États-Unis ont plusieurs projets de centrales ETM pour leurs bases militaires d'Outre-mer, une de 8 MW pour Diego Garcia et l'autre pour celle de Guam. Sur un plan industrialo-commercial, l'objectif des industriels est d'imposer rapidement un « *dominant design* » dans la filière ETM afin de se positionner comme leader technologique. La finalité étant d'obtenir l'avantage au premier entrant (*first-mover advantage*). Selon Jolly (2008 : 14) :

« Dans les secteurs émergents, les règles du jeu sont fréquemment à construire, notamment sur le plan technique [...] Dès lors, les firmes luttent âprement pour fixer les standards [...] La raison d'une telle lutte est que l'avènement d'un standard est une condition de l'entrée du secteur dans une seconde phase de son cycle de vie, c'est-à-dire le développement à des taux de croissance soutenus. »

W. Chan Kim et Renée Mauborgne (2004) ont utilisé le terme « d'Océan Bleu » pour qualifier ces nouveaux marchés émergents (comme les énergies marines) que les innovateurs doivent créer pour les dominer. Selon Philippe Baumard (2004) : « La puissance technologique se mesure en puissance de marché. Elle est avant tout une capacité à transformer des leaderships en recherche fondamentale en amont, en domination des marchés à l'aval. » Ces « océans bleus », sans concurrence initiale ou limitée, offrent la possibilité aux pionniers de bâtir un avantage durable.

« Celui qui arrivera à construire le premier projet ETM à taille industrielle, c'est lui qui aura la grosse part du marché. Avec NEMO, on switche vers la phase industrielle. Ce premier projet est dès le départ dans une phase industrielle, car il est de taille industrielle (10 MW)²⁴². »

Cette « reconquête industrielle des océans » n'est pas seulement économique. La mer est en effet « un élément stratégique, d'un point de vue militaire, mais aussi commercial, idéologique et écologique (*soft power*).

« L'importance géostratégique des océans est une donnée de base pratiquement inchangée, mais leur importance en termes d'influence a nettement augmenté. Les territoires insulaires qui étaient à la marge sont désormais au centre du jeu géopolitique²⁴³. »

L'ETM étant la principale ressource d'énergie renouvelable partagée dans le monde, ses aspects géopolitiques deviennent ici clairement stratégiques. En citant Patrice Gourdin (2014) : « La possession et le contrôle des ressources naturelles, ainsi que leur accès, constituent toujours un des attributs de la puissance. » Cette compétition pousse ainsi les industriels à se positionner rapidement sur les «

²⁴² Entretien avec Joanna Lantz, chef de projet à Akuo Energy, le 12 mars 2017.

²⁴³ Entretien avec Christophe Le Visage, Président - Stratégies Mer et Littoral SAS, Chargé de mission au SGMer de 2001 à 2005, puis de 2008 à 2010, 08 août 2017.

meilleurs territoires éligibles », ceux présentant la meilleure ressource naturelle valorisable et/ou la meilleure force de frappe commerciale :

« DCNS vise le marché Hawaïen. Ils ont Papeete comme point de départ pour développer toute la technologie ETM autour des îles du Pacifique²⁴⁴. »

Le territoire essaie de se mettre en avant et de régler ses problèmes énergétiques, alors que les industriels utilisent le territoire essentiellement comme une tête de pont pour un futur marché mondial. Il est important de rappeler ici la dimension maritime et stratégique des Outre-mer. Selon le Ministère des Outre-mer : « La mer présente des atouts considérables et les outre-mer sont au défi de la maritimisation du monde²⁴⁵. » Un rapport parlementaire de 2013 (Boye *et al.*) insistait sur le fait qu'une grande partie du gisement potentiel était situé dans les zones d'influence française.

L'hexagone souhaite donc profiter de « l'intérêt stratégique des insulaires », et plus spécifiquement des îles tropicales dans le cadre de l'ETM. Jean Crusol définit « l'intérêt stratégique des insulaires » comme :

« L'intérêt offert à une métropole par un territoire insulaire qui lui permet d'obtenir un avantage en matière de sécurité ; de défense ou d'attaque militaire, en matière économique (proximité d'un gisement ou d'un marché, positionnement sur une route aérienne ou maritime...) ou symbolique (possibilité de rayonnement international...). » (2007(b) : 15).

Concernant cet « intérêt stratégique des insulaires », la déclaration du général de Gaulle en Martinique du 23 mars 1964 est ici encore éclairante pour comprendre les enjeux géopolitiques actuels :

« Là où est placé ce département, en plein milieu de l'océan, entre une immense Amérique, celle du Nord et celle des latins et une grande Europe, la Martinique est un témoin, un lien, un point, un lien d'où la France doit rayonner précisément sur l'ensemble de cet océan dont je parle²⁴⁶. »

Le caractère stratégique de l'ETM l'amène à être un enjeu de « diplomatie commerciale ». Donna Lee définit la « diplomatie commerciale » comme « *the work of a network of public and private actors who manage commercial relations using diplomatic channels and processes* » (2004 : 51). Un représentant de Naval Group rencontré à Paris m'indiquait en effet qu'il « existait aujourd'hui une diplomatie de

²⁴⁴ Entretien avec Gérard Siu, Président du Cluster maritime de la Polynésie, 07 mars 2017.

²⁴⁵ <http://www.outre-mer.gouv.fr/la-dimension-maritime-et-strategique-des-outre-mer> Consulté le 30 août 2017.

²⁴⁶ <https://azmartinique.com/index.php/fr/tout-savoir/faits-historiques/de-gaulle-en-martinique-une-folie-populaire> Consulté le 31 août 2017.

l'ETM²⁴⁷ ». Un contrat entre l'américain Lockheed Martin et le chinois Reignwood a été signé en avril 2013 en présence du secrétaire d'État américain chargé des Affaires étrangères, pour construire une centrale de 10 MW au large de la Chine (Figure 22). Un partenariat entre la Chine et les Etats-Unis fut en même temps annoncé pour lutter contre le changement climatique. Cette séquence est un bon exemple pour représenter la « diplomatie de l'ETM », diplomatie qui est le cœur de métier des industries de défense et de sécurité.

La réponse de Naval group (et donc de la France) a été de signer un partenariat avec la Malaisie lors du salon de la Défense à Kuala Lumpur en avril 2016, afin de réfléchir sur les opportunités de développement d'une ferme ETM sur l'île de Layang-Layang. L'enjeu stratégique est ici bien évidemment de se positionner dès maintenant sur le marché potentiellement porteur des îles asiatiques.



Figure 22. Les représentants de Lockheed Martin et de leur client, le groupe de tourisme chinois Reignwood, entourent le secrétaire d'État américain. Crédit photo Lockheed Martin, 2013.

²⁴⁷ Entretien avec un responsable de Naval Group, le 30 mars 2017.

Conclusion

Nous avons pu voir que l'ETM a été construit comme un enjeu stratégique pour les Outre-mer car il est au service de trois ambitions : le développement des énergies renouvelables, le développement de la recherche et des industries de la mer et le rayonnement d'un territoire périphérique.

Présentée comme stratégique, à la croisée des enjeux énergétiques et maritimes, cette filière prend une dimension technopolitique. La proximité entre le politique et la technologie ne doit pas en effet nous faire oublier que l'économie restera le critère déterminant dans les nouvelles guerres de l'énergie. L'avortement du projet ETM polynésien dans les années 1980 nous rappelle à quel point la technologie ne suffit pas et que la réussite d'un projet dépend beaucoup de sa crédibilité économique. A 300 euros le MWh²⁴⁸, l'ETM est encore une technologie coûteuse par rapport aux autres énergies renouvelables. Les résultats de l'appel d'offres lancé en décembre 2016 pour la construction d'installations solaires en Corse et dans les départements d'Outre-mer ont montré l'intérêt économique du photovoltaïque avec stockage avec un prix moyen de 113,6 €.

Comme toutes les études de ce type concernant les énergies nouvelles où l'investissement est lourd, le prix du kWh est fonction du temps d'amortissement, donc de la fiabilité des machines sur plusieurs années (fiabilité face aux aléas naturels inhérents aux régions d'implantation). Le grand défi des industriels est donc de faire la promotion d'un « kWh ETM compétitif » face aux autres énergies renouvelables plus matures et moins chères.

« La géothermie des océans sera particulièrement en concurrence avec le solaire. Où il y a de l'eau de chaude, c'est où il y a du soleil. Il y a aura systématiquement compétition avec le solaire²⁴⁹. »

De même, si l'avenir de l'ETM s'inscrit aujourd'hui dans un contexte de compétition inter-filière énergétique renouvelables, il s'inscrit aussi dans le cadre d'une compétition renouvelables/fossiles. La mise en service d'une centrale thermique à moteur diesel à Bellefontaine en Martinique en 2012, ainsi que celle du Port Est inaugurée à la Réunion en 2013, est symbolique de ce verrouillage que continuent d'exercer les énergies fossiles sur les systèmes énergiques des Outre-mer (*carbon lock-in*).

²⁴⁸ Entretien avec un responsable de Naval Group, 30 mars 2017. Nous avons souhaité volontairement anonymiser cette personne.

²⁴⁹ Entretien Lionel Jodet, Directeur de programme Évaluation des investissements publics au CGI, 06 septembre 2016.

La transition énergétique risque d'être longue et difficile dans certaines îles, notamment les plus peuplées.

« La menace du fioul est très présente. En Martinique ils viennent d'installer une centrale à fioul toute neuve. Ils n'ont pas envie de se dire qu'ils vont devoir l'arrêter partiellement pour qu'on puisse mettre notre ETM²⁵⁰. »

Le défi actuel est donc autant technologique qu'économique ou territorial : c'est de pouvoir maîtriser un projet d'ensemble et d'en faire une activité industrielle territorialisée à un coût pertinent. Aussi, si nous pouvons dire que la phase d'impulsion des projets ETM a été jusqu'ici plutôt réussie, nous pouvons aussi dire que la phase d'enracinement de cette filière reste pour l'instant plus que jamais incertaine.

Le projet NEMO fut arrêté en avril 2018 pour des raisons (officielles) de difficultés techniques et de risques environnementaux. Sa « mise en stand-by²⁵¹ » témoigne d'une filière technique qui est entrée aujourd'hui dans une séquence de désillusion relative (*disappointment*). La séquence du « *hype* » aura duré approximativement dix ans (si on prend le Grenelle de l'environnement comme point de départ). Pour rebondir, les industriels tentent aujourd'hui de réinventer la filière en intégrant de nouveaux usages à celle de la simple production d'électricité :

« A La Réunion, dans l'est de l'île, Naval Energies a trouvé un projet qui associerait plusieurs services : la production l'électricité, la fourniture d'eau fraîche à une ferme aquacole en projet, un système de climatisation d'eau de mer de type SWAC (*Sea Water Air Conditioning*) et la baisse de température à la centrale thermique à charbon de l'usine sucrière de Bois-Rouge gérée par Albioma²⁵² ».

²⁵⁰ Entretien avec Joanna Lantz, chef de projet à Akuo Energy, 12 mars 2017.

²⁵¹ « Précision à propos de la centrale ETM NEMO, Akuo Energy - Naval Energies », *Energie de la Mer*, 06 avril 2018.

²⁵² « Energie thermique des mers, pourquoi Naval Energies y croit encore », *L'Usine Nouvelle*, 04 février 2019.

Références

Akrich, M., 1987, « Comment décrire les objets techniques ? », *Techniques & Culture*, Éditions de la Maison des sciences de l'homme, p. 49-64.

Akrich, M., Callon, M., Latour, B., 1988, « A quoi tient le succès des innovations. Deuxième épisode : L'art de choisir les bons porte-parole », *Annales des Mines, Gérer et Comprendre*, n°12, septembre, p. 14-29

Baumard, P., 2004, « Les stratégies de puissance technologique des nations : de la maîtrise des actifs critiques à la stratégie de dominance », dans Harbulot C. et Lucas D. (eds), *La France a-t-elle une stratégie de puissance économique ?*, éd. Lavauzelle, Paris.

Blanchard, P., 1986, *Avant-projet - Tahiti Centrale ETM. 5 MW, Retombées potentielles pour le territoire de la Polynésie française partie B*, IFREMER, Juin 1986.

Bouvier, Y. (dir.), 2012, *Les défis énergétiques du XXI^e siècle. Transition, concurrence et efficacité au prisme des sciences humaines*, P.I.E. Peter Lang, Bruxelles.

Boye, H. Caquot, E. et al., 2013, *Rapport de la mission d'étude sur les énergies marines renouvelables*, MEDDE, mars 2013.

Campana, M. Sorro, J-F. et al., 2017, *Opportunités industrielles de la transition énergétique*, Conseil général de l'économie, de l'industrie, de l'énergie et des technologies, Février 2017, Paris.

Caron, F., 2010, *La dynamique de l'innovation : Changement technique et changement social (XVI^e-XX^e siècle)*, Bibliothèque des Histoires, Gallimard, Paris.

Cohen, E., 1992, *Le colbertisme « high tech »*, Economie des Telecom et du Grand projet, Hachette, Paris.

Crusol, J., 2007(a), « Les îles face aux enjeux du XXI^e siècle : statuts politiques, modernisation et capacité d'affronter la globalisation », dans Lambourdière, E., (dir.), *Les Caraïbes dans la géopolitique mondiale*, Ellipses, Paris, p. 87-133.

Crusol, J., 2007(b), « Les ruptures politique d'après-guerre : la bipolarisation du monde et les voies divergentes de décolonisation insulaire », dans Lambourdière, E., (dir.), *Les Caraïbes dans la géopolitique mondiale*, Ellipses, Paris, p. 11-47.

Dunbar, L.E., 1981, « Market Potential for OTEC in Developing Nations », Proceedings, 8th Ocean Energy Conference, Washington, Juin 1981.

Girard, D., 1981, « L'exploitation des océans, les mutations technologiques et certaines de leurs conséquences », dans Chevalier, J-M., Olivier, P., (dir.), *Les mutations technologiques*, Université de Paris XIII, Paris, Collection firme et système industriel.

Gourdin, P., 2015, *Manuel de géopolitique*, Diploweb.com, Paris.

Hecht, G., 2014, *Le rayonnement de la France. Énergie nucléaire et identité nationale après la Seconde Guerre mondiale*, La Découverte, Paris.

Jolly, D., 2008, « À la recherche du design dominant », dans *Revue française de gestion*, vol. 182, n.2 : p. 13-31.

Kim, C. et Mauborgne. M., 2004, *Stratégie océan bleu*, Pearson, Collection village mondial.

Latour, B., 1992, *Aramis ou l'amour des techniques*, La Découverte, Paris.

Le Lidec, F., 2009, « L'énergie thermique des mers : année charnière d'une histoire industrielle française », dans *La Revue Maritime*, n°484, p. 14-18.

Lee, D., 2004, "The Growing Influence of Business in U.K. Diplomacy", *International Studies Perspective*, Vol. 5, N.1, p. 50-54.

Lefeuvre J-C., 1990, « De la protection de la nature à la gestion du patrimoine naturel », in Jeudy Henri-Pierre (Dir.), *Patrimoines en folie*, Editions de la Maison des Sciences de l'Homme, p. 29-75.

Llinares, S. Hrodej, P., 2005, *Techniques et colonies XVIe-XXe siècles*, Publications de la Société française d'histoire d'outre-mer et de l'Université de Bretagne Sud.

Marrou, L. Soulimant, N., 2011, « Baisse de la population et concept d'île renouvelable dans l'archipel des Açores », in F. Taglioni (dir.) *Insularité et développement durable*, Col. Objectifs Suds, Marseille, IRD Editions, p. 107-129.

Pecqueur, B., 2006, « Le tournant territorial de l'économie globale », *Espaces et sociétés*, 124-125,(1) : p. 17-32.

Penney, T. Bharathan, D., 1987, « L'énergie thermique des océans », dans *Pour la Science*, mars 1987, p. 66-74.

Piatti, M-C., 2001, *Les libertés individuelles à l'épreuve des nouvelles technologies de l'information*, Presses Universitaires de Lyon.

Robert, C., 1982, « Energie : l'Homme et la mer », dans *Eco 3 Magazine*, février 1982, p. 44-49.

Simonet, R., 1930, « Grâce à l'usine à vapeur d'océan de MM. G. Claude et P. Boucherot, les mers tropicales seront demain d'inépuisables sources d'énergie », *Sciences et voyages*, n.585, 13 novembre 1930.

Suleiman, E. et Courty, G., 1997, *L'âge d'or de l'État. Une métamorphose annoncée*, Seuil, Paris.

Conclusion de la première partie

Cette première partie a exposé un examen rétro-prospectif de trois filières d'énergies marines spécifiques : l'énergie des marées et des courants (chapitre 1), l'énergie des vagues (chapitre 2) et l'énergie thermique des mers (ETM) (chapitre 3).

Nous avons mise en avant que la filière des énergies marines ne peut se définir comme une filière énergétique classique. C'est une filière pluritechnologique non-homogène où s'imbriquent plusieurs trajectoires et sous-trajectoires technologiques. Chaque filière a progressé à son rythme par une succession d'innovations de procédé le long de trajectoires anciennes. L'énergie des vagues et l'ETM ont connu des trajectoires tendancielle sans bifurcation majeure, à la différence de celle de l'énergie des marées qui a été fortement marquée par la rupture technologique que représente l'usine de la Rance.

L'exemple de la trajectoire du houlomoteur et de l'ETM (à travers l'étude du projet NEMO) montre que ce qui est possible sur un plan technologique ne l'est pas nécessairement sur un plan économique (controverses technico-économiques). La trajectoire de l'énergie des marées nous indique quant à elle que ce qui est possible sur un plan technico-économique ne l'est plus forcément sur un plan environnemental (controverses écologiques). Ces controverses obligent aujourd'hui les industriels à réinventer ces filières techniques (par la technologie et/ou par de nouveaux usages) afin de remonter « la pente de l'illumination » (*slope of enlightenment*).

L'évocation du « saut générationnel », supposé incarner le « saut technologique », répond à une stratégie promotionnelle destinée à (1) inscrire ces technologies dans une généalogie technologique leur permettant de mieux se légitimer et (2) accréditer l'idée que les filières techniques progressent de manière linéaire par des phénomènes d'amélioration technologique.

La promotion d'un marémoteur 2.0 (maréliennes et *tidal lagoon*) cherche à inscrire l'énergie des marées dans un discours de rupture par rapport à l'héritage de la Rance. La volonté des acteurs aujourd'hui de présenter une nouvelle génération 2.0 de prototypes houlomoteurs²⁵³ et

²⁵³ Un houlomoteur « nouvelle génération » mis à l'eau à La Rochelle, *Environnement magazine*, 19 septembre 2018. <https://www.environnement-magazine.fr/energie/article/2018/09/19/120752/houlomoteur-nouvelle-generation-mis-eau-rochelle> Consulté le 25 mars 2019.

d'hydroliennes²⁵⁴ (de type biomimétique) souligne l'échec de la vague des projets des années 2000 à tenir leurs promesses. Notons ici que l'argument du « saut générationnel » s'inscrit dans une rhétorique récurrente de l'innovation énergétique. Nous le retrouvons dans le secteur nucléaire (le réacteur pressurisé européen EPR est présenté comme un réacteur de troisième génération pour marquer une rupture avec les technologies des années 1970-1980) mais aussi dans l'éolien en mer (l'éolien flottant était présenté comme la troisième génération de l'éolien après le terrestre et l'offshore posé²⁵⁵).

Nous avons également souligné que l'incertitude technico-économique demeure néanmoins très forte en ce qui concerne d'une part les perspectives d'évolution de ces trois filières, et d'autre part, leurs chances respectives de s'imposer dans un système énergétique fortement concurrentiel et inertiel.

Enfin, notre examen de la filière ETM a révélé que les phénomènes de résurgence et de *hype* ne peuvent être compris que s'ils sont replacés dans un contexte éminemment techno-politique : celui de la montée en puissance des questions de sécurité maritime, de la place grandissante de la géostratégie insulaire et de la politique du rayonnement national. La trajectoire de l'ETM s'inscrit ainsi à la fois dans une histoire technologique mais aussi et avant tout dans une histoire des relations entre la France et ses anciennes colonies ultramarines.

²⁵⁴ Une hydrolienne nouvelle génération produit de l'électricité par bio mimétisme, *FranceInter*, 26 novembre 2018. <https://www.franceinter.fr/environnement/une-hydrolienne-nouvelle-generation-produit-de-l-electricite-par-biomimetisme> Consulté le 25 mars 2019.

²⁵⁵ <https://www.naval-energies.com/wp-content/uploads/2019/02/52-53-raf-70-dossier-schneider-maunoury-naval-energies.pdf> Consulté le 25 mars 2019.

DEUXIEME PARTIE - L'institutionnalisation
délicate des énergies marines
renouvelables en France et dans ses
territoires d'outre-mer

Introduction de la deuxième partie

La deuxième partie de ce travail de thèse a pour objectif principal d'historiciser le processus de politisation des énergies marines en France.

Les années 2000 sont marquées par l'institutionnalisation d'un double phénomène : d'une part la reformulation des politiques énergétiques à travers le prisme environnemental et d'autre part, la mise en place d'une nouvelle théorie politique de la mer. Longtemps ignorée à l'échelle mondiale, la mer devient, au cours de ces années, un élément stratégique des points de vue militaire et commercial mais aussi écologique et énergétique. Comment les énergies marines se sont-elles construites comme un objet de politique publique en France ?

Nous avons choisi d'examiner deux séquences politiques spécifiques : l'appel d'offres pour l'éolien en mer de 2004 (chapitre 4) et le Grenelle de la mer de 2009 (chapitre 5).

En prenant comme cas d'étude le développement de l'éolien marin en France au cours de la période 1997-2007, le chapitre 4 nous invite à observer la construction d'un enjeu sociotechnique émergent qui s'inscrit à l'agenda institutionnel. Présenté dès la fin des années 1990 comme la technologie des énergies marines renouvelables la plus visible, la plus mature et la plus productive, l'éolien offshore se veut une réponse crédible aux nouveaux impératifs écologiques et énergétiques, conduisant l'Etat à lancer un appel d'offres en 2004. Néanmoins, les caractéristiques transversales et multisectorielles de l'éolien en mer, les controverses générées par le caractère innovant de la technologie, la résistance des filières énergétiques traditionnelles, les conflits d'usage non régulés, fragilisent le processus de légitimation, aboutissant à terme, à l'avortement des premiers projets éoliens en mer.

Le chapitre 5 se penche sur la période 2007 à 2010 qui représente un nouveau cycle de *hype* pour les énergies marines, et notamment pour l'éolien en mer. Porté par le Ministre de l'Ecologie Jean-Louis Borloo, le Grenelle de la mer (2009) se veut une réponse politique à la « marinisation » du monde, au basculement de la terre vers la mer. Cette politique aboutit à un plan pour le développement des énergies marines renouvelables en France, le Plan Energies Bleues. Ce projet inscrit ces technologies dans un récit collectif qui est celui d'un réenchâtement de l'océan par le projet de transition écologique.

A travers l'examen de ces deux séquences, nous chercherons à montrer que la mise à l'agenda des énergies marines s'opère dans une conjonction de dynamiques multi-scalaires (locale, nationale et internationale). C'est dans ce cadre que nous prendrons soin de replacer notre analyse dans une perspective européenne.

Dans le chapitre 6, nous changeons volontairement d'échelle territoriale en focalisant notre étude sur trois régions ultrapériphériques insulaires : la Réunion, la Martinique et la Guadeloupe. En tant que zones non interconnectées (ZNI), ces îles présentent des particularités géographiques qui encouragent la mise en place de politiques énergétiques particulières (à l'image des stratégies de *leapfrogging*).

Chapitre 4 - Comment un enjeu industriel émergent devient-il un problème public ? L'institutionnalisation avortée des premiers projets éoliens offshore en France (1997-2007)²⁵⁶

How does an emerging industrial issue become a political problem? The aborted institutionalisation of the first offshore wind power projects in France (1997-2007)

Sylvain ROCHE, Doctorant CIFRE à la Région Nouvelle-Aquitaine, rattaché au laboratoire de sciences économiques GREThA (CNRS UMR 5113), Université de Bordeaux. sylvain.roche@u-bordeaux.fr

Résumé

En prenant comme cas d'étude l'éolien en mer en France au cours de la période 1997-2007, cet article invite à examiner la construction d'un enjeu industriel émergent qui s'inscrit à l'agenda des pouvoirs publics. Il défend l'idée que les premiers projets éoliens n'ont pas été traités comme un « enjeu de politiques publiques », c'est-à-dire comme une industrie clairement définie, marquée par un cadrage clair adossé sur une hiérarchie de valeurs stabilisées et un travail de légitimation soutenu (qu'il soit politique, technico-économique ou sociotechnique). Comment comprendre la mise en dérive de cette industrie émergente qui, au début des années 2000, paraissait pourtant « bourgeonnante » ? En couplant deux référentiels qui étaient jusqu'ici distincts, la mer et les énergies renouvelables, ces premiers projets ont invité les acteurs publics à repenser la gestion des espaces maritimes en France marqués par une concentration croissante des activités en mer côtière.

Introduction

Le début des années 2000 est marqué par la montée des préoccupations environnementales (IFEN, 2002). D'un projet alternatif tel qu'elles pouvaient être présentées dans les années 1970, les énergies renouvelables deviennent dans les années 1990 un enjeu technique et commercial qui concerne directement les grands industriels²⁵⁷. Guidée par une série de mesures aussi bien au niveau européen

²⁵⁶ Cet article a été présenté lors du colloque « La mer convoitée : métiers, usages et régulations » organisé à l'Université de Nantes et porté par le Centre Nantais de Sociologie (8-9 juin 2017). http://www.msh.univ-nantes.fr/52474155/0/fiche_actualite/&RH=1159881577982. Il sera publié prochainement dans un ouvrage commun (éditions Ellipses) sur l'économie maritime dirigé par Bertrand Blancheton (Université de Bordeaux).

²⁵⁷ « Les énergies renouvelables sont de nouveau dans le vent », *Le Télégramme*, 29 mars 2002.

que national, la France affiche sa volonté d'accueillir sur son territoire ses premiers parcs éoliens en mer²⁵⁸.

Les éoliennes offshore apparaissent en effet comme la nouvelle frontière de l'énergie à conquérir. L'implantation de « centrales multimégawatts » permettrait de tirer profit de vents forts et réguliers, tout en résolvant les problèmes de pollution visuelle susceptibles d'être soulevés par les installations terrestres. Ces vents favorables aboutissent au lancement d'un appel d'offres pour l'éolien en mer de 500 MW en 2004. Néanmoins, le flou juridique entourant ces nouveaux projets, les problématiques de financement et de coût de l'énergie, la contestation d'acteurs traditionnels du monde de la mer, le caractère trop ambitieux de certains projets, ainsi que l'absence d'un soutien politique fort et marqué, rendirent caduc le processus d'institutionnalisation de cette industrie nouvelle en quête de légitimité.

En prenant comme cas d'étude l'éolien en mer en France au cours de la période 1997-2007, cet article invite à examiner la construction d'un enjeu sociotechnique émergent qui s'inscrit à l'agenda institutionnel²⁵⁹. Il retrace la carrière d'un problème public comme le font de nombreux travaux sur l'étude des *social-problems* (Neveu, 1999 ; Campana *et al.*, 2007 ; Gilbert et Henry, 2012), et à ce titre, il questionne le rôle des institutions dans la dynamique de diffusion des nouvelles technologies (Spencer, 2005). Finalement, cet article propose un cadre original d'analyse institutionnelle pour appréhender le gouvernement des nouvelles industries, tant leur émergence, que leur évolution et leur éventuelle disparition (Jullien et Smith, 2012).

- (a) Quelles sont les conditions qui érigent l'éolien en mer en un objet de politiques publiques, à la fois légitime et appelant des mesures administratives, techniques et budgétaires ? Comment s'est réalisé le processus de mise en visibilité ?
- (b) Comment comprendre la mise en dérive de cette industrie émergente qui, au début des années 2000, paraissait « bourgeonnante » ? Comment expliquer l'absence d'autonomisation de l'industrie éolienne en mer et l'avortement du processus d'institutionnalisation ?

Nous défendrons l'idée que les porteurs de projets industriels et étatiques ne se sont pas équipés pour être à la hauteur de la problématisation et de l'instrumentation requise à cette époque. Nous défendrons aussi l'idée que cette séquence doit être perçue comme « un déclencheur d'innovations institutionnelles » ; ces projets ayant pleinement participé à impulser de nouvelles réflexions sur la gestion intégrée de l'espace maritime français.

²⁵⁸ « Les vrais débuts de l'énergie éolienne », *Le Figaro*, 8 octobre 1999.

²⁵⁹ Jean-Gustave Padioleau définit l'agenda comme « l'ensemble des problèmes perçus comme appelant un débat public, voire l'intervention des autorités politiques légitimes » (1982 : 25).

Notre examen se décompose en trois temps. Dans un premier temps, nous aborderons le temps de la publicisation (1997-2001) qui voit l'émergence des premiers projets industriels éoliens en mer comme un enjeu de politiques publiques à traiter. Nous verrons que cette publicisation de l'éolien en mer s'opère sous la contrainte de pressions multi-niveaux obligeant les pouvoirs politiques à traiter le sujet de l'éolien marin. Dans une seconde partie, nous analyserons la question de l'outillage de l'action publique (2001-2005). Cette séquence marque la volonté de l'Etat de reprendre la main sur cette question de l'éolien en mer en se dotant d'outils d'action publique aboutissant au lancement d'un appel d'offres en 2004. Dans une troisième partie, nous étudierons le temps de l'échec (2005-2007) marqué par l'avortement de ces projets éoliens en mer. N'étant pas assez légitimes et autonomes, ces projets n'ont pu résister aux attaques de l'extérieur (controverses sociotechniques et technico-économiques). En conclusion, nous verrons que cette séquence laisse néanmoins d'importants héritages institutionnels qui affecteront par la suite le devenir de l'éolien marin en France.

Section 1 : L'émergence d'un nouvel enjeu de politiques publiques : l'éolien en mer à la conjonction de dynamiques multi-scalaires (1997-2001)

1. Les dynamiques étrangères

Si l'éolien en mer paraît un peu lointain en France au tournant des années 2000, il est pourtant une réalité bien concrète dans de nombreux pays d'Europe du Nord²⁶⁰. Au Danemark, l'éolien est entré dans le paysage maritime depuis 1991²⁶¹. Cette volonté de développer l'éolien en mer s'inscrit dans une politique danoise ambitieuse en termes de transition énergétique²⁶². Et si les Danois inaugurent le premier parc offshore européen en 1991, des expérimentations similaires ont lieu en Suède, aux Pays-Bas et au Royaume-Uni dès les années 1990 (Tableau 2). Une phase de réflexion a aussi lieu en Allemagne et en Belgique. Les premières expériences européennes dans l'éolien marin sont ainsi diffusées (European Wind Energy Conference, 1999).

²⁶⁰ La mer du Nord offre des conditions idéales pour l'installation de machines. La profondeur d'eau ne dépasse pas les quinze mètres sur des dizaines de kilomètres au large et les conditions météo-océanographiques sont favorables (à l'abri des houles et vagues de l'océan). Cette continuité terre-mer a facilité la marinsation de l'éolien terrestre.

²⁶¹ Un parc éolien de 11 machines de 450 kilowatts est inauguré en 1991 au large de l'île de Lolland. Techniquement, nous pouvons dire que le parc n'était pas « au large », mais à proximité de la côte (2 km).

²⁶² Elaboré en 1996, le plan d'énergie danois Energi21 fixe comme objectif l'installation de 4 000 MW offshore d'ici 2030.

Localisation	Année	Puissance installée (MW)	Profondeur d'eau (m)	Distance de la côte
Nogersund (Suède)	1991	1 x 0,22	7	250 m
Vindeby (Danemark)	1991	11 x 0,45 = 4,95	3-5	1,5 km
Medemblik (Pays-Bas)	1994	4 x 0,5 = 2	5-10	750 m
Tunø Knob (Danemark)	1995	10 x 0,5 = 5	3-5	6 km
Dronten (Pays-Bas)	1996	28 x 0,6 = 16,8	5	20 m
Bockstigen-Valor (Suède)	1998	5 x 0,5 = 2,5	6	3 km
Middelgrunden (Danemark)	2000	20 x 2 = 40	3-6	3 km
Utgrunden (Suède)	2000	7 x 1,425 = 10	7-10	8 km
Blyth (Royaume-Uni)	2000	2 x 2 = 4	8	800 m
Yttre Stengrund (Suède)	2001	5 x 2 = 10	6-10	5 km
Horns Rev (Pays-Bas)	2002	80 x 2 = 160	6-14	14-20 km
Samsø (Danemark)	2002	10 x 2,5 = 25	18-20	5 km

Tableau 2. Liste des parcs européens existants en 2002. Source : Henderson *et al.*, 2003.

i. Respecter les directives contraignantes de Bruxelles

Conformément aux engagements pris lors des conférences internationales de Kyoto (1997) et de Buenos Aires (1998) sur la réduction des émissions de gaz à effet de serre, la Commission européenne recommande dans un Livre Blanc sa volonté de faire passer de 6 à 12 % la part des énergies renouvelables dans le total de la consommation intérieure brute d'énergie de l'Union européenne (UE) d'ici 2010²⁶³. De ce Livre Blanc découle une directive sur la promotion de l'électricité produite à partir de sources d'énergies renouvelables adoptée par l'UE le 27 septembre 2001.

L'importance de cette directive vient du fait qu'elle recommande aux États membres la mise en œuvre de régimes d'aides pour favoriser l'augmentation de la part des énergies renouvelables :

« La Communauté reconnaît la nécessité de promouvoir en priorité les sources d'énergie renouvelables, car leur exploitation contribue à la protection de l'environnement et au

²⁶³ "Énergie pour l'avenir : les sources d'énergie renouvelables - Livre blanc établissant une stratégie et un plan d'action communautaires" (COM(97)0599 C4-0047/98).

développement durable [...] Pour garantir une pénétration accrue du marché de l'électricité produite à partir de sources d'énergie renouvelables à moyen terme, il convient de demander à tous les États membres de fixer des objectifs indicatifs nationaux de consommation d'électricité produite à partir de sources d'énergie renouvelables²⁶⁴ ».

Ces objectifs européens en termes de production renouvelable font passer les politiques régionales éoliennes à une toute autre échelle, en s'appuyant notamment sur des installations en mer. Pour Bruxelles, les éoliennes en mer paraissent être la filière offrant le plus fort potentiel de développement : « L'énergie éolienne en mer deviendra de plus en plus importante à mesure que les bons sites éoliens terrestres seront utilisés²⁶⁵ ». En définitive, l'éolien en mer devrait compter pour beaucoup dans le passage escompté des énergies renouvelables de 15 à 22,1 % de parts de marché dans la production communautaire d'électricité en 2010. Pour atteindre cet objectif, l'UE lance plusieurs plans d'action pour harmoniser les efforts en termes de développement de l'éolien marin²⁶⁶. Ces programmes vont contribuer à insérer les acteurs français de l'éolien dans des réseaux européens stimulant les échanges de savoirs et les bonnes pratiques, y compris sur des aspects législatifs ou organisationnels²⁶⁷. Cette politique européenne incitative renvoie ici au concept d'euro-péanisation normative qui correspond au processus par lequel les lois et règles domestiques sont alignées sur les exigences de l'UE afin de se conformer au droit et aux règles communautaires.

A ce titre, cette directive impose ainsi à la France (et du coup la France s'impose formellement à elle-même) de faire passer la part de l'électricité d'origine renouvelable dans la consommation intérieure brute d'électricité de 15% en 1997 (l'hydraulique constituant la presque totalité des énergies renouvelables produites) à 21% en 2010. D'après le journal *Le Monde*, pour se conformer à l'objectif de Bruxelles concernant les énergies renouvelables, la France « devra installer d'ici dix ans un minimum de 3 000 à 5 000 MW éoliens pour un investissement de 3 à 5 milliards d'euros²⁶⁸ ».

²⁶⁴ Directive 2001/77/ce du Parlement européen et du Conseil du 27 septembre 2001 relative à la promotion de l'électricité produite à partir de sources d'énergie renouvelables sur le marché intérieur de l'électricité, Journal Officiel des Communautés européennes <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32001L0077&from=EN> Consulté le 29 novembre 2018.

²⁶⁵ Bruxelles, le 26.5.2004, COM (2004) 366 final, p.22

²⁶⁶ En 2001, la Commission européenne initie un projet prévu pour trois semestres visant à encourager le développement de l'énergie éolienne offshore en tant qu'importante source d'énergie. Treize pays européens participèrent à ce projet, baptisé *Concerted Action on Offshore Wind Energy in Europe* (CA-OWEE) et coordonné par l'Institut pour l'énergie éolienne de l'Université technologique de Delft. Les principaux objectifs de cette initiative sont la concentration des connaissances présentes en Europe sur l'énergie éolienne en mer, depuis les technologies nécessaires jusqu'aux implications politiques et économiques, ainsi que l'évaluation de ces connaissances et leur diffusion à l'intention de tous les intéressés.

²⁶⁷ En 2002 aura lieu à Paris la Défense (CNIT) le congrès mondial de l'énergie éolienne organisé par les syndicats professionnels d'Europe, d'Etats-Unis et d'Inde.

²⁶⁸ « L'offshore donne un second souffle à l'énergie éolienne », *Le Monde*, 3 avril 2002.

ii. *Rendre légitime l'enjeu de l'éolien marin par la dynamique du retard*

De nombreux articles de presse publiés à cette époque mentionnent le « retard » français dans le domaine des énergies renouvelables, témoignant de cette stratégie visant à légitimer de nouvelles politiques en faisant référence aux voisins européens. L'exploitation de la dynamique de la comparaison internationale, notamment européenne, s'apparente à un « instrument éminemment politique » (Guigner, 2013 ; Hassenteufel, 2005) qui permet de légitimer le discours promotionnel de l'éolien marin²⁶⁹. Le retard est ainsi appréhendé en tant qu'avatar de la comparaison/compétition géographique où les pays d'Europe du Nord font figure de modèle à suivre²⁷⁰.

C'est aussi dans ce cadre que Bruxelles va servir d'outil stratégique pour légitimer le développement de l'éolien en mer à l'échelle nationale. On rejoint ici les enjeux liés aux « usages de l'Europe » tels que définis par Sophie Jacquot et Cornelia Woll (2004 : 9) : « Les usages recouvrent des pratiques et des interactions politiques qui s'adaptent et se redéfinissent en se saisissant de l'Europe comme d'un ensemble d'opportunités de nature diverse - institutionnelles, idéologiques, politiques, organisationnelles ». Les acteurs ont ainsi cherché à reconstituer l'enjeu énergétique européen au niveau national (Bocquillon et Evrard, 2016). Ce travail sur le retard français va notamment se faire par les associations professionnelles nouvellement créées²⁷¹ :

« Notre travail au sein de France Energie Eolienne (FEE) consistait à ramener en France les réglementations européennes, et de mettre l'Etat français devant ses contradictions. On informait sur ce qu'il se passait en Europe et dans le monde, pour que l'Etat ne puisse pas dire qu'il ne savait pas²⁷² ».

Dans une plaquette du Syndicat des Energies Renouvelables (SER) datant de 2004, nous pouvons aussi lire :

« La France a pris à Bruxelles un engagement en ce qui concerne la proportion d'électricité d'origine renouvelable consommée en 2010 : 21% [...] Il faudra donc produire en 2010 106 TWh d'origine renouvelable, contre 71 aujourd'hui [...] Nous tablons donc sur 25 TWh d'éolien pour atteindre cet objectif, et 10 TWh pour l'ensemble des autres énergies renouvelables. 25 TWh représentent 10 000 MW installés au 1^{er} janvier 2010, soit environ 4 000 machines sur terre et 500 en mer » (SER, 2004 : 6).

²⁶⁹ Ce discours sur le retard, sur la dimension historique et médiatique, de sa mise à l'agenda à son instrumentalisation, est particulièrement bien analysé par Julie Bouchard (2008). En prenant comme champ d'étude la planification française durant les Trente Glorieuses, l'auteur montre comment la rhétorique du retard est inséparable de celle du redressement.

²⁷⁰ « Les Britanniques, futurs champions de l'éolien offshore », *La Croix*, 1^{er} septembre 2003.

²⁷¹ Le syndicat des énergies renouvelables est créé en 1993 et l'association France Energie Eolienne en 1996.

²⁷² Entretien avec Jean-Michel Germa, Fondateur de La Compagnie du Vent, 17 avril 2017.

Cette situation de retard permet de rejeter la responsabilité de cette situation sur l'Etat central (*blaming*) en le poussant à agir, et encourage les transferts entre le niveau européen et le niveau national, créant ainsi un contexte d'interaction et d'influence réciproque. Nous pouvons ici souligner l'importance des médias de masse et leur capacité à relayer le discours du retard :

« Après avoir rattrapé son retard vis-à-vis de l'Internet, la France serait-elle décidée à suivre l'exemple de pays plus coutumiers des énergies renouvelables ?²⁷³ » ; « Energies renouvelables : la France met les bouchées doubles pour refaire son retard²⁷⁴ » ; « Energies renouvelables : le retard français²⁷⁵ » ; « La France est ridiculement à la traîne de l'Europe²⁷⁶ » ; « Partout en Europe, les programmes se multiplient et les performances des éoliennes s'améliorent. La France, elle, reste à la traîne²⁷⁷ » ; « Avec seulement 24 mégawatts de puissance installée en 1999, la France est à la traîne dans ce domaine, loin derrière l'Allemagne, l'Espagne, l'Italie ou encore la Grande-Bretagne²⁷⁸ » ; « La France tente de développer son parc d'éoliennes après avoir été longtemps à la traîne²⁷⁹ » ; « L'industrie française de l'éolien comble son retard²⁸⁰ ».

L'enjeu ici est pour les promoteurs de rendre l'enjeu de l'éolien marin légitime aux yeux du plus grand nombre via l'outil médiatique.

2. Les dynamiques intérieures

i. Le littoral français comme eldorado européen à conquérir

La France s'annonce comme l'un des marchés les plus prometteurs en termes de déploiement des énergies renouvelables, et à ce titre, l'énergie éolienne devient rapidement l'une des filières qui attirent le plus les investissements²⁸¹.

Pour les professionnels de l'éolien, la France, longtemps considérée comme mauvaise élève en matière d'énergies renouvelables, devient le nouvel eldorado à conquérir, comme le soulignent diverses sources médiatiques de l'époque : « Le nouveau souffle des éoliennes²⁸² » ; « Le nouveau

²⁷³ « De l'énergie renouvelable à revendre », *Le Figaro*, 13 novembre 2000.

²⁷⁴ *Les Echos*, 13 octobre 1999.

²⁷⁵ *Le Figaro*, 29 mai 2000.

²⁷⁶ « Des bâtons dans les pales françaises. Très en retard, l'éolien souffre de l'incohérence des pouvoirs publics », *Libération*, 2 mars 1999.

²⁷⁷ « Le vent reprend », *L'Express*, 25 avril 2002.

²⁷⁸ « Le décollage des énergies renouvelables reste insuffisant », *Les Echos*, 20 septembre 2000.

²⁷⁹ *Le Monde*, 12 avril 2004.

²⁸⁰ *Le Progrès*, 1^{er} janvier 2001.

²⁸¹ « L'énergie éolienne séduit les investisseurs », *Le Monde*, 12 juin 2002.

²⁸² *Le Figaro*, 13 juillet 2000.

éolien²⁸³ » ; « Eolienne : l'avenir est dans le vent²⁸⁴ » ; « Les éoliennes dans le vent²⁸⁵ » ; « La ruée vers l'or... du vent²⁸⁶ ».

Le lancement d'une dynamique française de l'éolien offshore s'intègre dans un boom généralisé pour les énergies renouvelables²⁸⁷. Avec une production éolienne inférieure à 200 MW, la France est sous-équipée par rapport à l'Allemagne (5 400 MW), au Danemark (2 300 MW) ou à l'Espagne (2 200 MW), dans un contexte de prochaine libéralisation du marché électrique²⁸⁸. Pour le journal *Environnement Magazine*, « la croissance entre 1999 et 2003 pour l'énergie éolienne française sera de 2 857% et passera de 21 à 621 MW de puissance installée²⁸⁹ ». Les industriels vont s'engouffrer dans ce marché porteur, créant un véritable appel d'air pour l'éolien à la fin des années 1990 (Chataignier et Jobert, 2003). Nous pouvons ainsi lire dans un rapport parlementaire de 2001 : « L'offshore représente, pour beaucoup d'industriels de l'éolien, un véritable eldorado » (Birraux et Le Deaut, 2001 : 91). Pour les médias, les éoliennes en mer représentent l'énergie renouvelable du futur :

« L'avenir de l'éolien passe par l'eau. C'est en effet au beau milieu de l'océan que l'on pourrait construire les centrales de demain²⁹⁰ » ; « On est à la veille d'une révolution, technologique et économique, dans le monde du vent²⁹¹ » ; « Les mouettes n'ont qu'à bien se tenir. L'éolien offshore, c'est-à-dire l'utilisation des vents marins comme source d'électricité, est promis à un fort développement. [...] Première façade maritime communautaire, la France est dans l'œil du cyclone²⁹² » ; « La mer est l'avenir de l'éolien²⁹³ ».

Les parcs éoliens marins sont vendus avec l'argument que les machines provoquent moins de nuisances sonores et visuelles que les éoliennes terrestres, tout en assurant une production d'électricité plus régulière du fait de vents marins plus puissants²⁹⁴ : « Les sites d'avenir sont les zones industrielles ou portuaires, ainsi que l'offshore, avec des éoliennes géantes implantées à quelques

²⁸³ *Environnement magazine*, 1^{er} octobre 1999.

²⁸⁴ *Le Progrès*, 17 septembre 2000.

²⁸⁵ *L'Express*, 4 mars 1999.

²⁸⁶ *Le Figaro*, 17 juin 1999.

²⁸⁷ L'éolien connaît une croissance mondiale de 29% par an depuis 1995.

²⁸⁸ « Total se lance en grand dans l'éolien », *Libération*, 23 août 2003.

²⁸⁹ « Le renouveau éolien », *Environnement Magazine*, octobre 1999.

²⁹⁰ Visite à la centrale éolienne de Dunkerque, TF1 20h, 30 mai 2000. Source INA.

²⁹¹ « Les éoliennes dans le vent », *L'Express*, 4 mars 1999.

²⁹² « L'éolien offshore prend le large », *Environnement Magazine*, mars 2002.

²⁹³ Propos de Yves-Bruno Civel, directeur de l'Observatoire des énergies, dans « Le vent pour lutter contre l'effet de serre », *Libération*, 23 juin 2001.

²⁹⁴ Il faut en effet ici rappeler qu'en termes de potentiel offshore, la France constitue le troisième gisement d'Europe en éolien posé (après le Royaume-Uni et le Danemark) avec 475 TWh annuel.

kilomètres des côtes et reliées au réseau électrique par un cable sous-marin²⁹⁵ ». A cette course vers ce nouvel eldorado énergétique se couple donc une course vers la mainmise sur les meilleurs sites, ceux présentant les meilleures ressources naturelles valorisables. D'après le journal *Le Monde*, « une formidable bagarre pour les meilleures places, les plus ventées, est lancée²⁹⁶ ».

« En 2000, nous avons embauché un géographe pour réaliser une étude multicritère sur l'éolien en mer en France. Nous avons très rapidement éliminé la Méditerranée à cause de la bathymétrie, ainsi que l'Aquitaine à cause de la faiblesse des vents. Nous avons vu l'Atlantique comme pas forcément très attirant. Nous avons vu en revanche que la Manche était le meilleur spot à exploiter²⁹⁷. »

ii. *La stratégie de diversification des acteurs français du oil and gas offshore.*

Compte tenu du potentiel représenté par le développement des énergies renouvelables, ainsi que de la définition du problème public esquissée plus haut, les premiers projets offshore n'ont pas trop de difficulté à attirer de gros partenaires industriels. Certains grands groupes ayant fait leurs preuves sur d'autres terrains ont rapidement affiché une volonté de s'insérer dans ce marché porteur, à l'image des acteurs du pétrole.

Pour Marc Delacroix, alors vice-président de *Shell Wind Energy*²⁹⁸, « 30% des énergies produites dans le monde en 2050 seront d'origine renouvelable. Nous voulons être là²⁹⁹ ». Les engagements européens, tout comme le manque de visibilité quant au futur marché des hydrocarbures, ont incité les acteurs du pétrole à adopter une stratégie de métiers et à investir dans les filières renouvelables pour ne pas rester hors-jeu³⁰⁰. « Nous vivons avec le pétrole, mais dans cinquante à cent ans, cette énergie fossile aura disparu. Total ne peut passer à côté de l'éolien³⁰¹ ».

L'augmentation des prix du pétrole entraîne un accroissement important des marges d'autofinancement des compagnies pétrolières. Pour Patrice Brès, directeur des énergies renouvelables de TotalFinaElf : « Nous voulons comparer le savoir-faire de différents constructeurs en

²⁹⁵ Propos d'André Antolini, Président du SER dans « L'offshore donne un second souffle à l'énergie éolienne », *Le Monde*, 3 avril 2002.

²⁹⁶ « Des groupes pétroliers investissent dans de gigantesques projets au large des côtes françaises », *Le Monde*, 06 juillet 2001.

²⁹⁷ Entretien avec Philippe Gouverneur, Directeur de la société Enertrag de 2001 à 2010, 24 octobre 2018.

²⁹⁸ Shell WindEnergy est créée par exemple en 2001. On peut ici y voir le résultat d'une longue tradition des analyses prospectives menées par la compagnie Shell depuis les années 1970.

²⁹⁹ « Les éoliennes contre vents et marées », *Le nouvel économiste*, 11 janvier 2002.

³⁰⁰ « Quand le pétrole disparaîtra... », *Le Monde*, 7 décembre 2001.

³⁰¹ Propos de Bernard Lepetit, chargé de communication pour Total, dans « Total se lance en grand dans l'éolien », *Libération*, 23 août 2003.

vue de nos futurs investissements dans l'offshore³⁰² ». Les acteurs du pétrole voient en effet dans ces projets d'éoliennes marines l'occasion d'employer leur savoir-faire dans la construction de plates-formes.

« En 1999, on a commencé à regarder l'intérêt de développer de l'offshore en France. On a recruté une personne qui venait de l'*oil and gas* pour développer l'éolien marin. Cette personne a fait une étude des côtes et des zones en croisant nos compétences internes RES-UK pour la partie éolien offshore, nos compétences Eole-RES en France pour la partie éolien terrestre, et ses connaissances personnelles issues du *oil & gas*³⁰³. »

« Dans l'année 2000-2001, Saipem³⁰⁴ a réalisé une étude pour regarder de manière pointilliste quelles étaient les solutions techniques pour implanter des éoliennes offshore autour des côtes de France. Nous avons regardé à chaque fois quelles seraient les technologies les plus logiques à utiliser³⁰⁵. »

Déjà présent depuis 1983 dans le solaire, le groupe Total créait en 2000 une direction chargée de développer la production d'énergie verte. Evoquant un déclin potentiel des hydrocarbures à l'horizon 2020-2030, le PDG de Total Thierry Desmarest déclare « C'est parce que c'est loin qu'il faut faire émerger de nouvelles énergies qui vont prendre le relais³⁰⁶ », reconnaissant que l'éolien représentait « un vrai défi³⁰⁷ ». Cet investissement dans les énergies renouvelables répond à une opportunité qui se veut avant tout conjoncturelle et financière. Plutôt qu'une stratégie de développement systémique, il paraît plus réaliste d'évoquer ici une stratégie de placement répondant à une logique défensive. « Les acteurs du pétrole maîtrisent la mer, et à l'époque, ils ne voulaient pas voir de nouveaux entrants arriver, comme les énergéticiens³⁰⁸. »

Le 21 novembre 2002 se tient au Mans le premier colloque sur l'éolien offshore en France. La programmation et l'animation du séminaire sont assurées par l'Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer (IFREMER), par le CLub pour les Actions de Recherche sur les Ouvrages en Mer (Clarom) et par le Département Energies Renouvelables de l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME). Près de 120 personnes y participent. L'objectif de ce séminaire est de mobiliser les professionnels et les laboratoires de recherche publics et privés afin d'élaborer une programmation des actions de R&D susceptible de promouvoir la filière industrielle de l'éolien en mer

³⁰² « L'offshore donne un second souffle à l'énergie éolienne », *Le Monde*, 3 avril 2002.

³⁰³ Entretien avec Jean-François Petit, directeur général adjoint du groupe RES, 6 novembre 2018.

³⁰⁴ Saipem est une compagnie italienne spécialisée dans la recherche et les forages pétroliers. Créée en 1956, elle est intégrée dans le groupe ENI-Ente nazionale idrocarburi en 1969.

³⁰⁵ Entretien avec Jacques Ruer, directeur adjoint Développement des Technologies SAIPEM-SA, 8 novembre 2018.

³⁰⁶ « Total inaugure sa première centrale éolienne près de Dunkerque », *AFP*, 14 novembre 2003.

³⁰⁷ *Ibidem*.

³⁰⁸ Entretien avec Jacques Ruer, directeur adjoint Développement des Technologies SAIPEM-SA, 16 janvier 2017.

en bénéficiant, notamment, des connaissances acquises par le Clarom dans le domaine de l'offshore pétrolier. Notons ici que ce colloque sur l'éolien offshore a lieu à l'Institut Français du Pétrole (IFP), démontrant bien qu'au début des années 2000 le développement de l'éolien offshore est totalement imbriqué dans la dynamique pétrolière. Soulignons enfin que cet intérêt industriel ne se limite pas aux majors du pétrole, mais bien à l'ensemble des grandes structures énergétiques. Une entreprise comme Suez Lyonnaise des eaux se lance ainsi dans la production d'énergie éolienne offshore à la fin des années 1990³⁰⁹.

iii. Le programme Eole 2005 comme dynamique d'impulsion de l'éolien en mer

A la logique sectorielle, technocratique centralisatrice et « équipementière » qui a longtemps prévalu, se substituent à partir des années 1990 de nouvelles pratiques énergétiques qui se veulent moins descendantes et plus participatives dans leur rapport aux collectivités territoriales (Poupeau, 2013). La loi Voynet du 25 juin 1999 relative à l'aménagement et au développement durable encourage les collectivités territoriales (notamment les régions) à promouvoir des projets de développement économique.

Au chapitre des premières incitations publiques trône le programme Eole 2005, lancé en juillet 1996 par le ministère de l'Industrie, l'ADEME et EDF, visant à créer des centrales éoliennes raccordées au réseau électrique afin d'installer en France une puissance de 250 à 500 mégawatts d'ici 2005, en garantissant aux producteurs un prix d'achat raisonnable de leur électricité. L'objectif était double : d'abord montrer que l'énergie éolienne est bien compétitive économiquement et techniquement maîtrisée. Ensuite, fournir aux industriels français une vitrine pour se placer dans la compétition internationale (Laali et Bernard, 1999). Des régions littorales ont ainsi saisi les opportunités offertes par Eole 2005 pour lancer les premières études sur l'éolien marin.

Des investigations sont ainsi réalisées fin 1997 afin d'évaluer le potentiel offshore régional du Nord Pas de Calais et présenter des projets d'implantation de centrales éoliennes. En 1999, la ville de Dunkerque envisage de se lancer dans un projet de parc éolien au large des côtes, sur le banc Breedt³¹⁰. Le territoire jouit alors d'atouts certains : possibilité d'obtenir des aides européennes, l'éolien est une technologie maîtrisée par un industriel régional (Jeumont Industrie) et des compagnies pétrolières ont fait savoir leur intérêt à suivre ce projet (Shell et Total). L'éolien en mer semble

³⁰⁹ « Suez Lyonnaise se lance dans l'éolien offshore », *Le Figaro*, jeudi 19 octobre 1999.

³¹⁰ L'implantation sur le banc de Breedt s'explique par la proximité de la centrale éolienne terrestre existante à laquelle la centrale offshore sera raccordée.

bénéficier d'un consensus fondé sur le discours d'une coalition tripartite entre acteurs publics, industriels et écologiques, soutenue par certains élus locaux qui entendent lui conférer une forte dimension industrielle et territoriale. La mobilisation des relais locaux renforce la crédibilité de la filière offshore sur les territoires concernés. L'investissement est évalué à 85 millions de francs (12,9 millions d'euros) pour ces éoliennes de grande puissance (750 kW) chacune et de 48 mètres de diamètre. Ce projet doit consacrer, au-delà d'un gisement éolien reconnu, l'engagement fort du Conseil régional du Nord-Pas-de-Calais pour susciter, puis structurer, une filière économique régionale³¹¹. A l'issue de ce premier projet pilote, une nouvelle tranche de 30 éoliennes est envisagée. En Normandie, un projet similaire sur la digue du port d'Antifer au Havre est aussi dans les cartons (Figure 23).



Figure 23. « Un parc éolien bientôt installé près du Havre », *Les Echos*, 8 février 2002.

La volonté territoriale de développer l'éolien en mer ne se limite pas au littoral de la Manche. Le Conseil régional de Bretagne et du Languedoc-Roussillon en tête financent des études afin d'étudier le potentiel éolien en mer de leur territoire. L'AME (l'Agence méditerranéenne pour l'environnement), structure dépendant du Conseil régional du Languedoc-Roussillon, et l'ADEME, cofinancent une étude de faisabilité d'une installation d'éoliennes offshore à Port-la-Nouvelle sur la côte audoise en 1999. Au-delà des enjeux énergétiques, les territoires voient dans l'éolien offshore un relais de développement économique territorial, le caractère innovant de ces projets permettant à ces territoires de se présenter comme pionniers et avant-gardistes à l'échelle nationale, jouissant d'un important focus médiatique :

« Premier gisement éolien terrestre français, le Languedoc-Roussillon pourrait devenir le laboratoire de l'éolien offshore français³¹² » ; « La région affirme encore davantage sa volonté d'aller plus loin. Elle entend jouer "un rôle pilote dans la relance de l'éolien français", en développant un véritable "pôle de compétences professionnelles intégrant l'ensemble de l'activité, de la recherche à l'industrie". L'objectif affiché n'est pas seulement de constituer un pôle de compétences de l'éolien dans le Nord-Pas-de-Calais,

³¹¹ « La région Nord structure sa filière éolienne », *Les Echos*, 13 octobre 1999.

³¹² « L'Aude, laboratoire de l'énergie éolienne en France », *La Tribune*, 7 décembre 2000. Clin d'œil à l'histoire, la Région Occitanie cherche aujourd'hui à se positionner comme territoire précurseur de l'éolien flottant en France. <https://www.laregion.fr/Eolien-flottant-l-Occitanie-prete-a-la-mise-en-eau> Consulté le 29 novembre 2018.

mais de permettre à la France de se positionner dans ce secteur³¹³ ».

Section 2 : Traduire dans le langage institutionnel les enjeux de l'éolien en mer (2001-2005)

Ce couplage de dynamiques a créé un appel d'air pour le développement de l'éolien en mer en France. Pour les industriels, le train est lancé et le volontarisme affiché de l'Etat et des partenaires publics pour développer les énergies renouvelables doit accélérer le rythme de croissance de cette industrie naissante. Ces nouveaux projets industriels vont néanmoins bousculer les activités maritimes traditionnelles, et entraîner l'apparition de controverses inédites. Pris de vitesse (faute d'avoir anticipé ces oppositions pourtant prévisibles), l'Etat est obligé de prendre rapidement des mesures en publicisant à l'échelle nationale le problème de l'éolien en mer, aboutissant au lancement d'un appel d'offres en 2004.

1. Le lancement d'une politique gouvernementale favorable aux énergies renouvelables

Ouvrant le colloque du Syndicat des énergies renouvelables (SER) du 29 mai 2000, le Premier ministre Lionel Jospin déclare :

« Dans un souci d'efficacité économique, pour conforter notre indépendance énergétique, pour contribuer à la protection de l'environnement et à la lutte contre l'effet de serre, afin aussi de remplacer de l'énergie importée par des emplois locaux, le Gouvernement a voulu refaire de la politique d'utilisation rationnelle de l'énergie une priorité nationale [...] C'est une véritable industrie des énergies renouvelables qu'il nous faut développer³¹⁴ ».

En 1999, le budget consacré à la maîtrise de l'énergie et aux énergies renouvelables enregistre la croissance la plus forte depuis la création du ministère (500 millions de francs)³¹⁵. Le budget des seules énergies renouvelables est plus de 4 fois supérieur à celui de 1998 et des années précédentes, passant d'environ 34 à 152,5 millions de francs³¹⁶. Au même moment, la France se dote d'un programme national de lutte contre le changement climatique validé par la Commission Interministérielle de l'effet de Serre le 19 janvier 2000, couvrant la période 2000-2010³¹⁷.

³¹³ « Dunkerque accueille la plus puissante centrale éolienne de France », *Le Monde*, 22 février 1997.

³¹⁴ <http://discours.vie-publique.fr/notices/003001398.html> Consulté le 29 novembre 2018.

³¹⁵ <http://www.assemblee-nationale.fr/11/budget/plf99/a1116-04.asp> Consulté le 29 novembre 2018.

³¹⁶ « Développer les sources d'énergie moins polluantes », *Le Moniteur*, 26 novembre 2011.

³¹⁷ Adopté par le Gouvernement le 6 décembre 2000, le nouveau programme national d'amélioration de l'efficacité énergétique (PNAEE) fixe un programme de développement des énergies renouvelables comportant

Remis au Premier ministre le 14 septembre 2000, le rapport *Stratégie et moyens de développement de l'efficacité énergétique et des sources d'énergie renouvelables en France* propose l'adoption d'un projet ambitieux de 10 000 MW pour l'éolien d'ici 2010 (Cochet, 2001). Les nouvelles exigences européennes obligent en effet à revoir les ambitions en termes de développement de l'énergie éolienne. Comme le souligne le journal *Environnement Magazine*, « La production d'électricité d'origine éolienne devra grossir de 30 TWh pour honorer l'engagement de la France en faveur des EnR³¹⁸ ». En effet, selon un rapport de l'Institut Français de l'Environnement (IFEN)³¹⁹, l'ampleur des mesures programmées jusqu'ici permettrait seulement de soutenir cette part à environ 15%, à l'horizon 2010 (IFEN, 2001). L'essentiel de son potentiel hydroélectrique est exploité. Elle n'a donc pas le choix. Il lui faut s'engager massivement en faveur de l'éolien, l'énergie renouvelable la plus proche du seuil de compétitivité et produisant de l'énergie renouvelable en grande quantité. Pour l'éolien, les possibilités sont estimées respectivement à 66 TWh sur le continent et à 97 TWh en mer (IFEN, 2001). Cette production est encouragée par les rapides progrès techniques des machines. L'éolien offshore profite des effets d'apprentissage de l'éolien terrestre liés à une diffusion rapide³²⁰.

Dans son rapport sur la Programmation pluriannuelle des investissements de production électrique publié début 2002, le Ministère de l'Economie, des Finances et de l'Industrie estime de plus que la France pourrait vivre en 2010 un déficit de production en période de pointe³²¹. Ce constat oblige la France à ouvrir le champ des possibles, que ce soit dans le secteur des énergies renouvelables (dont l'éolien en mer) ou dans le secteur de l'énergie nucléaire comme nous le verrons plus tard. Pour répondre à cette urgence, le gouvernement impose en juin 2001 à EDF un prix d'achat très attractif de l'électricité d'origine éolienne sur quinze ans³²². Comme le souligne un rapport parlementaire :

« Il apparaît clairement, et de manière non contestée, que la France ne parviendra pas à atteindre cet objectif, ou au minimum à s'en approcher, sans un effort vigoureux, voire massif, dans le secteur de l'éolien » (Besson, 2003 : 36).

notamment la fixation de tarifs d'achat de l'électricité produite par l'énergie éolienne, l'hydraulique et l'incinération des ordures ménagères.

³¹⁸ « Éoliennes : le défi du mégawatt », *Environnement Magazine*, no. No: 1597, mai 2001.

³¹⁹ Créé en 1991, l'Institut français de l'environnement (IFEN) était un organisme du Ministère de l'Écologie habilité à produire des évaluations sur l'environnement. Il est remplacé depuis 2008 par le Service de la donnée et des études statistiques (SDES) rattaché au Commissariat général au développement durable (CGDD) du même Ministère de l'Écologie.

³²⁰ Ainsi, selon le bimestriel *Systèmes solaires* de mai-juin 2000, en 1980, une éolienne type mesurait 20 mètres de haut, possédait une génératrice de 26 kW et une envergure de pales de 10,50 mètres. Au début des années 2000, elles peuvent atteindre 80 mètres de haut, 80 mètres d'envergure de pales et une puissance de 2,5 MW, soit 2 500 KW.

³²¹ http://www.vie-publique.fr/documents-vp/energie_2005/ppi_2002.pdf Consulté le 29 novembre 2018.

³²² Par un décret du 8 juin 2001, le ministère de l'industrie garantit à tous les producteurs d'électricité renouvelable un prix de rachat d'environ 8,38 centimes d'euro par KWh pendant les 5 premières années d'exploitation (le prix de revient ordinaire du KWh étant alors de l'ordre de 3 centimes).

Un objectif de production fixe entre 2 000 et 6 000 mégawatts éolien d'ici 2007 est inscrit au *Journal officiel* le 18 mars 2003 (soit 1 000 à 3 000 turbines éoliennes).

« Le premier arrêt tarifaire de 2001 pour l'éolien terrestre limitait la taille des parcs à six machines, ou 12 MW. C'est dire la crainte que nous avions de l'éolien à l'époque. Ce fut une énorme bêtise. Cela a eu comme effet quelques années plus tard de voir des petits parcs de 6 machines parsemer les territoires les plus intéressants. Ceci a permis aux opposants de crier au mitage du territoire. Ce contexte de méfiance générale envers l'éolien terrestre nous a encouragé à mettre les éoliennes en mer³²³. »

« Les Danois se sont lancés dans le développement de l'éolien offshore après avoir saturé leur territoire d'éolien terrestre³²⁴. C'est différent en France. A l'époque, l'Etat n'arrêtait pas de nous dire, à nous autres développeurs et professionnels de l'éolien, qu'il ne voulait pas de l'éolien en terre et qu'il voulait qu'on aille faire de l'éolien en mer [...] Il se trouve que l'énergie éolienne terrestre était beaucoup moins chère que l'énergie éolienne offshore³²⁵. Il n'y avait donc aucune raison rationnelle de passer du terrestre à l'offshore, sauf pour des raisons politiques [...] L'éolien offshore est né en France d'une non-volonté politique de faire de l'éolien terrestre³²⁶. »

« L'Etat a vu l'éolien en mer comme une alternative à l'éolien terrestre qu'il ne voulait pas développer³²⁷. »

L'éolien offshore qui offre des possibilités productives bien plus grandes que l'éolien terrestre, tout en réduisant les problèmes paysagers posés par les machines terrestres, est donc de plus en plus présenté comme une filière pertinente pour répondre au déploiement de l'énergie éolienne en France.

2. Quand l'éolien en mer est d'abord un problème public multi-sectoriel à traiter : le rapport Dupilet (2001)

Alors que l'éolien offshore n'est encore qu'expérimental, un rapport parlementaire inédit remis au Premier ministre en avril 2001 soulève la question des moyens de sa régulation et de la planification (Dupilet, 2001). Le rapport montre ainsi que la pêche professionnelle, longtemps prépondérante, voire

³²³ Entretien avec Philippe Gouverneur, directeur de la société *Enertrag de 2001 à 2010*, 24 octobre 2018.

³²⁴ Il est ici intéressant de faire un parallèle avec la trajectoire de l'énergie éolienne au Moyen-Age. Pour Robert Philippe (1980), l'essor du moulin à eau au cours des XI^e et XII^e siècles a abouti dès le milieu du XIII^e siècle à une véritable saturation des sites disponibles. L'exploitation de l'énergie éolienne aurait alors prolongé quelque peu l'effet de la révolution hydraulique.

³²⁵ Le kilowattheure produit en offshore est ainsi de 30% à 60% plus cher que celui produit en offshore terrestre équivalent (Grubb et Vigotti, 1997).

³²⁶ Entretien avec Jean-Michel Germa, Fondateur de La Compagnie du Vent, 17 avril 2017.

³²⁷ Entretien avec Christophe Le Visage, Président - Stratégies Mer et Littoral SAS, Chargé de mission au SGMer de 2001 à 2005, puis de 2008 à 2010, 11 mai 2017.

exclusive, est désormais confrontée à des activités industrielles concurrentes et de nouveaux usages de la mer. Le problème des éoliennes en mer et de leur compatibilité avec des activités maritimes traditionnelles comme la pêche est souligné. Le rapport Dupilet fait ainsi passer l'éolien en mer d'un enjeu public à une problématique politique, en permettant la formulation d'un problème éolien en mer publiquement débattu :

« La demande de ce rapport m'a été faite par le Premier ministre. A l'origine, au cœur de ce rapport, il y a la question des câbles sous-marins qui impactaient de plus en plus le monde de la pêche. Nous avons regardé toutes les activités existantes et émergentes qui tournaient autour de cette problématique, comme l'extraction des granulats mais aussi l'éolien en mer [...] Le maire de Dunkerque, Michel Delebarre, qui fut Ministre des Transports et de la Mer sous François Mitterrand, avait alerté son collègue Jean Glavany, alors Ministre de l'Agriculture et de la Pêche, lui disant qu'il avait des problèmes avec les pêcheurs au sujet de projets d'éoliennes en mer. Michel Delebarre était embêté car il ne savait pas quoi faire. Il avait besoin de montrer aux pêcheurs que l'éolien en mer n'était pas un problème dunkerquois, mais bien un problème national qui nécessitait des solutions nationales [...] A l'époque, l'Etat découvrait le problème de l'éolien en mer. C'était nouveau. Il n'a pas vu le problème arriver [...] Conclusion, le ministre a dit qu'il fallait faire quelque chose sur le sujet. Moi j'étais rapporteur du budget de la pêche à l'assemblée nationale. Le ministre a jugé que j'étais le mieux placé pour réaliser un rapport sur la cohabitation des métiers de la pêche avec l'ensemble des utilisateurs de la mer³²⁸. »

Réalisé en six mois, le rapport Dupilet mène ainsi une des premières réflexions anticipatrices faisant de l'éolien un problème politique à traiter. Comme nous pouvons le lire dans le rapport : « L'implantation d'éoliennes en mer apparaît aujourd'hui comme une piste séduisante dans la recherche de la production d'énergie renouvelable. Mais les conditions de faisabilité technique et de rentabilité économique ne sont pas encore clairement déterminées. En outre, l'impact d'éoliennes off-shore sur l'environnement est mal connu » (2001 : 9).

Ces controverses attirent l'attention des médias qui rendent visibles au plus grand nombre l'existence d'une compétition pour l'espace maritime³²⁹. Déjà en 1999, le magazine Thalassa consacrait un reportage au sujet des éoliennes offshores du Danemark. Le problème de la compatibilité de la pêche avec l'éolien en mer est clairement posé : « Un jour, il y a 10 ans, son territoire de pêche à 3 kilomètres des côtes a été envahi par 11 immenses éoliennes de 40 mètres de haut³³⁰ ». Le manque de retour d'expérience scientifique et d'évaluation sur les premiers parcs éoliens de la mer du Nord engendre du doute et de la suspicion qui nourrissent la controverse : « Aujourd'hui personne ne connaît leur

³²⁸ Entretien avec Dominique Dupilet, Conseiller général du canton de Boulogne-sur-Mer-Nord-Ouest (de 1979 à 2015) et Président du Conseil général du Pas-de-Calais (de 2004 à 2014), 15 octobre 2018.

³²⁹ La contestation se veut alors une réaction contre l'appropriation d'un espace (ici la mer) par de nouveaux acteurs. Les pêcheurs voient ainsi dans les éoliennes une nouvelle phase de restriction de leur domaine d'exploitation.

³³⁰ Danemark : les éoliennes, Thalassa, France 3, 12 novembre 1999. Source INA.

influence sur l'environnement³³¹ ». En France, le projet prototype de Breedt suscite de vives réactions de la part des usagers de la mer, en particulier des pêcheurs de Dunkerque, Calais et Boulogne. Sitôt le projet retenu, ceux-ci décident le 8 octobre 2002 de montrer leur opposition en constituant des barrages symboliques devant les trois ports de la région. Les pêcheurs craignent que l'implantation d'éoliennes ne perturbe l'écosystème et ils redoutent de voir leur territoire réduit dans une zone (le détroit du Pas de Calais) très étroite et déjà fort saturée (ferries, tunnels, gazoducs et câbles sous-marins de télécommunications) (Dauvin et Lozachmeur, 2006).

3. *L'intégration de l'enjeu de l'éolien marin dans l'agenda gouvernemental : le rapport du SGMer (2002)*

L'Etat tente de réagir en se dotant des outils d'action publique afin de réguler la contestation, tout en répondant à sa volonté de développer les énergies renouvelables. Nous entrons ici dans la phase où l'enjeu de l'éolien marin est intégré dans le travail gouvernemental. L'Etat réagit en urgence face à une situation imprévue et non anticipée. La dernière séquence de cette mise à l'agenda est la dynamique de publicisation de la controverse de l'éolien qui passe d'une échelle locale à une échelle nationale. L'identification du problème est la phase où le problème est intégré dans le travail gouvernemental. Devenant un problème public et médiatique, l'éolien marin impose sa prise en charge aux acteurs institutionnels en engageant des « négociations d'acceptabilité » (Laurans et Dubien, 2000). L'Etat répond aux sollicitations du rapport Dupilet en mettant l'éolien en mer à l'agenda gouvernemental à partir de 2002, en impulsant une réflexion sur le sujet. Comme il est mentionné dans le rapport Dupilet (2001 : 11) : « Au niveau central, il convient d'identifier l'administration chef de file et de mettre en place une coordination interministérielle sous l'égide du Secrétariat Général de la Mer ». Le SGMer devient « l'administration d'état-major³³² » chargée de trouver une solution à ces problèmes nouveaux engendrés par l'éolien marin. Elle devient l'administration interface entre l'ensemble des politiques concernées (énergie, recherche, aménagement, la mer et la pêche...) et l'ensemble des acteurs éclatés (les associations, les collectivités, les industriels...). Pour un ancien chargé de mission du Secrétariat général de la mer (SGMer) :

« Le rapport Dupilet a ouvert la possibilité d'une vision nationale du problème, alors que jusque-là le problème était très éclaté et localisé [...] Il s'agit d'une reprise en main par l'Etat central de la question de l'éolien en mer, qui était jusque-là à l'échelle des régions³³³. »

³³¹ *Ibidem.*

³³² En reprenant la formule de Jean-Louis Quermonne dans *l'Appareil administratif de l'Etat* (1991).

³³³ Entretien avec Christophe Le Visage, Président - Stratégies Mer et Littoral SAS, Chargé de mission au SGMer de 2001 à 2005, puis de 2008 à 2010, 11 mai 2017.

En réponse au rapport Dupilet, sur le mandat donné en réunion interministérielle le 23 octobre 2001, le SGMer conduit en 2002 un groupe de travail interministériel sur le sujet de l'éolien en mer. De ce groupe de travail découle un rapport intitulé *Energie éolienne en mer : recommandations pour une politique nationale* qui donne un avis plutôt favorable au développement des projets éoliens en mer, jugés compatibles, sous conditions, avec les autres activités maritimes et la protection de l'environnement marin :

« Dans le cadre de ses engagements internationaux, la France s'est fixé des objectifs ambitieux de développement de ses capacités de production d'électricité à partir d'énergies renouvelables, et notamment d'énergie éolienne. Dans ce cadre, la filière « offshore » semble prometteuse : le potentiel éolien de la France est important sur toutes ses façades maritimes, l'éolien en mer présente des avantages théoriques indéniables sur l'éolien terrestre en termes de productivité, et les progrès récents des technologies éoliennes et offshore ouvrent à court terme des possibilités réelles » (SGMer, 2002 : 2).

S'inscrivant dans la droite ligne du rapport Dupilet, le rapport du SGMer permet de « gouvernementaliser » le développement des projets éoliens, en traduisant ainsi dans le langage politique la problématique de l'éolien en mer qui s'accorde sur des recommandations d'actions à court terme (lancement de projets pilotes) et à moyen terme (définition concertée des zones favorables à l'implantation d'éolien offshore, évolution de la réglementation relative au droit d'occupation du fond de la mer et enfin lancement d'appels d'offres pour assurer un développement de la filière).

4. Le choix de l'appel d'offres pour réguler le problème de l'éolien marin (2003-2005)

Au début des années 2000, aucun protocole n'est arrêté sur le montage de dossiers offshores. On ne sait pas si les projets se bâtiront sur le mode de la concession d'Etat avec appel d'offres ou à la manière de l'éolien terrestre, sous le régime du premier-arrivé premier-servi. Pour Julien Gaschignard, chef de projet offshore à la Compagnie du Vent, « actuellement, chaque projet fait jurisprudence³³⁴ ». « Les prérogatives administratives se chevauchent³³⁵ » renchérit Jean-Marc Armitano, président du directoire d'Eole-RES. Pour le SER, le lancement d'un appel d'offre reste « le seul moyen de bâtir des études économiques de projets offshores³³⁶ ».

³³⁴ « L'éolien offshore prend le large », *Environnement Magazine*, mars 2002.

³³⁵ *Ibidem*.

³³⁶ « Les éoliennes ont le vent en poupe », *La Croix*, jeudi 28 février 2002.

Afin d'atteindre les objectifs de développement des énergies renouvelables qu'il a arrêtés dans la programmation pluriannuelle des investissements de production d'électricité du 7 mars 2003³³⁷, l'Etat lance une série d'appels d'offres à destination de différentes filières³³⁸. Ceux-ci sont rendus possibles depuis l'adoption en décembre 2002 d'un « décret relatif à la procédure d'appel d'offres pour les installations de production d'électricité³³⁹ ». L'appel d'offres doit jouer le rôle d'un outil d'action publique permettant de matérialiser et d'opérationnaliser (sur les aspects quantitatifs et financiers) la politique gouvernementale en matière de développement des énergies renouvelables

Le 18 mars 2003, la ministre déléguée à l'Industrie Nicole Fontaine, annonce lors de l'ouverture de la 1^{ère} Rencontre du débat national « Quels nouveaux défis pour la politique énergétique ? », la volonté du gouvernement de favoriser le développement de projets énergies renouvelables³⁴⁰. Le programme pluriannuel des investissements en matière de production d'électricité prévoit de lancer dès l'été 2003 deux appels d'offres pour des installations de plus de 12 MW, l'un sur la filière bois-biomasse, l'autre pour de premières réalisations d'éoliennes en mer, pour des mises en service d'ici 2007. Lors du Comité Interministériel de la mer du 29 avril 2003, le Premier ministre Jean-Pierre Raffarin retient « la recommandation de réaliser rapidement des expérimentations de centrales éoliennes en mer tout en poursuivant la réflexion sur la localisation des parcs à plus long terme³⁴¹ ». Cet appel d'offres pour l'éolien en mer doit ainsi s'inscrire dans une phase exploratoire. Il est aussi présenté comme le meilleur outil pour répondre au « retard » français dans le domaine des énergies renouvelables³⁴².

« A l'époque, quand on discutait avec les administrations, elles nous disaient que l'appel d'offres était le seul moyen pour rattraper le retard. D'ailleurs essentiellement du point de vue juridique, pour essayer de mettre en marche la jurisprudence qui permettrait d'avancer [...] L'appel d'offres devait permettre de mettre en lumière tous les manques et les ratés possibles³⁴³. »

Cet appel d'offres doit contribuer à la satisfaction de l'objectif de réalisation de parcs de production d'électricité d'origine éolienne de 2000 à 6000 MW en 2007, formulé dans l'arrêté relatif à la

³³⁷ <https://www.legifrance.gouv.fr/eli/arrete/2003/3/7/INDI0300871A/jo/texte> Consulté le 29 novembre 2018.

³³⁸ Les appels d'offres dédiés aux différentes technologies doivent permettre de valoriser tous les gisements et favorise le développement de toutes les technologies renouvelables.

³³⁹ <https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000000782766> Consulté le 29 novembre 2018.

³⁴⁰ <http://discours.vie-publique.fr/notices/033001089.html> Consulté le 29 novembre 2018.

³⁴¹ Lettre du ministre délégué à l'industrie et du secrétariat d'état aux transports et à la mer, à destination des préfets des départements littoraux, 13 octobre 2003.

³⁴² L'ouverture à la concurrence des prestations de services dans le cadre d'un appel d'offres comporte plusieurs étapes : définition et publicité du cahier des charges, lancement de l'appel d'offres et attribution du contrat.

³⁴³ Entretien avec Jacques Ruer, directeur adjoint Développement des Technologies SAIPEM-SA, 8 novembre 2018.

Programmation Pluriannuelle des Investissements de production d'électricité. En juillet 2003, le ministère de l'Industrie rappelle que « la filière éolienne doit assurer l'essentiel de la croissance du parc de production d'électricité d'origine renouvelable avec une puissance à installer de 2 000 à 6 000 mégawatts (MW), dont 500 à 1 500 MW par des centrales éoliennes en mer³⁴⁴ ». Le choix d'appels d'offres doit aussi permettre à la puissance publique de conserver la maîtrise du volume des capacités de production, mieux canaliser la dynamique des projets, et ainsi mieux maîtriser le problème de l'éolien marin.

Dans cette logique, la Commission de régulation de l'énergie (CRE) lance le 23 juillet 2003 une consultation publique relative à l'appel d'offres portant sur la construction de centrales éoliennes en mer. Un appel d'offres est officiellement lancé le 11 février 2004. Il porte sur une puissance installée de 500 MW sur l'ensemble des façades maritimes de la France métropolitaine³⁴⁵. La mise en service industrielle des installations devra avoir lieu avant le 1^{er} janvier 2007. La puissance unitaire des centrales éoliennes ne pourra pas être supérieure à 150 MW. Les candidats ont jusqu'au 13 août 2004 pour remettre leurs projets. Au total, onze projets sont déposés. Dix sont jugés recevables administrativement par la CRE³⁴⁶ (

Tableau 3). Parmi les candidats figurent des producteurs et distributeurs d'électricité, mais également des spécialistes de l'offshore pétrolier. La sélection s'effectue en fonction de critères de prix, d'insertion dans l'environnement, d'éventuels conflits d'usage et de capacités techniques et financières des porteurs de projet.

Situation géographique	Projet	Puissance (en MW)
Façade Manche et Mer du Nord	Dunkerque (Pas de Calais)	90
	Bassure de Bass (Pas de Calais)	144
	Côte d'Albâtre (Manche)	105
	Côte des Isles (Manche)	80,00
Façade Atlantique	La Banche (Loire-Atlantique)	61,2
	Pont d'Yeu (Vendée)	54
	Pointe des Corbeaux (Vendée)	36
	Yeu (Vendée)	86,4
	Les Vieilles (Vendée)	90
Façade Méditerranéenne	Libron (Hérault)	102

³⁴⁴ « Éoliennes de mer : un appel d'offres nécessaire et des usagers à prendre en compte », *Novethic*, 17 mars 2004.

³⁴⁵ <https://www.cre.fr/Documents/Appels-d-offres/Appel-d-offres-portant-sur-des-centrales-eoliennes-en-mer>
Consulté le 29 novembre 2018.

³⁴⁶ Le projet de Soulac-sur-Mer (Gironde) de 25 éoliennes ne sera pas retenu.

Tableau 3. Les 10 projets ayant répondu à l'appel d'offres de 2004. Sources : CRE et communication personnelle.

A l'issue de l'appel d'offres, le ministre délégué à l'industrie aurait envisagé de retenir 4 projets : Dunkerque, Bassure de Bass, Côte d'Albâtre et la Banche³⁴⁷. Sur la base de l'analyse des services de l'Etat et des ministères concernés, le nombre de projets retenus fut abaissé à deux : Côte d'Albâtre et la Banche³⁴⁸. Finalement, seul le projet de la Côte d'Albâtre est sélectionné.

Le 14 septembre 2005, le gouvernement autorise le lancement du premier parc français d'éoliennes en mer au large de Veulettes-sur-Mer à 7 kilomètres des côtes de la Manche (Figure 24). Sa puissance s'élèvera à 105 mégawatts (21 éoliennes de 5 MW), ce qui représente près du quart de la puissance installée alors à terre en France³⁴⁹. Le projet est soutenu par une société allemande (Enertrag) et l'investissement est évalué à 300 millions d'euros. Pour Philippe Gouverneur, directeur de la filiale française d'Enertrag, « compte tenu des procédures administratives et des aléas climatiques d'un tel chantier, la mise en service ne devrait pas intervenir avant 2008³⁵⁰. » Pour la ministre de l'écologie et du développement durable, « ce projet permettra aux Français de se familiariser avec l'éolien en mer et d'apprécier son intérêt ». Le petit village de Veulettes-sur-Mer connaît au même moment un rayonnement médiatique inédit :

« Les journaux locaux étaient très intéressés par notre projet d'éoliennes en mer. Ils m'interrogeaient, assistaient aux réunions. Les journaux téléphonaient tout le temps. La télévision est venue. Les allemands sont venus aussi. Ils étaient très intéressés par ce projet. A l'époque, Veulettes-sur-mer était vraiment perçu comme un territoire-laboratoire³⁵¹. »

Si la déception est palpable pour les industriels de l'éolien (« 100 MW, c'est 1% de l'objectif que nous devrions réaliser d'ici 2010 si nous voulons remplir les engagements que nous avons pris³⁵² »), le Ministère de l'Industrie se veut quant à lui optimiste quant à la suite de la dynamique de l'éolien en mer (« Si l'on considère qu'un parc autorisé est construit en moyenne au bout de deux ans, la barre des 2 000 MW installés devrait être largement franchie début 2007³⁵³ »).

³⁴⁷ Communication personnelle.

³⁴⁸ Avis de la Commission de régulation de l'énergie sur le choix des offres que le ministre délégué à l'industrie envisage de retenir au terme de l'appel d'offres pour des centrales éoliennes en mer, CRE, 28 juillet 2005.

³⁴⁹ En régime de croisière, ce parc doit être capable de produire 300 millions de kWh par an, soit l'équivalent de la consommation d'une ville de 150 000 habitants.

³⁵⁰ « Le premier parc éolien en mer sera construit au large de la Seine-Maritime », *Les Echos*, 20 septembre 2005.

³⁵¹ Entretien avec Christian Legrand, maire de Veulettes-sur-Mer de 1995 à 2014, 17 octobre 2018.

³⁵² Propos d'André Antolini, Président du SER, dans le 20h de France 2, 15 septembre 2005.

³⁵³ Propos du ministre délégué à l'Industrie François Loos, « Inauguration des centrales éoliennes de la Haute Lys (Nord) », Ministère de l'Économie, des Finances et de l'Industrie, 13 juin 2005.



Figure 24. « Le premier parc éolien en mer sera construit au large de la Seine-Maritime », *Les Echos*, 20 septembre 2005.

Section 3 : Le temps de l'échec (2005-2007)

Lancé en 2005, espéré en 2007, attendu en 2009 puis en 2011, le parc éolien en mer de Veulettes-sur-Mer devait être la première réalisation offshore en France. En 2019, au dire de son ancien responsable³⁵⁴, le projet semble être définitivement mort, entérinant le ratage de cette première phase pour l'éolien en mer en France³⁵⁵. Aujourd'hui, il apparait que la grande erreur est indéniablement d'avoir traité l'éolien en mer comme une énergie mature et maîtrisée (une simple innovation-évolution de l'éolien terrestre) et non comme une innovation de rupture en quête de légitimation.

1. La non-légitimation technico-économique et sociotechnique d'une innovation de rupture

i. L'appel d'offres était-il le bon outil ?

L'Etat a joué un rôle ambigu, à la fois d'incitateur et de frein. Certes il lance un appel d'offres pour des centrales éoliennes marines mais, en annonçant que l'élément clef est le prix de production, il a interdit d'entrée des projets plus exploratoires³⁵⁶. L'Etat a ainsi demandé à des projets pilotes, des prototypes, d'être aussi compétitifs que des énergies plus matures et mieux maîtrisées, telles que les énergies nucléaire ou solaire³⁵⁷. Au-delà des problématiques d'intégration sociotechnique et

³⁵⁴ Entretien avec Philippe Gouverneur, Directeur de la société Enertrag de 2001 à 2010, 24 octobre 2018.

³⁵⁵ Ce chapitre ne vise pas à revenir en détail sur l'histoire du projet de Veulettes-sur-Mer. Voir Nadaï et Labussières (2014) pour obtenir plus d'information sur sa chronologie.

³⁵⁶ L'éolien offshore s'avère en effet une industrie onéreuse en raison des surcoûts de construction, de maintenance et de transport de l'énergie (le lauréat avait en charge les coûts du raccordement et de la mise à niveau du poste source). Pour compenser ces surcoûts, les investisseurs misent sur les progrès de la technologie et les économies d'échelle, d'où la volonté des industriels de faire rapidement des grands parcs.

³⁵⁷ En 2006, le prix moyen de l'énergie solaire était estimé à 300 €/MWh, celui de l'éolien terrestre entre 40 à 70 €/MWh, celui du gaz de 35 à 50 €/MWh, celui du charbon de 35 à 45 €/MWh et celui du nucléaire de 35 à 37

environnementale, c'est véritablement le critère économique qui a justifié le choix de ne retenir qu'un seul parc. La dynamique des appels d'offres par filière du début des années 2000 a eu pour effet de jouer excessivement sur les prix en mettant les énergies en concurrence³⁵⁸ :

« En tout état de cause, les prix proposés atteignent des niveaux particulièrement élevés en comparaison des autres technologies de production d'électricité utilisant les énergies renouvelables [...] Ils sont, en outre, 25 à 50 % plus élevés que le prix moyen issu de l'appel d'offres portant sur des centrales utilisant l'énergie issue de la biomasse et du biogaz, qui, au demeurant, délivrent une puissance garantie avec un taux de disponibilité³⁵⁹ jusqu'à trois fois supérieur³⁶⁰ » ; « Le kilowatt terrestre coûte 1.000 à 1.500 euros. On considère aujourd'hui que le coût sera multiplié par deux en offshore. L'ADEME veut d'abord voir se développer les parcs terrestres. Il s'agit d'un choix économique³⁶¹ » ; « J'espère que les prix qui seront offerts seront aussi plus bas, car les sondages montrent que si les Français sont prêts à payer un peu plus cher pour une électricité d'origine renouvelable, ils ne souhaitent tout de même pas la payer trop cher³⁶². »

Cette communication a favorisé par principe les filières les plus compétitives en termes de coûts de production, encourageant la non-crédibilisation technico-économique de l'éolien en mer face à des énergies renouvelables concurrentes.

« A l'époque, on ne citait que le prix d'entrée de l'éolien en mer (qui était cher c'est vrai) mais on ne parlait pas de la baisse des prix futur avec la courbe d'apprentissage et les économies d'échelle. Les acteurs de l'éolien étaient incapables de montrer des courbes d'apprentissage. Et pour cause, à l'époque et à la différence d'aujourd'hui, il n'y avait pas d'expérience, pas d'exemples pour montrer la baisse des prix³⁶³. »

« L'appel d'offres n'a pas été un outil adapté à l'époque. Il est efficace dans une ère industrielle où la filière est lancée mais non dans un démarrage de filière³⁶⁴. »

€/MWh (Reyne, 2009 : 20). Ces montants incluent le coût d'investissement, du combustible, des assurances et de la gestion des déchets et du démantèlement des installations pour le nucléaire.

³⁵⁸ Le projet de Veulettes-sur-Mer prévoyait en effet de racheter l'électricité produite à tarif garanti de 100 euros par MWh, alors que le prix sur le marché de gros est à l'époque de l'ordre de 45 euros. La différence, évaluée à 17 millions d'euros par an sera comblée par le fonds de contribution aux charges de service public de l'électricité, financé par les consommateurs.

³⁵⁹ La disponibilité exprime le temps pendant lequel les machines sont en parfait état de fonctionnement.

³⁶⁰ Avis de la Commission de régulation de l'énergie sur le choix des offres que le ministre délégué à l'industrie envisage de retenir au terme de l'appel d'offres pour des centrales éoliennes en mer, CRE, Paris, 28 juillet 2005.

³⁶¹ Propos de Philippe Beutin, chef du département des énergies renouvelables à l'ADEME, dans <http://www.journaldeenvironnement.net/article/l-eolien-offshore-mal-engage-en-france,11434> Consulté le 29 novembre 2018.

³⁶² Propos du Ministre de l'Industrie François Loos :

http://envlit.ifremer.fr/infos/actualite/2005/lancement_du_premier_parc_francais_d_eoliennes_en_mer

Consulté le 29 novembre 2018.

³⁶³ Entretien avec Jacques Ruer, directeur adjoint Développement des Technologies SAIPEM-SA, 8 novembre 2018.

³⁶⁴ Entretien avec Jean-François Petit, directeur général adjoint du groupe RES, 6 novembre 2018.

Les acteurs du *oil and gas* vont par ailleurs rapidement découvrir que l'offshore éolien avait plus à voir avec l'économie des énergies renouvelables que celle du pétrole. La complexité technique et les difficultés administratives vont entraîner une flambée des coûts qui n'avait pas forcément été anticipée lors du lancement des premiers projets à la fin des années 1990. Pionniers de l'éolien en mer en France au début des années 2000, les acteurs du *oil and gas* vont se retirer rapidement après la déception de l'appel d'offres de 2004, dans une conjoncture économique alors favorable au prix du baril (Figure 25).

« Au début des années 2000, le prix du pétrole était assez bas. Les pétroliers cherchaient comment ils pouvaient se diversifier. Ils se sont alors intéressés à l'offshore. Mais le prix du pétrole a vivement augmenté avec la croissance économique jusqu'en 2007-2008. Le prix du baril est monté jusqu'à 120 dollars. Ils n'avaient plus de raison d'aller vers d'autres activités comme l'éolien en mer. Finalement, les pétroliers ne sont pas restés longtemps et sont rapidement sortis du business [...] Ils ont été déçus aussi par la perspective commerciale de l'éolien offshore, car c'était un marché de niche et un marché subventionné³⁶⁵. »

« Les pétroliers ont vu dans l'éolien offshore une opportunité conjoncturelle. Dans les années 1990, ils y ont vu une opportunité économique et financière mais non stratégique. Ils se sont rapidement retirés de l'éolien offshore car les bénéfices n'étaient pas assez rapides. Dans l'éolien offshore, ils ont compris qu'ils prenaient des risques mais que les retours sur investissement étaient incertains³⁶⁶. »

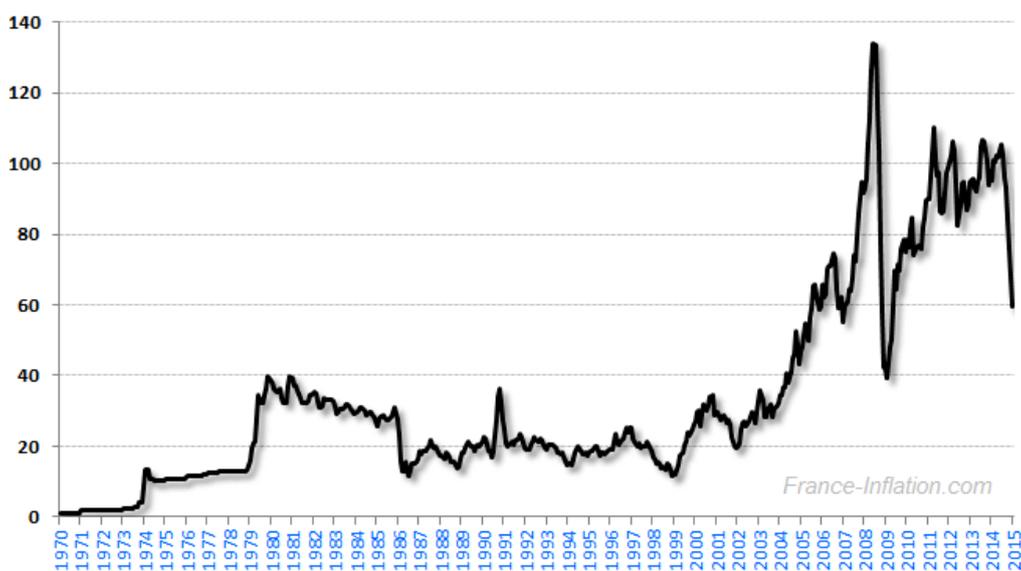


Figure 25. Cours du baril de pétrole en dollars (moyennes mensuelles). Source : *France-Inflation.com*

³⁶⁵ Entretien avec Jean-Michel Germa, Fondateur de La Compagnie du Vent, 17 avril 2017.

³⁶⁶ Entretien avec Christophe Le Visage, Président - Stratégies Mer et Littoral SAS, Chargé de mission au SGMer de 2001 à 2005, puis de 2008 à 2010, 11 mai 2017.

ii. *L'éolien en mer comme innovation sociotechnique.*

A cette non-légitimité technico-économique se sont couplées des controverses liées à l'intégration sociotechnique et territoriale de l'éolien en mer³⁶⁷. Ses spécificités économiques, territoriales et sociotechniques font de cette technologie une innovation radicale, et non pas une simple « marinisation de technologies terrestres » comme un grand nombre d'acteurs pouvaient l'imaginer à l'époque.

L'absence d'un cadre juridique et réglementaire clair n'a en effet pas encouragé la légitimation sociopolitique de la technologie³⁶⁸. L'éolien en mer va connaître une critique globale et multiforme : les résidents ont peur que le paysage soit abimé et que leur propriété perde de la valeur, les pêcheurs s'inquiètent de l'impact sur leurs zones de pêche et les plaisanciers se soucient des zones de navigation³⁶⁹. Les années 2000 sont en effet marquées par une montée en puissance « d'une démocratie technique » marquée par la capacité grandissante de la société à secréter des contre-pouvoirs et à produire des régulations (Barthe *et al.*, 2001 ; Callon, 2006). Il importe donc de raisonner en termes de faisabilité sociotechnique, « expression qui évoque davantage une responsabilité partagée entre l'univers technico-politique et le monde social de l'adoption et de l'usage » (Zelem, 2012). Or, comme le rappelle Jean-Eudes Beuret : « L'éolien en mer suppose un effort spécifique de territorialisation des dynamiques de projets, des technologies et dispositifs d'action, lesquels sont génériques et d'origine « terrestre » » (2016 : 340). « L'épreuve de la territorialisation » (Barbier et Nadaï, 2015) des différents projets est rendue difficile par les problèmes d'acceptabilité qu'ils vont engendrer. Les incertitudes liées au caractère novateur des projets nourrissent les controverses (notamment environnementales), encourageant à rendre le processus d'intégration sociotechnique délicat. « Nous sommes contre ce projet à cet endroit [...] On ne sait pas, non plus, quelles conséquences cela pourrait avoir sur la faune et la flore³⁷⁰ ».

³⁶⁷ Ces controverses sociotechniques doivent être ici réintégréées dans une perspective historique afin de montrer qu'elles n'ont rien d'exceptionnel. Dans son ouvrage *La Révolte luddite : briseurs de machines à l'ère de l'industrialisation*, Kirkpatrick Sale (2006) nous montre par exemple que l'arrivée de la vapeur au début du 19^e siècle en Angleterre s'est traduite par un brusque mouvement de rejet de la part de la population des Midlands composée d'artisans et d'ouvriers.

³⁶⁸ La légitimité sociopolitique peut être définie comme « l'acceptation d'une nouvelle industrie par les différentes parties prenantes à son développement (e.g, grand public, leaders d'opinion, représentants du gouvernement) au regard de certaines normes sociales et juridiques » (Aldrich et Fiol, 1994 : 648).

³⁶⁹ Notons ici que le transport maritime, beaucoup plus puissant, ne s'est pas opposé à ces projets éoliens en mer, notamment du fait qu'il s'agit d'une industrie mondialisée où les expériences favorables d'Europe du Nord étaient connues.

³⁷⁰ Propos de Catherine Paul, conseiller technique du comité régional des pêches, à propos du projet éolien de Saint-Rémy-des-Landes, dans « Portbail : un projet éolien qui divise », *Ouest-France*, 19 février 2004.

L'éolien offshore est une innovation de rupture car il est l'allumette qui a amené à réfléchir à un nouveau cadre réglementaire et juridique de la mer dans un contexte de montée des controverses socio-environnementales. Pour Gérard Montassine, représentant du Comité Régional des Hauts-de-France, « les terriens ont découvert qu'il y avait de nouvelles activités en mer à ce moment-là, avec l'éolien³⁷¹. »



Figure 9. « Presque domptée, l'énergie maritime reste à populariser », *Les Echos*, 10 novembre 2004.

A titre d'exemple, l'éolien marin fera ainsi émerger des problématiques liées aux risques explosifs, des enjeux réglementaires et juridiques qui étaient jusqu'ici méconnus : « On n'a pas la possibilité aujourd'hui de dresser un inventaire exhaustif de ce qui peut se trouver dans les fonds marins en Manche. Donc aujourd'hui, on ne peut pas garantir un assainissement total d'une zone de 74 km²³⁷² ». En citant le journal *Les Echos* en 2004 : « Le littoral, un espace fragile et convoité. L'Etat tente tant bien que mal de concilier des intérêts contradictoires³⁷³ ». Les procédures législatives n'étaient en effet pas construites pour concilier des intérêts divergents, et à ce titre, pas adaptées à un essor rapide de l'éolien offshore en France (Roche, 2007). L'innovation juridico-règlementaire n'a pas été au niveau de l'innovation sociotechnique.

³⁷¹ Entretien avec Gérard Montassine, représentant du Comité Régional des Hauts-de-France, 25 octobre 2018.

³⁷² Propos du préfet maritime au sujet du projet de Tréport, *JT Picardie Soir*, 29 décembre 2006. Source INA.

³⁷³ *Les Echos*, vendredi 3 et samedi 4 décembre 2004.

2. L'éolien en mer pris en otage par le nucléaire ?

Le début des années 2000 est aussi marqué par un « retour en grâce du nucléaire³⁷⁴ ». Le décollage économique des grands pays émergents d'Asie, la hausse des prix du pétrole et la lutte contre les émissions de CO₂ ont favorisé un net regain d'intérêt pour l'énergie nucléaire au tournant des années 2000³⁷⁵. Si l'envolée de l'or noir joue en faveur du développement des énergies renouvelables, il fait aussi le jeu de l'atome.

Comme mentionné dans la loi de finances de 1999 : « Quoiqu'il en soit, le développement des énergies renouvelables ne constituera jamais, à lui seul, une réponse suffisamment globale pour venir concurrencer l'énergie nucléaire, énergie aussi propre que non bruyante et respectueuse des paysages³⁷⁶ ». L'attaque est ici clairement dirigée vers l'énergie éolienne. Si nous pouvons lire dans un rapport parlementaire de 2001 que « les énergies renouvelables suscitent incontestablement en ce début du 20^e siècle de grands espoirs », nous pouvons aussi lire « que s'agissant de la France, leur développement présente moins d'intérêt pour la production nationale d'électricité que pour développer une industrie nationale apte à fournir des marchés étrangers qui, eux, constituent des débouchés de taille pour ces technologies » (Birraux et Le Deaut, 2001 : 87). Entre les lignes, nous comprenons que les énergies renouvelables n'ont pas vocation première à être développées sur le territoire national. La dynamique de l'éolien en mer vient ainsi se heurter à la culture du nucléaire, élément fondamental historiquement construit du système énergétique français. Pour le journal *Le Monde* : « En dépit des volontés affichées de créer une véritable filière d'énergie renouvelable permettant de contribuer à la lutte contre l'effet de serre, la tâche paraît beaucoup plus difficile en France que dans d'autres pays en raison de la prédominance du nucléaire³⁷⁷ ».

A l'occasion de la présentation à la presse du rapport effectué par le parlementaire Jean Besson (UMP) dans le cadre de la préparation de la « loi sur les énergies³⁷⁸ », la ministre Nicole Fontaine se déclarait le 8 octobre 2003 en faveur du lancement de l'EPR, le réacteur de troisième génération, rouvrant le débat sur une possible relance de l'électricité nucléaire en France³⁷⁹, et présenté alors comme le

³⁷⁴ *La Tribune*, 16 mai 2005.

³⁷⁵ « Le péril climatique provoque un regain d'intérêt pour l'énergie nucléaire », *Le Monde*, 23 mars 2005.

³⁷⁶ <http://www.assemblee-nationale.fr/11/budget/plf99/a1116-04.asp> Consulté le 29 novembre 2018.

³⁷⁷ « La monoculture nucléaire pénalise le développement des énergies renouvelables », *Le Monde*, 18 novembre 2000.

³⁷⁸ <http://www.ladocumentationfrancaise.fr/var/storage/rapports-publics/034000591.pdf> Consulté le 29 novembre 2018.

³⁷⁹ « La France tentée par une relance du programme nucléaire », *Le Monde*, 10 octobre 2003.

« véritable enjeu du débat national sur les énergies³⁸⁰ ». Dès lors, l'éolien en mer va se confronter à l'hostilité des défenseurs du nucléaire³⁸¹ qui ont vu une menace à leur développement et vont réagir en inscrivant le nucléaire dans un double discours : un discours environnemental (celui de la décarbonisation) et un discours économique (celui de l'énergie peu chère et productive) : « Sortir du nucléaire c'est augmenter nos émissions de CO₂ de 30% et notre facture énergétique de 40% ! Il y a là une contradiction évidente que ne suffit pas à résoudre la maîtrise de l'énergie ou le développement des énergies renouvelables et dont je déduis une évidence : la France doit veiller à pérenniser sa filière nucléaire³⁸² » ; « Si l'on veut respecter les objectifs du protocole de Kyoto, le nucléaire s'impose comme une source d'énergie incontournable³⁸³ ». On rejoint ici la thèse de Douglas North (2005) pour qui l'encadrement institutionnel tend fortement à protéger la technologie dominante. Si la France fait le choix de poursuivre dans le nucléaire, d'autres pays européens ont de leur côté choisi d'en sortir (la Belgique³⁸⁴ et l'Allemagne³⁸⁵).

De plus, selon un sondage du Centre de recherche pour l'étude et l'observation des conditions de vie (Credoc) réalisé en juin 2003 pour l'Observatoire de l'énergie, 46 % des personnes interrogées trouvent des avantages, et 40 % des inconvénients, au choix du nucléaire pour produire les trois quarts de leur électricité. Les français restaient donc majoritairement pour le nucléaire à cette époque³⁸⁶. Énergie éolienne et énergie nucléaire vont être ainsi continuellement comparées et mises dans une concurrence assumée, notamment en matière de potentiel de production d'électricité (Figure 26).

³⁸⁰ *Le Figaro*, mardi 4 mars 2003.

³⁸¹ Car on entre avec l'éolien offshore dans la gamme du GW, où il n'y a alors que le nucléaire et les centrales à flamme.

³⁸² Déclaration de M. Nicolas Sarkozy, ministre de l'économie, des finances et de l'industrie, sur les orientations de la politique énergétique de la France, à l'Assemblée nationale, le 18 mai 2004.

³⁸³ « Entretien avec le ministre de l'Industrie Patrick Devedjan, alors que les prix de l'énergie prêtent à polémique », *Le Figaro*, lundi 21 mars 2005.

³⁸⁴ L'abandon de l'énergie nucléaire a été décidé en 1999 par le gouvernement (la « coalition arc-en-ciel » rassemblant libéraux, socialistes, et écologistes).

³⁸⁵ Un abandon progressif de l'énergie nucléaire a été décidé par le gouvernement de Gerhard Schröder en 2000.

³⁸⁶ Opinions dans le domaine de l'énergie, enjeux en 2003, publié en octobre 2003, Credoc, Paris.



Figure 26. Comparaison entre la production électrique de la centrale nucléaire de Paluel et le parc éolien offshore de Veulettes-sur-Mer, dans 20h le journal, France 2, 15 septembre 2005. Production, France 2, Paris. Reproduit avec autorisation.

« Le futur parc maritime de Veulettes-sur-Mer devrait alimenter en électricité grâce à un câble sous-marin environ 150 000 personnes. Evidemment, on sera loin de la puissance de la centrale nucléaire de Paluel installée à proximité. 30 milliards de kWh/an pour l'une. 300 millions pour l'autre »

Il est ici important de mentionner que les deux sites comparés sont deux communes limitrophes de Seine-Maritime, en Normandie.

Néanmoins, c'est bien l'équation économique « coût-production » (le MWh nucléaire face au MWh éolien offshore) qui œuvra au processus de non-légitimation économique de l'éolien en mer. Cet argument économique défavorable pour l'éolien en mer fut particulièrement visible dans les médias :

« L'électricité de Veulettes-sur-Mer sera rachetée par EDF, au prix garanti de 100 euros/MWh, alors que le prix du marché n'est que de 45 euros par MWh, la différence étant comblée par le Fonds de contribution aux charges de service public de l'électricité, financé par... les consommateurs³⁸⁷ ».

On peut ici s'étonner, d'un point de vue économique, que le coût du kWh éolien offshore ait été comparé non pas au coût du kWh nucléaire du futur prototype EPR, mais au kWh nucléaire amorti, les réacteurs français ayant été construits dans les années 1970 et 1980. La loi de programmation du 13 juillet 2005 fixant les orientations de la politique énergétique donnera le feu vert au lancement de l'EPR. Le Cotentin est le département qui accueille le réacteur nucléaire. Le territoire abrite déjà une

³⁸⁷ « 300 millions d'euros pour le premier parc éoliennes offshore », *Le Figaro Economie*, 16 septembre 2005.

centrale nucléaire à Flamanville et l'usine de retraitement nucléaire de La Hague. Dans le Cotentin, l'appel d'offres de 2004 et le lancement de l'EPR s'inscrivent donc dans un agenda similaire³⁸⁸ :

« Le Conseil général de la Manche s'oppose à ce projet d'éoliennes en mer. Trop d'incertitude, trop de tracasseries en prévisions. C'est qu'ici on a allié son sort à une industrie nucléaire omniprésente³⁸⁹ » ; « Au nom d'une certaine forme de pragmatisme, et aussi parce que l'atome est désormais inscrit dans les gènes de la région, l'union sacrée s'est faite autour de l'EPR³⁹⁰. »

« L'éolien maritime est encore chez nous en gestation. Ce n'est probablement pas demain que ces éoliennes plantées au large de la Scandinavie essaieront au large des côtes françaises³⁹¹ ». En ce début d'année 2007, l'optimisme bouillonnant (*hype*) du début des années 2000 semble bien lointain (*trough of disillusionment*).

Conclusion

Nous avons pu voir que la mise à l'agenda institutionnel de l'éolien en mer en France s'inscrit dans une conjonction de plusieurs dynamiques qui a nécessité une prise en charge rapide de l'autorité régulatrice. Il apparaît évident aujourd'hui que l'Etat ne s'est pas doté d'outils d'action publique efficaces à l'époque pour légitimer l'éolien en mer et entériner le processus d'institutionnalisation. En ayant plus subi la dynamique de l'éolien offshore qu'il ne l'a véritablement choisie, l'Etat n'a pas assumé son rôle de facilitateur et de « réducteur d'incertitudes » pour favoriser l'émergence de cette filière nouvelle, en se limitant à un rôle régulateur. Le processus de mise en légitimité va être mis à mal par le critère technico-économique et par les controverses sociotechniques que l'action publique ne sait réguler.

« Au départ, ce n'est pas le coût qui tue Veulettes-sur-mer, c'est l'absence d'un contexte réglementaire, fiscal et technico-réglementaire. En 2004, il n'y avait ni planification, ni une volonté marquée de l'Etat pour montrer qu'il voulait développer des projets. Les gens ne voyaient pas la notion de planification positive. Cette non-planification de l'Etat a généré un refus de principe, contribuant à une mauvaise acceptabilité des projets³⁹². »

³⁸⁸ L'année 2004 voit la création dans le département de la Manche de l'association contre les éoliennes en mer (ACLEM), ainsi que l'association pour la promotion du site de Flamanville (PROflam).

³⁸⁹ Le Journal de France 2, 10 décembre 2004. Source INA.

³⁹⁰ « Le nucléaire, et après ? », *L'Express*, 4 octobre 2004.

³⁹¹ JT France 3 Picardie, 03 février 2007.

³⁹² Entretien avec Jean-François Petit, directeur général du groupe Renewable Energy Systems (RES), 6 novembre 2018.

La « délicate migration vers la mer³⁹³ » de l'éolien est ainsi refusée. Sa légitimité n'a pas pu se diffuser au-delà du discours environnemental. L'Etat n'a pas assumé son rôle d'Etat-stratège dans l'organisation de la transition des innovations vers le marché, comme ce fut le cas de l'éolien danois et allemand (Jacobsson et Johnson, 2000) ou avec le solaire japonais (Adamson, 2007). Il est certain que l'échec de ce premier appel d'offre a freiné la « maturation » de l'éolien offshore en France, en empêchant l'amorçage de la courbe d'apprentissage et de la baisse des prix, à l'image des expériences étrangères. Pour une responsable au SER :

« Si ce premier projet sur l'éolien en mer, celui de Veulettes-sur-Mer, avait pu se réaliser, tout aurait changé, complètement [...] On serait aujourd'hui dans une situation différente. On aurait pu démontrer des choses, apporter des preuves [...] On aurait eu un objet visuel en mer qui aurait permis de désacraliser un certain nombre de choses³⁹⁴. »

Cette séquence reste pour autant une phase procédurale pour l'éolien en mer, et à ce titre elle a permis de fixer le cadre initial. L'économiste américain Oliver Williamson (1975) décrit le cycle de vie d'une industrie en retenant trois phases : une phase exploratoire, une phase de développement intermédiaire et une phase de maturité. A ce titre, nous pouvons dire que la séquence 1997-2007 est une phase exploratoire pour l'éolien en mer en France. Ces dix années ont construit le processus de problématisation qui élabore les premières controverses sur l'éolien en mer, c'est-à-dire celles qui anticipent (ou non) les changements dus à l'introduction de la nouvelle technologie. Les autorités publiques, en se saisissant de l'enjeu de l'éolien marin, se sont engagées quoi qu'on en dise dans un processus de découvertes, dont la résolution passe souvent par le recours à la méthode des essais et des erreurs. Le projet de Veulettes-sur-Mer « a servi de cobaye³⁹⁵ » pour mieux comprendre les enjeux et controverses, et ainsi consolider la régulation et le cadre réglementaire de ces nouveaux projets énergétiques. La filière de l'éolien offshore a su tirer les leçons du ratage de l'appel d'offres de 2004 pour peser sur la redéfinition de la politique énergétique à l'occasion du Grenelle de l'environnement en 2007. Si l'appel d'offres de 2004 se limitait à un petit microcosme d'experts, la méthode grenellienne va ouvrir l'enjeu de l'éolien en mer à de nombreux autres groupes d'acteurs (Roche *et al.*, 2017).

Dans la bouche même d'un représentant de l'association France Energie Eolienne :

³⁹³ *Les Echos*, 28 octobre 2004.

³⁹⁴ Entretien avec Marion Lettry, déléguée générale adjointe en charge des filières électriques au SER, le 29 novembre 2018.

³⁹⁵ « L'éolien offshore, l'Arlésienne de Veulettes-sur-Mer », *Libération*, 20 décembre 2010.

« A l'époque, on n'a pas conçu ces projets à la base dans un environnement marin clair [...] On a pensé l'éolien offshore comme de l'éolien que l'on mettait dans l'eau, et non pas comme de l'éolien que l'on mettait dans l'eau avec tous les acteurs de l'économie maritime³⁹⁶ ».

Or comme le rappelle Madeleine Akrich, Michel Callon et Bruno Latour dans leur article *A quoi tient le succès des innovations ?*, « l'innovation c'est l'art d'intéresser un nombre croissant d'alliés qui vous rendent de plus en plus fort » (1988 : 22). La dynamique du maritime et des stratégies de croissance bleue à partir de 2006 vont mettre en synergie les écosystèmes, et institutionnaliser le couplage entre la mer et les énergies renouvelables³⁹⁷. Sept ans après un nouvel appel d'offres d'éolien en mer décevant, la France tente à nouveau l'aventure en lançant un second appel d'offre en 2011. Cette fois-ci les ambitions sont bien plus grandes, puisqu'il s'agit de construire 3 GW dans cinq zones maritimes sélectionnées le 25 janvier à l'issue d'une concertation de deux ans. Un deuxième appel d'offres est lancé dans la foulée en 2013.

« L'appel d'offres de 2004 était tordu, mal fait. Il était fait pour décrédibiliser la filière par la manière dont il a été construit. L'Etat ne savait pas faire. C'est un coup d'essai raté. L'appel d'offres de 2011 est une correction de l'appel d'offres de 2004³⁹⁸. »

Si la première phase (1997-2007) a mis l'éolien offshore dans une impasse, l'appel d'offres de 2011 paraît alors le remettre sur le droit chemin. Toutefois, la communication politique et la dynamique grenellienne a effacé ce qui a été fait auparavant. Aussi, cette séquence questionne le phénomène de résurgence des projets technologiques et de la construction des politiques publiques. Il est en effet intéressant de voir que les projets retenus en 2011 et 2013 sont situés approximativement dans les mêmes zones que ceux de 2004³⁹⁹. Seuls les noms des projets semblent avoir changé, sans doute pour leur donner un caractère actualisé et novateur.

« Dans les discussions qui ont été ouvertes à partir de 2009, on a bien intégré l'appel d'offres de 2004. Il y a une continuité qui ne semble pas forcément évidente. Dans la réalité, ces éléments ont été exploités et pris en compte. Beaucoup de ceux qui étaient autour de la table en 2009 étaient déjà là en 2004. Tout le travail de fond de 2004 sur la concertation, l'identification des besoins et des contraintes réalisées, a été utilisé lors du

³⁹⁶ Entretien avec Matthieu Monnier, Responsable du Pôle Industrie, Offshore, Techniques et Territoires à FEE, 30 novembre 2018.

³⁹⁷ On peut ici noter l'importance de la structuration du Cluster Maritime Français en 2006.

³⁹⁸ Entretien avec Jean-Michel Germa, Fondateur de La Compagnie du Vent, 17 avril 2017.

³⁹⁹ Les six projets, de 500 MW chacun, sont prévus à Courseulles-sur-Mer (Calvados), Fécamp (Seine-Maritime), Saint-Brieuc (Côtes-d'Armor), Saint-Nazaire (Loire-Atlantique), le Tréport (Seine-Maritime) et Yeu/Noirmoutier (Vendée).

Grenelle⁴⁰⁰. »

« Cet appel d'offres de 2004 est le round 0. Pour les rounds 1 et 2, l'Etat a fixé des zones qui étaient déjà travaillées par des opérateurs. C'était une planification inverse. L'Etat a été opportuniste sur le coup. Ce n'est pas lui qui a fait le travail. Ce sont des sites qui ont été déjà travaillés par les développeurs, notamment sur l'acceptabilité⁴⁰¹. »

L'éolien en mer reste en France une énergie expérimentale, au sens où elle doit toujours faire ses preuves. Les difficultés qu'il connaît encore aujourd'hui en France montre que tout n'est pas encore défriché. Les incertitudes institutionnelles n'ont toujours pas été entièrement levées, comme en témoigne la séquence de la remise en question du tarif d'achat de 2011 et 2014⁴⁰². La légitimité de l'industrie reste fragile, celle-ci reposant sur le poids de la commande de la part des pouvoirs publics (via les appels d'offres) et de sa délicate intégration sociotechnique, environnementale et sociale⁴⁰³.

⁴⁰⁰ Entretien avec Éric Banel, Administrateur des Affaires maritimes. Conseiller pour l'Économie maritime et portuaire au SGMer. Conseiller technique (mer et Outre-mer) au cabinet des ministres Jean-Louis Borloo et Nathalie Kosciusko-Morizet, 21 février 2018.

⁴⁰¹ Entretien avec Jean-François Petit, directeur général adjoint du groupe RES, 6 novembre 2018.

⁴⁰² Le gouvernement a déposé en juin 2018 un amendement à l'Assemblée nationale afin de pouvoir renégocier le volet financier des offres retenues dans le cadre des appels d'offres éolien offshore de 2012 et 2014. Les tarifs d'achat passent d'environ 200€ à 150€/MWh.

⁴⁰³ Notons néanmoins des avancées significatives en ce début d'année 2019. Créé par la loi pour une société de confiance (loi Essoc) et publié au *Journal officiel* le 23 décembre 2018, le « permis enveloppe » doit par exemple simplifier et accélérer les procédures des projets énergies marines. In fine, le coût des parcs éoliens devrait être réduit, car de nombreux risques seront levés pour les porteurs de projets. Les pouvoirs publics prendront à leur charge certaines études préalables et lanceront la concertation sur la zone d'implantation du futur projet, et non sur le projet lui-même. Ce qui réduira les délais d'obtention des autorisations par les lauréats désignés par appel d'offres. Le futur projet de Dunkerque sera le premier à pouvoir bénéficier de ce dispositif.

Références

Adamson Kerry-Ann, 2007, *Stationary Fuel Cells : An Overview*, Elsevier, Oxford.

Akrich Madeleine, Callon Michel, Latour Bruno, 1988, « A quoi tient le succès des innovations ? 1 : L'art de l'intéressement ; 2 : Le choix des porte-parole ». *Gérer et Comprendre, Les Annales des Mines*, pp. 4-17.

Aldrich Howard E., Fiol C. Marlene, 1994, "Fools Rush in The Institutional Context of Industry Creation". *Academy of Management Review*, 19, pp. 645-670.

Barbier Rémi, Nadaï Alain, 2015, « Acceptabilité sociale : partager l'embarras », *Vertigo - la revue électronique en sciences de l'environnement* [En ligne], Volume 15 Numéro 3 | décembre 2015, mis en ligne le 28 décembre 2015, consulté le 17 août 2018. URL : <http://journals.openedition.org/vertigo/16686> ; DOI : [10.4000/vertigo.16686](https://doi.org/10.4000/vertigo.16686)

Barthe Yannick, Callon Michel, Lascoumes Pierre, 2001, *Agir dans un monde incertain. Essai sur la démocratie technique*, Paris, Le Seuil.

Besson Jean, 2003, *Une stratégie énergétique pour la France*, Ministère de l'industrie, La Documentation française, Paris.

Beuret Jean-Eudes, 2016, « La confiance est-elle négociable ? La construction d'un intérêt général territorialisé pour l'acceptation des parcs éoliens offshore de Saint Brieuc et Saint Nazaire », *Géographie, économie, société*, vol. 18, no. 3, pp. 335-358.

Birraux Claude, Le Deaut Jean-Yves, 2001, Rapport sur l'état actuel et les perspectives techniques des énergies renouvelables, *Les Rapports de l'OPECST*, Assemblée nationale/Sénat, Paris, 348p.

Bocquillon Pierre, Aurélien Evrard, 2016, « Rattraper ou devancer l'Europe ? Politiques françaises des énergies renouvelables et dynamiques d'eupéanisation », *Politique européenne*, vol. 52, no. 2, pp. 32-56.

Bonduelle Antoine, Lefevre Mathias, 2003, « EOLE ou PLUTON ? », *Débat sur l'Energie et les Tensions Environnementales*, Rapport commandité par GreenPeace, 34p.

Bouchard Julie, 2008, *Comment le retard vient aux Français. Analyse d'un discours sur la recherche, l'innovation et la compétitivité 1940-1970*, Septentrion, Paris.

Callon Michel, 2006, « Pour une sociologie des controverses technologiques », dans Akrich Madeleine, Callon Michel et Latour Bruno, *Sociologie de la traduction. Textes fondateurs*, Les Presses de l'École des Mines, pp. 135-157.

Campana Aurélie, Henry Emmanuel, Rowell Jay, 2007, *La construction des problèmes publics en Europe. Emergence, formulation et mise en instrument*, Presses universitaires de Strasbourg.

Chataignier Stéphane, Jobert Arthur, 2003, « Des éoliennes dans le terroir. Enquête sur « l'inacceptabilité » de projets de centrales éoliennes en Languedoc-Roussillon », *Flux*, vol. 54, no. 4, pp. 36-48.

Cochet Yves, 2001, Stratégie et moyens de développement de l'efficacité énergétique et des sources d'énergie renouvelables en France : rapport au Premier ministre, *La Documentation française*, Collection des rapports officiels, Paris.

Dauvin Jean-Claude, Lozachmeur Olivier, 2006, « Mer côtière à forte pression anthropique propice au développement d'une gestion intégrée : exemple du bassin oriental de la Manche (Atlantique Nord-Est) », *Vertigo - la revue électronique en sciences de l'environnement* [En ligne], Volume 7 Numéro 3 | décembre 2006, mis en ligne le 21 décembre 2006, consulté le 19 novembre 2018. URL : <http://journals.openedition.org/vertigo/1914> ; DOI : [10.4000/vertigo.1914](https://doi.org/10.4000/vertigo.1914)

Dupilet Dominique, 2001, Le Règlement des conflits d'usage dans la zone côtière entre pêche professionnelle et autres activités, Rapport pour Premier ministre, La Documentation française, 62p.

European Wind Energy Conference, 1999, *Wind energy for the next millennium : proceedings of the European Wind Energy Conference*, Nice, France, 1-5 March 1999, Routledge, London, 1280p.

Gilbert Claude et Emmanuel Henry, 2012, « La définition des problèmes publics : entre publicité et discrétion », *Revue française de sociologie*, vol. 53, no. 1, pp. 35-59.

Guigner Sébastien, 2013, « Gouverner par la comparaison : usages et mésusages des comparaisons internationales des systèmes de santé », *Quaderni*, 82, pp. 27-38.

Grubb Michael et Vigotti Roberto, 1997, *Renewable Energy Strategies for Europe*, Vol. II, Electricity Systems and Primary Energy Sources, London: Earthscan.

Hassenteufel Patrick, 2005, « De la comparaison internationale à la comparaison transnationale », *Revue française de science politique*, vol.55, n.1, pp.113-132.

Henderson Andrew R., Morgan Colin, Smith Bernie, Sørensen, Hans C., [Barthelmie, Rebecca J.](#), Boesmans Bart, 2003, "[Offshore wind energy in Europe - A review of the state-of-the-art](#)", *Wind Energy*, vol 6, pp. 35-52.

Institut français de l'environnement (IFEN), 2001, Electricité d'origine renouvelable : ressources et enjeux pour la France, *Les données de l'Environnement*, n.66, mai 2001.

Institut français de l'environnement, (IFEN), 2002, « Les attentes des Français en matière d'environnement », *Les données de l'Environnement*, n.74, mai-juin 2002.

Jacobsson Staffan, Johnson Anna, 2000, "The diffusion of renewable energy technology : an analytical framework and key issues for research" , *Energy Policy*, 28, pp. 625-640.

Jacquot Sophie et Woll Cornelia, 2004, « Usages et travail politiques : une sociologie compréhensive des usages de l'intégration européenne », dans *Les usages de l'Europe. Acteurs et transformations européennes*, Paris, L'Harmattan, pp. 1-29.

Jullien Bernard, Smith Andy, 2012, « Le gouvernement d'une industrie. Vers une économie politique institutionnaliste renouvelée », *Gouvernement et action publique*, vol. 1, no. 1, pp.103-123.

Laali Ali-Reza, Benard Michel, 1999, "French wind power generation programme EOLE 2005 Results of the first call for tenders", *Renewable Energy*, Volume 16, Issues 1-4, January-April 1999, pp. 805-810.

Laurans Yann, Dubien Isabelle, 2000, *Nature et place des arguments sanitaires dans les négociations autour des implantations d'incinérateurs*, Rapport ASca pour l'ADEME, Paris.

Padioleau Jean-Gustave, 1982, *L'Etat au concret*, Presses universitaires de France, Paris.

Philippe Robert, 1980, *L'Energie au Moyen-Age*, Thèse de doctorat d'État sous la direction de Michel Mollat du Jourdin, ronéotypée, Université Paris-Sorbonne.

Poupeau François-Mathieu, 2013, « Quand l'État territorialise la politique énergétique. L'expérience des schémas régionaux du climat, de l'air et de l'énergie », *Politiques et management public* [En ligne], Vol 30/4 | 2013, mis en ligne le 09 avril 2016, consulté le 14 août 2018. URL : <http://journals.openedition.org/pmp/6830>

Nadaï Alain, Labussière Olivier, 2014, « Recomposer la mer pour devenir offshore : le projet éolien de Veulettes-sur-Mer », *Natures Sciences Sociétés*, vol.22, no. 3, pp. 204-218.

Neveu Erik, 1999, « L'approche constructiviste des « problèmes publics ». Un aperçu des travaux anglo-saxons », *Études de communication*, 22, pp. 41-58.

North Douglass, 2005, *Le processus de développement économique*, Editions d'Organisation, Paris.

Reyne Maurice, 2009, *Les énergies : comparaisons techniques et socio-économiques*, Paris : Hermes : Lavoisier.

Roche Catherine, 2007, Et pourtant, elles tournent : la réglementation applicable aux éoliennes offshore, *AJDA*, p. 1785.

Roche Sylvain, Le Visage Christophe, Smith Andy, « Faire des énergies marines renouvelables la vitrine médiatique d'une ambition politique : le cas du grenelle de la mer et du plan énergies bleues », Présentation lors du colloque IDMeR 2017 *Discours sur la mer, résistance des pratiques*, Université de Bretagne Occidentale, 23-24 novembre 2018. Article en cours de publication dans le cadre des actes du colloque.

Sale Kirkpatrick, 2006, *La Révolte Luddite : Briseurs de machines à l'ère de l'industrialisation*, Editions L'échappée, Paris.

Secrétariat Général de la Mer, 2002, *Energie éolienne en mer : recommandations pour une politique nationale*, *La Documentation française*, 89p.

Spencer Jennifer W., 2005, "How governments matter to new industry creation", *The Academy of Management Review*, 30 (2), pp. 321-337.

Syndicat des Energies Renouvelables (SER), 2004, *Donner un nouveau souffle à l'éolien terrestre, développement de l'éolien terrestre en France*, Boston Consulting Group, juin 2004.

Williamson Oliver, 1975, *Markets and Hierarchies: Analysis and Antitrust Implications*, *The Free Press*, New York.

Zelem Marie-Christine, 2012, « Les énergies renouvelables en transition : de leur acceptabilité sociale à leur faisabilité sociotechnique », *Revue de l'Energie*, décembre 2012.

Chapitre 5 - Faire des énergies marines renouvelables la vitrine médiatique d'une ambition politique : le cas du Grenelle de la mer et du plan « énergies bleues »⁴⁰⁴

Marine renewable energies as the showcase of a political ambition : the case of the "Grenelle de la mer" and the "blue energies" scheme

Sylvain ROCHE, Doctorant CIFRE à la Région Nouvelle-Aquitaine, rattaché au laboratoire de sciences économiques GREThA (CNRS UMR 5113), Université de Bordeaux. sylvain.roche@u-bordeaux.fr

Christophe LE VISAGE, Expert en stratégies et politiques maritimes et littorales - Stratégies Mer et Littoral SAS. christophe.le.visage@gmail.com

Andy SMITH, Directeur de recherche à la Fondation Nationale des Sciences Politiques, Chercheur au Centre Emile Durkheim (CNRS UMR 5116), Science-Po Bordeaux. a.smith@sciencespobordeaux.fr

Résumé

Le Grenelle de la mer se donne comme objectif de compléter les engagements du Grenelle de l'environnement en contribuant à la définition d'une stratégie nationale pour la mer et le littoral. Il représente alors une opportunité de renforcer la place de la mer dans les stratégies de recherche et d'innovation pour le développement durable des espaces maritimes de la métropole et de l'Outre-mer français. Cette ambition aboutit à un plan se voulant ambitieux pour le développement des énergies marines renouvelables (EMR) en France, le Plan Energies Bleues, qui inscrit ces technologies au sein d'un récit collectif qui est celui d'une (re)découverte de l'océan. Le Grenelle de la mer se veut ainsi la locomotive de l'ambition maritime de la France où la filière EMR fait figure de vitrine. Cette publicisation des énergies marines est au cœur de notre étude : pourquoi cette filière jusqu'ici à la marge s'est-elle retrouvée comme une des vitrines du Grenelle de la mer ? Pourquoi toute cette mobilisation a-t-elle débouché sur si peu de choses en termes d'action publique concrète ?

⁴⁰⁴ Cet article a été présenté lors du colloque « Discours sur la mer, résistances des pratiques » organisé à l'Université de Bretagne Occidentale (UBO). <https://www.univ-brest.fr/hcti/menu/Actualites/Archives/Discours-sur-la-mer-Resistances-des-pratiques>. Il est actuellement en cours de publication dans les actes du colloque aux Presses universitaires de Rennes (PUR) sous la direction d'Yvonne Bouvet et Kimberley Page-Jones (UBO).

Introduction

Les années 2000 sont marquées par l'émergence d'une nouvelle politisation de la mer à l'échelle internationale. La mondialisation et la raréfaction des ressources terrestres amènent à une transformation de la géopolitique des océans et à une meilleure prise en compte du « fait maritime » (Cicin-Sain et Knecht, 2000 ; Saliou, 2012 ; Mazé *et al.*, 2015). La mer devient un élément stratégique d'un point de vue halieutique, militaire et commercial (référentiels classiques) mais aussi écologique et énergétique (référentiels modernisateurs)⁴⁰⁵.

Porté en juillet 2009 par le ministre de l'écologie Jean-Louis Borloo, le Grenelle de la mer se présente comme une réponse politique à cette « marinisation » du monde, à ce basculement de la terre vers la mer. Réunissant des représentants de l'État, des collectivités territoriales, des grands acteurs de l'économie maritime et de la société civile, il devait « définir une feuille de route en faveur de la mer, du littoral et de la promotion des activités maritimes dans une perspective de développement durable ». Un « Livre Bleu des engagements du Grenelle de la mer » synthétise les propositions retenues. Emerge alors un ambitieux Plan Energies Bleues devant faire de la France « le leadership des énergies marines⁴⁰⁶ ». Dans une période où le Grenelle de l'environnement est présenté comme le « nouveau parangon de la négociation » (Barbet, 2010 : 188), cette séquence axée sur les enjeux maritimes, tient à la fois d'un instrument de légitimation d'une politique publique et d'un outil communicationnel co-construit par des groupes d'intérêts et des « médiateurs » (Jobert et Muller, 1987) de l'action publique. Cette portée symbolique passe par un discours ambitieux face à l'identification d'un problème qui est celui d'une non-mise en valeur des atouts français dans le champ maritime auquel l'action publique doit apporter une réponse.

En termes de déclencheur d'innovations institutionnelles, les énergies marines renouvelables (EMR) participent au premier plan à ce changement de réflexion au sujet de la mer. Elles sont alors un domaine nouveau pour l'action publique. Les représentations des enjeux sont incertaines, la légitimité des acteurs floue, les échelles d'intervention contestées et les manières de faire restent à inventer. Les énergies marines concernent en effet plusieurs secteurs de politiques publiques : la mer, le transport, l'énergie. A ce titre, elles nécessitent de prendre en compte les transversalités des politiques publiques

⁴⁰⁵ Pour Bruno Jobert et Pierre Muller (1987), la dynamique fondamentale à la source des changements de politiques publiques proviendrait des relations que le référentiel global entretient avec les référentiels sectoriels (rapport global-sectoriels). Pierre Lascoumes et Patrick Le Gales (2007 : 55) rajoutent que « le changement de référentiel est un réalignement d'un référentiel sectoriel en décalage par rapport à un référentiel global en évolution. »

⁴⁰⁶ Propos de Jean-Louis Borloo, dans Radio France Internationale, le 11 juillet 2009.

(*cross-cutting*), en remettant en cause les frontières historiquement constituées des secteurs d'action publique. Par rapport aux thèmes classiques, les énergies marines ont l'avantage d'ouvrir un champ totalement nouveau pour un sujet, la mer, abordé jusque-là en France essentiellement du point de vue de la défense, la sécurité, la sûreté, la pêche et le transport, et plus récemment l'environnement. Il s'agit en France en 2009 d'un champ économique complètement nouveau.

Néanmoins, ces nouvelles énergies vont parfaitement s'inscrire dans cet imaginaire collectif de (re)découverte des océans en y ajoutant le projet de transition énergétique. Le développement des EMR a en effet tout pour plaire. Il est en phase avec le discours de l'Union européenne sur les « trois 20 % en 2020⁴⁰⁷ », les objectifs de la loi Grenelle visant les 23 % de production électrique renouvelable en 2020, tout en proposant un projet industriel anti-crise. Les EMR vont ainsi institutionnaliser le couplage entre deux référentiels jusqu'ici distincts, celui de la mer et des énergies renouvelables.

Pour autant, la combinaison des déclencheurs qui a amené les EMR à être sur le devant de la scène lors de ce Grenelle reste complexe. Plusieurs référentiels (Jobert et Muller, 1987) s'emboîtent dans cette mise à l'agenda et constituent l'énigme de notre étude : pourquoi cette filière jusqu'ici à la marge s'est-elle retrouvée comme une des vitrines du Grenelle de la mer ? Pourquoi toute cette mobilisation a-t-elle débouché sur si peu de choses en termes d'action publique concrète ? Pour répondre à ces questions, nous verrons d'abord que la mise sur agenda s'opère dans un contexte particulier (Grenelle de l'environnement, politisation de l'enjeu maritime...) qui ouvre une fenêtre d'opportunité pour les énergies marines et ses acteurs promotionnels. Nous reviendrons dans un second temps sur les modalités de construction du Plan Energies Bleues et verrons pourquoi et comment la filière énergies marines a figuré comme l'une des vitrines de ce Grenelle⁴⁰⁸.

Sur un plan méthodologique, ce travail s'appuie sur une série d'entretiens semi-directifs réalisés auprès des acteurs de la mer (d'organismes publics, de services de l'État, de collectivités territoriales, d'associations, de bureaux d'étude et de développeurs d'énergies marines), articulés avec un travail d'observations et l'analyse de sources primaires (archives, notes, rapports, documents internes), de sources médiatiques (de presse et audiovisuelles) et de sources trouvées sur la toile.

⁴⁰⁷ Diminuer de 20 % les gaz à effet de serre, améliorer de 20 % l'efficacité énergétique et atteindre 20 % d'énergies renouvelables.

⁴⁰⁸ Pour des raisons de publication, nous traiterons ici uniquement des dynamiques conjoncturelles (celles à partir de 2007).

Section 1 : Faire monter les énergies marines à Paris

1. *L'impulsion du Grenelle de l'environnement*

L'élection présidentielle de 2007 constitue « un tournant politique majeur pour la stratégie nationale de développement durable » (Baechler, 2009 : 50) en donnant de la visibilité aux questions environnementales au sein de l'agenda politique (Halpern, 2012). Lancé le 6 juillet 2007, le Grenelle de l'environnement devait définir de nouvelles actions pour assurer un développement durable en France. « Evènement majeur » (Boy, 2010 : 324) du quinquennat, le « Grenelle » marque une volonté de rupture en matière de politique énergétique.

« De la même façon que nous avons le programme national nucléaire, qui a été lancé en 1974 pour réduire notre dépendance énergétique, je veux engager un programme national des énergies renouvelables, avec la même ambition. Nous voulons faire de la France le leader des énergies renouvelables, au-delà de l'objectif européen de 20% de notre consommation d'énergie en 2020⁴⁰⁹. »

Un an plus tard, en novembre 2008, Jean-Louis Borloo présente le plan national de développement des énergies renouvelables de la France qui se donne pour objectif de faire passer la part des énergies renouvelables dans la consommation finale d'énergie de 10,3 % en 2005 à 23 % en 2020. Ce plan confirme l'investissement prévisionnel d'un milliard d'euros pour la recherche dans le domaine du développement durable, dont 400 millions pour des projets de recherche via un fonds de soutien aux démonstrateurs industriels.

Bien que les enjeux liés à la mer et au littoral n'aient pas fait initialement l'objet d'un projet spécifique dans le Grenelle de l'environnement, les groupes de travail et les réunions tenues en régions mettent en évidence l'importance des enjeux économiques liés à la mer, notamment dans le champ des énergies marines. Pour les promoteurs des énergies marines, il s'agit alors de « remettre la mer au cœur des priorités du Grenelle de l'environnement⁴¹⁰ ». A ce titre, le conseil général du Finistère, la région Bretagne et Brest Métropole Océane profitent d'une version délocalisée du Grenelle de l'environnement à Brest (dit le « Grenelle de l'environnement du Grand Ouest ») en octobre 2007 pour mettre en avant leur souhait de vouloir créer un Centre de Recherches, d'Etudes et d'Essais sur les énergies marines (CREEMAR) à Brest « qui aurait pour vocation de soutenir le développement d'une

⁴⁰⁹ Discours du Président Sarkozy à l'issue du Grenelle de l'environnement, 25 octobre 2007. <http://discours.vie-publique.fr/notices/077003284.html> Consulté le 22 mars 2019.

⁴¹⁰ Jean-Guy Le Floch, « Environnement : les propositions des Bretons », Ouest-France, 17 octobre 2007.

filière française « énergies marines »⁴¹¹. La venue du ministre Jean-Louis Bolo à la 2^e conférence internationale sur les EMR à Brest (*International Conference on Ocean Energy*) en octobre 2008 dans une dynamique post-Grenelle apparaît ici comme une nouvelle « fenêtre de tir » pour les acteurs bretons⁴¹². Néanmoins, si le Grenelle de l'environnement a été perçu alors comme une réussite pour les acteurs des énergies renouvelables (notamment les acteurs de l'éolien offshore), il reste une occasion manquée pour les acteurs de l'économie maritime. Il n'a pas permis l'institutionnalisation du couplage entre mer et énergies renouvelables dans le cadre d'une grande séquence politico-médiatique. Le sentiment d'une occasion ratée domine chez les acteurs, comme le souligne Francis Vallat, responsable du Cluster maritime français (CMF) : « L'Etat a fait quelques avancées avec le Grenelle de l'environnement. Ces avancées doivent être précisées. Elles sont insuffisantes. On a encore un environnement juridique trop proche du terrestre et pas assez proche des problématiques juridiques maritimes⁴¹³ ».

Dans cette dynamique de frustration post-Grenelle, les groupes d'intérêt profitent des 3^{èmes} Assises de l'économie de la mer en décembre 2007 pour questionner le manque d'ambition de la politique maritime gouvernementale (« Où est la mer dans l'Etat ? »⁴¹⁴) par rapport aux promesses du candidat Nicolas Sarkozy. Le retard français en matière d'énergies marines est ainsi souligné alors que « la France a pourtant tous les atouts⁴¹⁵ ». A la suite du Grenelle de l'environnement, le Ministère de Jean-Louis Borloo met en place 33 « COMités OPérationnels » (COMOP) travaillant à l'élaboration de deux lois « Grenelles de l'Environnement ». Cette dynamique de frustration post-Grenelle va être reprise par ces COMOP via l'ingénierie institutionnelle en encourageant la création de 4 groupes de travail spécifiques autour des enjeux littoraux et maritimes : « énergies renouvelables », « Outre-mer », « recherche », « mer et littoral ». Ces COMOP poursuivent ainsi la dynamique maritime nationale qui était déjà bien visible à partir de 2006 par l'intermédiaire du *Rapport Poséidon* (Pujol et al., 2006). Les travaux du COMOP12 « gestion intégrée de la mer et du littoral » vont « confirmer l'urgence de repenser la gestion de la mer et du littoral dans une approche véritablement intégrée⁴¹⁶ » en soulignant que « les activités de production d'énergie (éolien, hydrolien...) sont encore peu développées, mais les projets sont nombreux ; là aussi, il apparaît indispensable pour maîtriser les impacts éventuels de développer une vision stratégique intégrée avec celle des autres activités ».

⁴¹¹ Les Echos du Pôle-Mer Bretagne, juin 2008, p.3.

⁴¹² Entretien avec Patrick Poupon, Directeur du Pôle Mer Bretagne, 20 décembre 2017.

⁴¹³ Propos de Francis Vallat dans « L'Invité du Soir », *Radio France International*, 16 octobre 2008.

⁴¹⁴ Discours de Francis Vallat, 3^e Assises de l'économie de la mer, 13 décembre 2007, Marseille.

⁴¹⁵ Propos de Jean-Yves Perrot, PDG de l'IFREMER dans « Sarkozy a promis, le monde maritime impatient », *Ouest-France*, 14 décembre 2007.

⁴¹⁶ Grenelle de l'environnement Rapport du Comité Opérationnel n°12 « Gestion intégrée de la mer et du littoral » Juillet 2008, p.3.

En mars 2009, une concertation est ouverte autour de l'éolien offshore dans le cadre du projet de loi Grenelle 2 pour une simplification des procédures d'urbanisme. Jean-Louis Borloo demande la mise en place, pour chaque façade maritime, d'une instance de concertation et de planification, qui doit identifier les zones propices au développement de l'éolien en mer au regard des différentes contraintes. Cette concertation doit s'inscrire dans la continuité du plan de développement des énergies renouvelables présenté en novembre 2008, qui vise une capacité de 5 000 à 6 000 MW en 2020, mais qui n'avait pas été très précis sur les énergies marines comme le confirme l'ancien chef de mission énergie de la Région Bretagne : « Entre 2005 et 2008, le volet maritime n'est pas vraiment entré dans le dur au-delà des groupes d'intérêt. L'élément central qui a fait entrer la politique maritime c'est quand l'Etat a souhaité réaliser une planification territoriale sur l'éolien offshore posé⁴¹⁷ ».

2. Le Grenelle de la mer comme réponse politique à un besoin de mer

« C'est la mer qui sauvera la terre ». C'est par cette phrase que Jean-Louis Borloo lance le 27 février 2009 le « Grenelle de la mer » qui réunit, au sein de quatre groupes de travail, les cinq collèges concernés - Etat, élus, partenaires sociaux (employeurs et salariés) et associations de protection de l'environnement - ainsi que des personnes morales associées et des personnalités qualifiées. Cette instance est une réponse politique à ce besoin de mer exprimé par les groupes d'intérêts : « Il y a eu le Grenelle de l'environnement et après le PDG de l'IFREMER a souligné le sujet auprès de Jean-Louis Borloo en disant qu'il n'y avait pas eu le volet mer. Le Grenelle de la mer est venu pour boucher le trou⁴¹⁸ ». Pour le ministre Jean-Louis Borloo : « C'est complémentaire du Grenelle de l'environnement. Quand on a fait le Grenelle, on a constaté que tous les acteurs ont voulu aller beaucoup plus loin sur la mer⁴¹⁹. »

L'ouverture d'une fenêtre d'opportunité politique au niveau national permet de comprendre ce lancement d'un Grenelle de la mer. Par définition, parler de Grenelle c'est faire « référence à un événement fondateur » (Barbet, 2010 : 11) représenté par les « accords » de Grenelle de 1968, qui « permet de donner une portée symbolique bien plus grande à la fois en terme d'importance de l'évènement et d'ouverte démocratique » (Barbet, 2011 : 39). Aussi, le Grenelle de la mer s'inscrit dans une stratégie de communication événementielle (Boistel, 2005). Selon Babkine et Rosier (2011 : 2), « il s'agit d'informer, de rassembler, de fédérer autour d'un élément quel qu'il soit, par le biais d'un

⁴¹⁷ Entretien avec Ferdinand Costes, Chef de la mission énergie du conseil Régional de Bretagne, 31 novembre 2017.

⁴¹⁸ Entretien avec Michel Paillard, Ingénieur retraité à IFREMER, 07 février 2017.

⁴¹⁹ Propos de Jean-Louis Borloo dans le 13h le journal, France 2, 27 février 2009. Source INA.

événement. Cette action de communication ponctuelle est destinée à marquer les esprits dans un but précis et déterminé par le commanditaire (personne morale ou physique). »

D'un point de vue politique, le lancement de ce « Grenelle 3⁴²⁰ » est un marqueur fort qui permet à Jean-Louis Borloo de légitimer sa position de leadership de l'écologie de droite en se présentant comme le porte-parole unique sur les sujets maritimes, et ainsi s'imposer par-dessus le Premier ministre sur un sujet interministériel. Il s'inscrit dans une logique symbolique de conforter son identité politique en s'affirmant comme un « super-ministère » (Laville, 2010). « Ce ministère n'est pas simplement un regroupement ou un super ministère, c'est une façon d'organiser la puissance publique pour placer le développement durable au cœur de nos priorités⁴²¹. » Divers groupes d'intérêt ont vu cette fenêtre d'opportunité avec la nomination d'un ministre d'État, ministre de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de la Mer, chargé des technologies vertes et des négociations sur le climat. Celui-ci revendique dans sa trajectoire politique une image d'homme modernisateur, créatif et hyperactif, avec un profil visionnaire, rassembleur et profondément écologique⁴²² :

« Jean-Louis Borloo avait vraiment une idée de la mer. C'est un sujet en lequel il croit énormément. Il disait toujours qu'il y avait deux sujets d'avenir pour l'humanité : la mer et l'Afrique. Cela revenait systématiquement. Le lancement du Grenelle de la mer est un choix personnel⁴²³ ».

L'intérêt des Français pour l'environnement est confirmé par la percée historique des écologistes (16,3% pour Europe Écologie et 3,6% pour l'Alliance écologiste indépendante) aux élections européennes de juin 2009. La mer a en effet beaucoup d'arguments à faire valoir dans une période où le « vert » a politiquement le vent en poupe. Ces nouveaux chantiers constituent dès lors un sujet idéal pour favoriser la visibilité de l'action du Ministre et son discours lyrique d'homme fort de l'écologie politique : « On est à un moment important dans l'histoire de l'humanité [...] La Terre ne suffira pas à sauver la Terre [...] On va consacrer cette décennie à la mer⁴²⁴ ».

⁴²⁰ Propos du journaliste Olivier Galzi, dans les 4 Vérités, France 2, 09 juin 2009. Source INA.

⁴²¹ « Un ministère XXL pour Jean-Louis Borloo », *Le Monde*, 29 juin 2007.

⁴²² Jean-Louis Borloo a fondé en 1990 Génération Ecologie avec Brice Lalonde et Daniel Cohn-Bendit. Ministre délégué à la ville et à la rénovation urbaine en 2002, puis ministre du travail en 2005, il s'engage dans un plan dit de « cohésion sociale » (plan Borloo) ayant pour objectif de faire passer le chômage de 10 % à moins de 8 %.

⁴²³ Entretien avec Éric Banel, Administrateur des Affaires maritimes. Conseiller pour l'Économie maritime et portuaire au SGMer. Conseiller technique (mer et Outre-mer) au cabinet des ministres Jean-Louis Borloo et Nathalie Kosciusko-Morizet, 21 février 2018.

⁴²⁴ Jean-Louis Borloo, « Déclaration pour les 25 ans de l'IFREMER à Brest », *Ouest-France*, 08 juin 2009.

Section 2 : Un nouvel imaginaire collectif sans instruments d'action publique

La nouvelle politique de la mer se lance avec une forte dimension symbolique portée par une séquence politique qui se veut fondatrice. Toutefois, celle-ci ne s'accompagne pas d'une feuille de route et d'instruments d'action publique puissants et pertinents, le changement politique induit reste donc fort modeste.

1. *Energie et mer au cœur d'une représentation symbolique*

Les EMR vont symboliser cette recherche de rupture qui était l'objectif intrinsèque du Grenelle de la mer. Victor Scardigli (1992 : 35) nous rappelait que « dans les premiers temps de sa diffusion, toute nouvelle vague d'innovation conjugue indissociablement le symbolique et l'opérationnel. » A ceci David Bailleul (2010 : 18) ajoute qu'« à toute énergie il faut une imagination ». Le Grenelle de la mer attribue ainsi une fonction d'usage aux énergies marines (production d'électricité) ainsi qu'une fonction politique (personnifier ce nouveau paradigme maritime que la France souhaite incarner). Il s'inscrit en effet dans un imaginaire marin (Roux, 1997) où s'exerce un véritable « émerveillement pour le potentiel de la mer⁴²⁵ », l'océan devenant en ce début du XXI^e siècle un vivier de promesses nouvelles, un « nouvel Eldorado⁴²⁶ » à conquérir.

Plusieurs auteurs ont montré qu'un tel type de récit, dans le cas des sciences et des technologies émergentes comme les nanotechnologies ou la biologie de synthèse, est amené à jouer un rôle si central qu'il n'est pas exagéré de parler de la constitution d'une « économie de la promesse » (Joly, 2005). Aussi, les énergies marines auraient incarné lors de ce Grenelle cette nouvelle économie maritime de la promesse. A travers des discours adaptés aux médias de masse, la production d'une « communication promettante » (Quet, 2012) autour des nouveaux enjeux maritimes fait des énergies maritimes l'une des vitrines médiatiques de ce Grenelle.

« Pour les médias, les énergies marines ont permis de mettre une image à ce Grenelle. Il prend forme. C'est plus facile pour eux de parler d'énergie plutôt que de parler des résultats moléculaires sur les visuels. C'est du concret [...] Les EMR ont permis de répondre facilement à l'énorme besoin de communication de ce Grenelle. Elles ont vulgarisé des échanges qui étaient souvent très techniques, très politiques, très corporatistes selon les cas, qui ne sont pas forcément intelligibles au grand public⁴²⁷ ».

⁴²⁵ Propos du journaliste d'Axel de Tarlé, dans l'émission C dans l'air, diffusée le 18 août 2011. Source INA.

⁴²⁶ « La mer, le nouvel Eldorado », *La Croix*, 16 mars 2009.

⁴²⁷ Entretien avec Christian Buchet, Secrétaire Général du comité national de suivi du Grenelle de la mer, 25 septembre 2017.

En témoigne un sondage publié dans le cadre du Grenelle de la mer qui révélait que les Français étaient préoccupés par l'état de l'océan mondial. 89% des Français interrogés souhaitait alors qu'on développe les énergies renouvelables maritimes et les biotechnologies avec des produits issus de la mer comme les algues⁴²⁸.

Cette source d'émerveillement s'inscrit dans une trajectoire historique ancienne dans laquelle la mer a toujours été « porteuse de phantasmes » (Corbin et Richard, 2011). On trouvait déjà au XIX^e siècle le début de ce que l'on nomme en anglais, le « *sense of wonder* », c'est-à-dire le sens du prodige, du merveilleux, du surprenant. Cette perception se teinte d'une part d'euphorie, n'osant pas dire d'utopie, tant les océans génèrent un imaginaire riche et profond. Cet imaginaire collectif foisonnant fait que les énergies ont été institutionnellement présentées comme des « technologies salvatrices » (Bihouix, 2017) pour résoudre le grand défi énergétique du XXI^e siècle. En citant Alain Gras (2006 : 328) : « c'est en effet le privilège des discours d'institutions que d'abreuer en symbolique la technique ». C'est ce que fait Jean-Louis Borloo :

« Les océans, c'est notre vie, c'est une richesse [...] Les océans c'est toute la richesse énergétique⁴²⁹ » ; « Etendre les aires marines protégées, créer une filière française de démantèlement de navire, mais surtout exploiter la puissance des océans. Car la mer est un formidable réservoir d'énergie⁴³⁰ »

Quand les réserves terrestres et l'or noir s'amenuisent, les espoirs se tournent vers l'or bleu du large. Depuis la révolution industrielle et l'avènement de la « fée électricité », la production et les transformations de l'énergie sont un terrain de chasse privilégié pour la construction des imaginaires collectifs. Le XX^e siècle a vu ainsi s'enchaîner toute une palette de technologies présentées bien souvent comme LA solution définitive aux diverses crises énergétiques, mettant en exergue l'extrême fragilité de notre système énergétique (Debeir *et al.*, 2013). Dans une période où la mer est présentée comme la « nouvelle frontière à conquérir » (De Kerorguen, 2009), les énergies marines s'inscrivent dans la tradition d'un imaginaire à la fois marin et énergétique : en se mettant en spectacle, elles matérialisent la combinaison d'un projet technologique et d'une « mer-nourricière », une source d'énergies inépuisables, un « grand rêve pour demain⁴³¹ ».

⁴²⁸ Sondage réalisé en 2009 par l'Ifop pour l'Agence des Aires Marines Protégées et le journal *Le Marin*.

⁴²⁹ Jean-Louis Borloo, L'invité de Christophe Barbier, La Chaîne Info, 17 juillet 2009. Source INA.

⁴³⁰ Dans le 20h de France 2, 10 juillet 2009.

⁴³¹ « La stratégie maritime arrive quand les caisses sont vides », *Les Echos*, lundi 14 décembre 2009.

Les énergies marines ont l'avantage de montrer que la mer peut offrir autre chose que des activités traditionnelles (comme la pêche, le tourisme...) et des problématiques écologiques en mettant en avant de nouvelles ressources valorisables. Elles donnent ainsi un caractère industriel à un Grenelle de la mer largement dominé par des enjeux environnementaux. Favoriser le développement des énergies marines par un Plan spécifique, c'est à la fois répondre aux attentes des industriels et appuyer le volontarisme affiché du gouvernement dans les questions environnementales :

« Les EMR ont permis de rappeler qu'il existait des intérêts industriels à ne pas prendre à la légère dans ce Grenelle⁴³² » ; « Les énergies marines était l'aspect le plus novateur de ce Grenelle. En comparaison, la pêche c'est vieux. De plus, les EMR ont le mérite d'avoir fait le lien avec le Grenelle de l'environnement. Ce n'était pas un élément purement maritime, mais aussi un élément de réponse à l'ensemble du problème de la transition énergétique qui relevait du Grenelle de l'environnement⁴³³. »

Selon Victor Scardigli (1992), la première étape de la diffusion de l'innovation est marquée par la dissémination de prophéties enthousiastes et de fantasmes de miracles. C'est bien ce nouvel imaginaire technologique que le Plan Energies Bleues cherchait à diffuser, pour que la France terrienne et nucléaire, devienne désormais maritime et renouvelable, comme l'affirment différents acteurs :

« La France, qui avait pris du retard en matière d'énergies marines à cause de la priorité accordée au nucléaire, va pouvoir le rattraper⁴³⁴. » ; « C'était une source d'espoir à l'époque. Il n'y avait que du positif. C'est pour ça qu'on a beaucoup mis en avant les énergies marines⁴³⁵. » ; « Les énergies marines étaient un thème qui, à l'époque, était une ouverture pas trop pessimiste sur ce qu'on pouvait faire autour de la mer⁴³⁶. »

Au sein des acteurs domine le sentiment d'être pionniers, de faire partie d'une communauté de destin et ainsi de participer à la construction de quelque chose d'important :

« C'était jeune et émergent à l'époque les énergies marines. On referait la chose aujourd'hui, ça serait plus conflictuel sur la partie énergie. On est maintenant dans l'opérationnel avec les concessions, et là il y aurait des conflits directs avec les pêcheurs. On est dans le dur aujourd'hui avec le déploiement. A l'époque, c'était le futur, l'avenir⁴³⁷. »

⁴³² Entretien avec Sylvain de Mullenheim, *Development manager* chez Naval Group, 21 décembre 2017.

⁴³³ Entretien avec Éric Giully Président du groupe de travail 2 Grenelle de la mer, 04 octobre 2017.

⁴³⁴ Propos de Denez L'Hostis dans « Energies marines : un grand consensus et des engagements », *Le Marin*, 17 juillet 2009.

⁴³⁵ Entretien avec Philippe Gouletquer, Secrétaire du groupe 2 Grenelle de la mer, 02 octobre 2017.

⁴³⁶ Entretien avec Cendrine Templier, représentante de la fondation Surfrider lors du Grenelle de la mer, 21 décembre 2017.

⁴³⁷ Entretien avec Philippe Gouletquer, Secrétaire du groupe 2 Grenelle de la mer, 02 octobre 2017.

2. Les EMR : des objets-frontière au cœur d'un consensus

Star et Griesemer ont introduit le concept d'objet-frontière, pour étudier des dispositifs scientifiques ou techniques qui sont positionnés à l'intersection de plusieurs mondes sociaux mais répondant aux buts de chaque entité. « Ils sont suffisamment flexibles pour s'adapter aux besoins et aux nécessités spécifiques des différents acteurs et sont suffisamment robustes pour maintenir une identité commune. » (Star et Griesemer, 1989 : 393). On retrouve la construction de cet imaginaire collectif autour des énergies de l'océan dans la gouvernance même du Grenelle de la mer, caractérisé par son « approche systémique », visant à rassembler différents acteurs dans une perspective de recherche de consensus tel que l'avait imaginé le Grenelle de l'environnement (Bourg, 2008) : « Dans le groupe, il y avait les productivistes, qui étaient à la fois les représentants des fédérations patronales et les syndicats. De l'autre côté, il y avait le collège des écologistes, qui étaient dans une vision plus règlementaire⁴³⁸. » Le Grenelle de la mer va ainsi promouvoir une démocratie délibérative privilégiant un mode de décision collective le plus souvent dénommé « décision par consensus » (Urfalino, 2010).

Tandis que « ça coince entre ONG et pêcheurs [industriels] sur la difficile question des ressources halieutiques⁴³⁹ », l'objectif de consensus a été simple à obtenir dans le cadre des négociations sur les énergies marines. Les acteurs se sont rapidement retrouvés dans la co-construction de cet imaginaire collectif. Cela s'explique par le fait qu'une concertation a été réalisée bien en amont du Grenelle de la mer avec les réseaux d'acteurs, initiée dès 2006 par le groupe de de travail Poséidon⁴⁴⁰, puis par l'alliance Ipanema⁴⁴¹, le Cluster maritime français, le Syndicat des énergies renouvelables. « Cela a permis aux gens de se rencontrer, d'échanger et de confronter les visions. Il y avait pleins d'endroits où les gens s'étaient mis d'accord. Le terrain était déjà balayé⁴⁴². » Les énergies marines ont eu cette grande particularité de coupler des enjeux qui étaient jusqu'ici dispersés. Cela est d'autant plus facile qu'on ne discutait pas vraiment de la manière de les mettre en œuvre (planification/priorités, remise en cause des activités existantes dans les zones de développement d'activités nouvelles...). La « grenellisation des énergies marines » répond à l'attente d'intérêts pluriels, à la fois ceux des industriels de booster une industrie émergente et ceux des environnementalistes de porter un discours pro-énergies renouvelables et anti-nucléaire.

⁴³⁸ Entretien avec Éric Giuily, Président du groupe de travail 2 Grenelle de la mer, 04 octobre 2017.

⁴³⁹ Propos de Cendrine Templier, dans « Des avancées du côté des énergies bleues », RFI, 10 juin 2009.

⁴⁴⁰ Le Rapport du groupe de travail « Politique maritime de la France », dit Poséidon, préconise des pistes pour une politique nationale maritime en « donnant à la mer une véritable incarnation politique. »

⁴⁴¹ En 2008 débutent les travaux d'IPANEMA (Initiative Partenariale Nationale pour l'émergence des Energies MARines) qui regroupe plus de 130 acteurs des EMR et se concrétisent par un ensemble de recommandations pour le développement de la filière des EMR.

⁴⁴² Entretien avec Sylvain de Mullenheim, *Development manager* chez Naval Group, 21 décembre 2017.

Cette recherche de consensus a particulièrement marqué les acteurs :

« Il y a eu un compromis à l'époque entre des acteurs qui n'avaient pas la même vision des énergies marines. Certains raisonnaient en termes de développement économique. D'autres y voyaient un moyen de produire des énergies alternatives. Il y a eu un terrain de rencontre pour des raisons différentes mais pour aboutir à des conclusions similaires, à la fois favorables au développement économique et favorable à l'environnement⁴⁴³. » « On a abouti à un consensus car on était devant une page blanche. La condition de la convergence entre différents intérêts était réunie entre les principaux acteurs énergétiques et les associations environnementales⁴⁴⁴. » « La page était à écrire. Chacun avait l'espoir de l'écrire comme il la voyait. Sur la pêche par exemple, on partait sur des choses qui existaient déjà, des conflits, des divergences et des corporatismes. Ce n'était pas le cas avec les énergies marines⁴⁴⁵ ».

Cette inscription au sein d'un imaginaire collectif s'exprime enfin par la volonté de penser la filière EMR dans sa globalité en ne mettant pas à l'écart des technologies⁴⁴⁶. Cette politique de diversification permet à l'ensemble des acteurs promotionnels d'obtenir satisfaction, tout en diversifiant les risques et les paris technologiques sur différents projets. « Toutes les énergies marines ont été embrassées lors de ce Grenelle. Il y avait un éventail de technologies, de l'innovation à faire partout. L'idée était de lancer l'impulsion puis laisser le marché faire la sélection⁴⁴⁷ ». Notons néanmoins que l'éolien en mer a été un sujet qui a le plus cristallisé les débats :

« Il y a eu des tensions sur les aspects atterrissage et mise en œuvre d'équipements entre l'éolien en mer et la terre. Il y avait aussi des problèmes liés à la maintenance. Côté pêche, il y avait des tensions car [les pêcheurs] voyaient le déploiement des éoliens en mer comme une perte de surface à exploiter. Il y avait une demande de contreparties et de négociations par rapport à ça⁴⁴⁸ ».

Cela conforte la thèse que l'éolien offshore au regard de la maturité des technologies et des poids des acteurs industriels s'institutionnalise en dehors du traitement classique des autres énergies marines (moins matures et moins productives). A la différence des autres filières, l'éolien en mer était déjà

⁴⁴³ Entretien avec Éric Giuily, Président du groupe de travail 2 Grenelle de la mer, 04 octobre 2017.

⁴⁴⁴ Entretien avec Denez L'Hostis, représentant de FNE lors du Grenelle de la mer, 21 novembre 2017.

⁴⁴⁵ Entretien avec Cendrine Templier, représentante de la *Surfrider Foundation Europe* lors du Grenelle de la mer, 21 décembre 2017.

⁴⁴⁶ Parmi les projets retenus ; 3 sites pour les hydroliennes, 1 pilote Energie thermique des mers, 1 pilote d'éoliennes flottantes, 1 dispositif de pompe à chaleur/froid par territoire d'Outre-mer (climatisation de l'Hôpital de Tahiti dans les 2 ans), et soutien à 2 projets houlomoteurs.

⁴⁴⁷ Entretien avec Patrick Poupon, Directeur du Pôle Mer Bretagne, 20 décembre 2017.

⁴⁴⁸ Entretien avec Éric Giuily, Président du groupe de travail 2 Grenelle de la mer, 04 octobre 2017.

entré dans le volet du « comment » et de l'opérationnel, celui qui est source de controverses et de conflits⁴⁴⁹.

3. *Faire des énergies marines un élément de « puissance technologique »*

Les énergies marines sont enfin un marqueur de puissance technologique. Elles sont particulièrement symboliques du fait qu'elles font le couplage entre deux imaginaires de puissance : l'énergie et la mer. Grâce à elles, « la France de Cousteau et de Tabarly doit reprendre son leadership⁴⁵⁰ ». Comme le rappelle Jean-Pierre Paulet (2006 : 81) : « Dominer les océans : tel a été toujours le but des nations puissantes. La mer est un territoire qu'il convient de conquérir pour diverses raisons : elle est toujours perçue comme une route, une voie d'accès, une source de richesse, un moyen d'accéder aux territoires que l'on veut dominer ». A ce titre, Jean-Louis Borloo n'hésite pas à présenter la mer comme « l'enjeu géostratégique majeur du siècle qui débute⁴⁵¹ » lors du lancement du Grenelle de la mer en février 2009. Ce Plan Energies Bleues s'inscrit dans cette ambition qui est de promouvoir la France comme grande puissance technologique et l'ingéniosité de ses industriels et scientifiques. « La France a dans son génie propre, dans son organisation, des compétences et un savoir-faire tout à fait étonnant⁴⁵² ». Ce sont des technologies de « smart power » appliquées au « sea power ». A ce titre, elles offrent un « rayonnement technopolitique » en termes de prouesses technologiques (Roche, 2018) à des territoires en quête de reconnaissance. En témoigne d'ailleurs le texte final du Grenelle de la mer qui précisait que « L'Outre-mer sera la vitrine technologique et le territoire d'expérimentation de la France en matière d'énergies marines renouvelables ».

Conclusion

Le Plan Energies Bleues se présente comme un ajustement du secteur maritime national aux nouveaux référentiels globaux que sont la mondialisation et la transition énergétique. Il met en place des programmes de R&D de *technology push* (politique par les démonstrateurs) pour encourager l'émergence d'une « filière nationale » dans le domaine des EMR.

⁴⁴⁹ Un appel d'offres éolien en mer a été lancé en 2004 par l'Etat. Sur les 11 projets proposés par les industriels, seul un fut sélectionné (celui du projet éolien de Veulettes-sur-Mer). En 2009, ce projet n'est toujours pas sorti des eaux de la Manche.

⁴⁵⁰ Propos de Jean-Louis Borloo dans « Le Grenelle de la mer se jette à l'eau », *Ouest France*, 04 avril 2009.

⁴⁵¹ « La France lance un Grenelle de la Mer », *Mer et Marine*, 1^{er} mars 2019.

⁴⁵² Jean-Louis Borloo dans les 4 Vérités, France 2, 09 juin 2009.

Le 12 juin 2009 le président américain Barack Obama consacrait un discours au « rôle fondamental » des mers et demandait aux chefs des départements exécutifs et aux organismes fédéraux de créer un groupe de travail sur les politiques maritimes⁴⁵³. Nul doute que ce discours précipita la « présidentialisation » de l'ambition politique française. Les négociations du Grenelle de la mer à peine closes, le Président Sarkozy s'employa à leur donner une tournure politique en les replaçant dans le cadre plus ambitieux de la « stratégie maritime » lors de son discours du Havre le 16 juillet 2009. Regrettant « l'oubli historique qu'a fait la France de sa vocation maritime », le chef d'Etat entend acter la « décision » d'encourager le développement des énergies marines. A travers ce discours, Nicolas Sarkozy institutionnalise le couplage de deux politiques hautement régaliennes : la politique maritime et la politique énergétique :

« La mer peut également être une source d'énergies nouvelles entièrement renouvelables. Je crois, pour ma part, énormément au potentiel prodigieux des énergies marines. [...] M'exprimant sur le défi des énergies renouvelables, le 9 juin dernier, j'ai pris l'engagement d'une parité des efforts de recherche entre le nucléaire et les énergies renouvelables. Cela revient à renforcer de près de 200 millions d'euros par an les moyens de la R&D sur les énergies renouvelables, au premier rang desquelles figurent les énergies marines⁴⁵⁴. »

Le discours présidentiel va en effet donner une vision générale et hiérarchisée des conclusions du Grenelle de la mer, ce qui a été baptisé le Livre Bleu. Ce dernier (adopté le 08 décembre 2009 par un comité Interministériel de la mer) concrétise les orientations politiques issues du Grenelle et présente le développement des EMR comme un axe prioritaire de la politique maritime française : « L'exploitation des mers comme source d'énergies nouvelles entièrement renouvelables n'en est qu'à ses balbutiements mais les connaissances actuelles font déjà entrevoir un potentiel immense⁴⁵⁵. »

L'exemple du Plan Energies Bleues éclaire plusieurs aspects des processus de mise à l'agenda : l'importance des dynamiques territoriales entremêlées, la combinaison entre des aspects structurels (l'émergence d'un nouveau paradigme maritime) et des facteurs plus contingents (le rôle joué par certains groupes d'intérêt, la personnalité politique de Jean-Louis Borloo), la construction particulière du problème (en l'occurrence comme un problème de retard national par rapport à des dynamiques étrangères) ainsi que la bonne réception du thème par l'opinion publique. L'institutionnalisation

⁴⁵³ En décembre 2009, Obama signera un ordre présidentiel définissant la politique maritime nationale *National Ocean Policy Implementation Plan* qui comporte un volet énergétique notable.

⁴⁵⁴ Nicolas Sarkozy, Discours du Havre, 16 juillet 2009.

⁴⁵⁵ http://archives.gouvernement.fr/fillon_version2/premier-ministre/le-livre-bleu-strategie-nationale-pour-la-mer-et-les-oceans.html Consulté le 22 mars 2019.

s'explique à la fois en partie par des événements exogènes tels que l'incorporation de diagnostics extérieurs et surtout par la variable politique.

Les EMR ont bien été au cœur du Grenelle de la mer mais ses résultats ont été limités. Elles ont « transversalisé » et territorialisé des enjeux, et ont été un des moteurs de cette inspiration à passer à une dimension maritime supérieure. Le Grenelle de la mer a éveillé le microcosme. Il a fait prendre à la France des engagements, et a donné suffisamment de corps pour que le Gouvernement prenne l'arbitrage de 2009. Le Plan Energies Bleues enfin rend visible tout le travail de publicisation qui a été réalisé depuis le début des années 2000 sur les énergies marines et poursuit la construction collective d'une stratégie nationale pour les EMR :

« A l'époque, il y avait un déficit de coordination entre les acteurs, et même un déficit de connaissance de certains acteurs. Le fait de mettre tous les acteurs autour de la table a mis les EMR dans une autre perspective. Le Grenelle a permis de coordonner ces acteurs qui étaient à l'époque dispersés⁴⁵⁶. »

« Depuis à peu près le discours de Nicolas Sarkozy du Havre en 2009, il y a toutes les cinq à six semaines un petit déjeuner à Matignon où sont balayées les problématiques maritimes. On parle à chaque fois des énergies marines⁴⁵⁷. »

La création d'une commission EMR au sein du Syndicat des Energies Renouvelables (SER) en avril 2009 est un bon exemple de cette dynamique interne engendrée par le Grenelle de la mer.

Néanmoins, ce succès politico-médiatique ne doit pas pour autant masquer la précipitation dans laquelle s'est orchestré ce forum, notamment sur les questions budgétaires. Aussi, le passage par les principes de réalité de Bercy mit à mal le projet. Comme le mentionne le journaliste économique Jean-Claude Hazera : « Cette reconnaissance maritime intervient à un moment où la principale préoccupation de l'Etat redevient - par force - de fermer les vannes de la dépense. Au pays de Colbert, les caisses sont vides⁴⁵⁸ ». Le lancement du Grand Emprunt en 2009 apportera une aide financière indispensable au démarrage du Plan Energies Bleues. Le financement de cette opération, de même que toute contribution de l'Etat aux initiatives de constitution de sites d'essais, s'inscrit dès lors non plus dans la dynamique du Grenelle de la mer mais dans celle du Programme des Investissements d'Avenir (PIA).

De plus, le Plan Energies Bleues ne joua pas véritablement sur les critères économiques en ne modifiant pas le prix de rachat de kilowattheure EMR, qui restait pourtant l'une des principales

⁴⁵⁶ Entretien avec Philippe Gouletquer, Secrétaire du groupe 2 Grenelle de la mer, 02 octobre 2017.

⁴⁵⁷ Entretien avec Francis Vallat, Président d'honneur du Cluster Maritime Français, 23 janvier 2017.

⁴⁵⁸ « La stratégie maritime arrive quand les caisses sont vides », *Les Echos*, 14 décembre 2009.

demandes des industriels (Daviau, 2009). Enfin, pour rester dans le consensus, le Grenelle de la mer n'aborda pas les questions plus difficiles de la mise en œuvre et la nécessité d'arbitrer et de trouver des compromis sur le terrain (volet opérationnel), notamment dans le cas de l'éolien en mer. Porteur d'espoir, le Grenelle de la mer déboucha finalement sur peu de choses.

« Nous avons eu le sentiment d'un déblocage avec le Grenelle de la mer, par rapport à ce que nous avons connu auparavant. Mais nous avons aussi eu le sentiment d'une certaine fébrilité dans son application [...] L'affectation des crédits n'a pas été à la hauteur⁴⁵⁹. »

Tout cela témoigne des limites du volontarisme politique et du prisme du consensus. Comme le soulignait Michel Crozier en 1979, « On ne change pas la société par décret ». Aussi, « le retard qui, au pays de l'usine marémotrice de la Rance, fait un peu désordre⁴⁶⁰ » nous confronte en 2017 à deux réalités : celle du délicat couplage entre les référentiels traditionnels que sont la mer et l'énergie et la difficulté de conjuguer le symbolique et le scientifique dans la pensée maritime des français.

⁴⁵⁹ Entretien avec Patrice Carollo, Chef de la mission Mer à la Région Bretagne de 2005 à 2010, 22 janvier 2017.

⁴⁶⁰ Discours de M. Edouard Philippe, Premier ministre Assises de l'Economie de la Mer, Le Havre, 21 novembre 2017.

Références

Babkine Anthony, 2011, Rosier Adrien, *Réussir l'organisation d'un événement*, Editions d'Organisation, Paris.

Baechler Laurent, 2009, « Le discours sur la stratégie nationale de développement durable en France. Anatomie du Grenelle de l'environnement », *L'Europe en Formation*, vol. 352, no. 2, p. 41-77.

Bailleul David. (dir.), 2010, *Energie solaire-Aspects juridiques*, Université de Savoie, Chambéry.

Barbet Denis, Grenelle, 2010, *Histoire politique d'un mot*, Presses Universitaires de Rennes, 2010.

Barbet Denis, 2011, « La symbolique du « Grenelle », dans Hassenteudeul Patrick, *Sociologique politique : l'action publique*, Armand Colin, Paris.

Bihoux Philippe, 2017, « Le mythe de la technologie salvatrice », *Esprit*, vol. mars - avril, no. 3, p. 98-106.

Boistel Philippe, 2005, « La communication événementielle, plus stratégique que commerciale », *Management & Avenir*, vol. 6, no. 4, p. 27-47.

Bourg Dominique, 2008, « Le Grenelle ou la consécration politique de la préoccupation environnementale » dans *Le Grenelle de l'environnement : enjeux et propositions*, La Documentation française, p. 59-71.

Boy Daniel, 2010, « Le Grenelle de l'environnement : une novation politique ? », *Revue française d'administration publique*, 134,(2), p. 313-324.

Cicin-Sain Biliiana, Knecht Robert, 2000, *The Future of U.S. Ocean Policy : Choices for a New Century*, Island Press.

Corbin Alain, Richard Hélène, 2011, *La Mer. Terreur et fascination*, Points, Paris.

Daviau François, 2009, « La réactivité française en matière de soutien à l'émergence d'une industrie hydrolienne », dans *La Revue Maritime*, n.486, septembre 2009, pp 60-63.

De Kerorguen Yan, 2009, *La mer : le prochain défi*, Gutenberg Eds, Paris.

Debeir Jean-Claude, Deleage Jean-Paul, Hemery Daniel, 2013, *Une histoire de l'énergie : les servitudes de la puissance*, Flammarion, Paris.

Gras Alain, 2006, « La technique fiction et l'évolutionnisme institué », dans Gras Alain, Musso Pierre (dir.), *Politique, communication et technologies, Mélanges en hommage à Lucien Sfez*, Presses Universitaires de France, Paris, p. 321-331.

Halpern Charlotte, 2012, « L'écologie est-elle une variable d'ajustement ? : L'environnement et le développement durable sous la présidence de Nicolas Sarkozy » dans Demaillard Jacques, Surel Yves, *Politiques publiques 3. Les politiques publiques sous Sarkozy*, Presses de Sciences Po, Paris, p. 383-404.

Jobert Bruno, Muller Pierre, 1987, *L'Etat en action : Politiques publiques et corporatismes*, Presses universitaires de France, Paris.

Joly Pierre Benoit, 2012, « Innovation "responsable" et développement durable. Produire la légitimité des OGM et de leur monde », *Futuribles*, n.383, p. 89-110.

Lascoumes Pierre, 2012, *Action publique et environnement*, Presses Universitaires de France, Paris.

Lascoumes Pierre, Le Gales Patrick, 2007, *Sociologie de l'action publique*, Armand Colin, Paris.

Laville Bettina, 2010, « Du ministère de l'impossible au ministère d'Etat », *Revue française d'administration publique*, vol. 134, n.2, p. 277-311.

Maze Camille, Ragueneau Olivier, Weisbein Julien, Mariat-Roy Emilie, 2015, « Pour une anthropologie politique de la mer ». *Revue Internationale d'Ethnographie*, Armand Colin, 5, p. 189-202.

Paulet Jean-Pierre, 2006, *L'homme et la mer : Représentations, symboles et mythes*, Editions Economico, Paris, 124p.

Pujol Jean-Luc, Le Lann Gilbert, Banel Éric, 2006, *Une ambition maritime pour la France - Rapport du Groupe POSEIDON*, La Documentation française, Paris.

QUET Mathieu, 2012, « La critique des technologies émergentes face à la communication promettante. Contestations autour des nanotechnologies », *Réseaux*, vol. 173-174, no. 3, p. 271-302.

Roux Michel, 1997, *L'imaginaire marin des français, Mythe et géographie de la mer*, L'Harmattan, Paris.

Saliou Virginie, 2012, *Gouverner la mer : jeux d'échelles et temporalités de l'action publique en Europe*, Thèse de doctorat, Rennes 1.

Scardigli Victor, 1992, *Les sens de la technique*, PUF, Paris.

Star Susan Leigh, Griesemer James, 1989, « Institutionnal ecology, 'Translations', and Boundary objects: amateurs and professionals on Berkeley's museum of vertebratezoologie », *Social Studies of Science*, 19(3), p. 387-420.

Urfalino Philippe, 2010, « La décision par consensus apparent. Nature et propriétés », *Revue européenne des sciences sociales*, n°XLV-136, p. 47-70.

Chapitre 6 - Rayonner par la technique : des îles d'outre-mer au cœur de la transition énergétique française ?⁴⁶¹

Radiate by technology: the overseas at the heart of the French energy transition

Sylvain ROCHE, Doctorant CIFRE en économie de l'innovation à la Région Nouvelle-Aquitaine. GREThA - UMR CNRS 5113 Université de Bordeaux. sylvain.roche@u-bordeaux.fr

Laurent BELLEMARE, Directeur du Développement du Syndicat mixte d'Electricité de la Martinique (SMEM). bellemare.l@smem.fr

Sylvie FERRARI, Maître de Conférences en sciences économiques. GREThA -UMR CNRS 5113 Université de Bordeaux. sylvie.ferrari@u-bordeaux.fr

Résumé

Mise à part la Guyane, les Outre-mer français sont des territoires insulaires de petite taille aux écosystèmes riches et sensibles⁴⁶², soumis à la fois à de fortes pressions anthropiques et aux effets du changement climatique. Cette réalité encourage les pouvoirs publics à porter d'ambitieux programmes en termes de développement durable où la transition énergétique fait figure d'axe moteur. Isolés d'un point de vue énergétique, ne bénéficiant pas d'interconnexion aux réseaux électriques continentaux, ces « petits systèmes isolés » doivent trouver des solutions « à l'épreuve du climat » pour produire leur propre électricité à partir des ressources naturelles valorisables et satisfaire l'objectif d'autonomie énergétique à l'horizon 2030. Notre analyse s'intéresse ici aux stratégies énergétiques déployées dans trois régions ultrapériphériques insulaires particulières : la Martinique, la Guadeloupe et la Réunion. Il interroge le rôle joué par les innovations technologiques dans ce processus de territorialisation marqué par des singularités multiples du fait de la variété des contextes géographique, historique, social et économique. En considérant les caractéristiques locales de la transition énergétique ainsi que le rôle joué par les différents acteurs (privés et publics), notre approche permet d'interroger la diversité des expériences régionales en se focalisant sur les enjeux de production d'électricité renouvelable dans les territoires insulaires considérés. Ainsi, elle fournit une grille de lecture originale des dynamiques de construction territoriale de la transition énergétique française.

⁴⁶¹ Cet article a été publié dans le numéro 249 de la revue *Norois* : <https://journals.openedition.org/norois/7170>

⁴⁶² Classées parmi les 35 « hotspots » mondiaux, les îles des Caraïbes et en particulier les Antilles Françaises, bénéficient d'une biodiversité terrestre et marine exceptionnelle.

Introduction

Les enjeux liés à la crise énergétique et environnementale ont bouleversé l'évolution des technologies de l'énergie en remettant en question les filières traditionnelles (énergies fossiles), tout en encourageant l'activation d'autres trajectoires technologiques pour produire de l'énergie. Le contexte d'environnementalisation des politiques énergétiques (Bouvier, 2012) a encouragé les îles à se positionner comme des territoires d'expérimentation des nouvelles technologies écologiques. Pour atteindre l'autosuffisance, les territoires d'Outre-mer misent sur leurs « avantages différenciatifs » (Pecqueur, 2006) en valorisant leurs ressources territoriales spécifiques (soleil, vent, géothermie, agro-énergie, énergies marines) qui s'avèrent être un atout considérable.

En tant que zones non interconnectées (ZNI), c'est-à-dire des territoires dont l'éloignement géographique empêche ou limite une connexion à un réseau d'envergure capable d'apporter certains services locaux (meilleure stabilité, approvisionnement en ressource primaire et achat d'énergie), les îles présentent des particularités géographiques qui demandent la mise en place de stratégies particulières. Tandis que les enjeux de lutte contre le changement climatique nécessitent de réaliser une véritable transition énergétique sur l'ensemble du territoire français, les problématiques ne sont pas les mêmes pour les îles d'Outre-mer. La géographie insulaire inscrit en effet la politique énergétique dans un système de contraintes à pallier (Nicolas, 2007). Leur isolement rend complexe leur approvisionnement énergétique et explique le choix souvent contraint de l'énergie thermique comme principale ressource. En cela les territoires d'Outre-mer ne diffèrent pas de la norme (hors pays nucléarisés ou bénéficiant de ressources hydrauliques importantes). En revanche, leur petite taille ne leur permet pas de bénéficier de l'économie d'échelle. Cette situation les oblige pour des raisons de sécurité à utiliser de nombreux équipements de faible puissance.

Plusieurs articles dans la presse nationale ont néanmoins attiré l'attention ces dernières années sur les expériences novatrices des Outre-mer dans le secteur de la transition énergétique : « L'outre-mer, laboratoire des énergies renouvelables⁴⁶³ », « La Réunion, l'île de l'énergie verte⁴⁶⁴ », « La Martinique veut devenir un laboratoire de la transition énergétique⁴⁶⁵ », « La Réunion, laboratoire des énergies renouvelables⁴⁶⁶ ». Les responsables locaux, particulièrement sensibles aux enjeux écologiques, tentent en effet depuis plusieurs années de décarboner l'énergie à la fois parce que c'est nécessaire,

⁴⁶³ « L'outre-mer, laboratoire des énergies renouvelables », *La Croix*, 22 mai 2017.

⁴⁶⁴ « La Réunion l'île de l'énergie verte », *Les Echos*, 26 mai 2008.

⁴⁶⁵ « La Martinique veut devenir un laboratoire de la transition énergétique », *La Gazette des Communes*, 4 septembre 2014. Consulté le 22 mars 2019.

⁴⁶⁶ « La Réunion, laboratoire des énergies renouvelables », *L'Usine Nouvelle*, 9 septembre 2010.

parce que les conditions climatiques s’y prêtent, et parce qu’une volonté politique forte les y encourage. Déjà en 1999, lors d’un colloque à l’UNESCO, Paul Vergès alors Président du Conseil régional de La Réunion, fixait pour l’île l’objectif d’autonomie énergétique en électricité à l’horizon 2025⁴⁶⁷. De plus en plus la question de « l’après pétrole » se pose. A la fois la volatilité des prix et la nécessité de pouvoir garantir l’approvisionnement/l’accès à l’énergie. La question de pollution et de qualité de l’air intervient également, mais dans une moindre mesure.

La dimension territoriale du patrimoine naturel permet d’accorder une place centrale aux éléments de la nature (ressources naturelles et énergétiques, services écosystémiques associés aux systèmes environnementaux) dont la disponibilité peut contribuer au développement d’activités humaines spécifiques telle que la production d’énergie au sein de la société. La mise en concurrence à l’échelle mondiale des systèmes productifs incite en effet les petits territoires insulaires à se singulariser (Dehoorne, 2014) en mettant en avant des avantages différenciatifs spécifiques au territoire (Durand *et al.*, 2015). Par définition, une « ressource constitue une réserve, un potentiel latent, voir virtuel, qui peut se transformer en actif si les conditions de production ou de création de technologie le permettent. » (Pecqueur, 2007 : 51). Les innovations technologiques deviennent ainsi des instruments de l’indépendance énergétique insulaire en valorisant des ressources naturelles spécifiques qui étaient jusqu’ici inexploitées. Devenus des laboratoires d’expérimentation à ciel ouvert, ces territoires préfigurent le réseau électrique français de demain, où les énergies renouvelables ont vocation à remplacer les énergies fossiles dans le mix énergétique. Cependant la réalité des îles d’Outre-mer est large et variée du fait des disparités existantes dans des bassins géographiques aux caractéristiques spécifiques, mais aussi du fait des disparités des échelles tant en taille qu’en nombre d’habitants. Quand il s’agit d’énergies renouvelables, hormis pour le soleil, les ressources énergétiques dépendent du potentiel naturel des sites, là encore très variable selon les îles.

Si le concept de patrimoine naturel n’est pas nouveau, la préservation et la valorisation de l’environnement s’inscrivent aujourd’hui dans la perspective d’une gestion du territoire à long terme (Lefeuvre, 1990). La valorisation de certaines ressources naturelles ne peut alors être dissociée de leur préservation dans le temps, ce qui oriente nécessairement les choix des acteurs sur les territoires insulaires où elles sont produites, et transformées par le vecteur technologique. Le territoire est ainsi marqué par des relations étroites et spécifiques entre les caractéristiques environnementales et les caractéristiques techniques des ressources énergétiques dont il dispose, relations enchâssées dans des structures sociales et organisationnelles qui lui sont propres.

⁴⁶⁷ « Autonomie énergétique : impossible n’est pas réunionnais », *Témoignages*, 31 mai 2008.

Section 1 : La fragilité du modèle énergétique insulaire

Les îles apparaissent comme des territoires contraignants du point de vue énergétique. Dépourvus de ressources fossiles et isolés au milieu des océans, les territoires insulaires ont pris conscience que leur avenir passait par le développement d'un nouveau modèle énergétique. Un rapport parlementaire de 2014 déposé par la commission des affaires économiques (Bareigts et Fasquelle : 31) indiquait que « les Outre-mer français ne peuvent continuer à présenter un bilan carbone de leur production électrique aussi dégradé. Seuls ces territoires continuent à être alimentés par des centrales thermiques au charbon et au fioul d'un autre âge. ». A titre d'exemple, le bilan carbone (ici contenu carbone du kWh électrique) s'élevait à 761 gCO₂/kWh par personne en Guadeloupe en 2015 contre 83 gCO₂/kWh dans l'Hexagone (OREC Guadeloupe, 2017 : 32). Ces chiffres sont néanmoins à nuancer du fait que ces territoires non nucléarisés n'auront pas à supporter les coûts prévus pour la dénucléarisation.

En prenant le cas de la Martinique, Yoann Pelis (2005) soulignait cette « pétro-dépendance » des îles caribéennes. En effet, contrairement aux premières stratégies de développement de l'électricité fondées sur l'hydroélectricité, le choix du pétrole comme source d'énergie pour la production d'électricité dans les années 1930 mit la Martinique dans une situation de dépendance extérieure au regard de l'approvisionnement en produits pétroliers des centrales électriques. Cette situation rendit l'île, et plus largement les territoires d'Outre-mer, vulnérable sur un plan environnemental mais aussi économique (Bayon, 2007). Cette particularité a deux conséquences : des tarifs énergétiques élevés et des risques de rupture d'approvisionnement plus importants. En 2016, la dépendance énergétique de la Martinique s'élevait à 93,75 % (OMEGA/AME, 2017 : 13) contre 46 % pour la France en 2015 selon l'Office européen des statistiques⁴⁶⁸. Le coût de production moyen de l'électricité est estimé en 2013 à 259€/MWh à la Martinique, contre environ 54,4 €/MWh en métropole (Le Gall *et al.*, 2017 : 19).

Pour contrebalancer ces tarifs et lisser les prix de vente de l'électricité sur l'ensemble du territoire français (rôle de la péréquation tarifaire), les surcoûts de production des territoires d'Outre-mer sont pris en charge par la Contribution au service public de l'électricité (CSPE), un supplément payé par chaque consommateur sur sa facture. De cette façon, les consommateurs disposent d'une énergie au même prix que sur le reste du territoire national. Cette solidarité, nécessaire pour compenser le coût élevé de production de l'électricité dans les Outre-mer alors même que la consommation y est bien moindre, peut avoir des effets distributifs non seulement entre les consommateurs et les producteurs d'énergie, mais aussi parmi les secteurs d'activités qui utilisent l'énergie pour assurer leur

⁴⁶⁸ <https://www.touteurope.eu/actualite/la-dependance-energetique-europeenne.html> Consulté le 18 mars 2019.

production⁴⁶⁹. Ainsi, la mise en œuvre de la CSPE pour soutenir les énergies renouvelables conduit à faire supporter le coût des subventions par les consommateurs d'électricité tandis que parallèlement les industries électro-intensives sont exemptées de la CSPE et ne paient pas un prix de l'électricité aussi élevé que les autres consommateurs (Figure 27). Une telle situation ne peut garantir la réduction de la consommation d'électricité dans l'ensemble de l'économie (Quirion, 2015).

Par ailleurs, il est important de noter que les ZNI ne contribuent en réalité que partiellement à cette CSPE dont la part la plus importante reste le financement des obligations d'achat (énergies renouvelables et cogénération).

La transition énergétique semble alors s'imposer comme une urgence d'autant plus que les ZNI disposent d'une certaine autonomie s'agissant de la politique de l'énergie depuis la loi du 13 décembre 2000 d'Orientation pour l'Outre-Mer (LOOM). Cette loi met en place une programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE) par territoire élaborée conjointement par le président de la collectivité et le préfet. Ce n'est que depuis la Loi de Transition Énergétique pour la Croissance Verte de 2015 que la PPE fait intervenir les collectivités locales. Cette loi renforce les pouvoirs des collectivités en matière d'énergie et de développement durable. Auparavant EDF et l'État se chargeaient de cette PPE (qui s'appelait alors PPI pour Programmation Pluriannuelle des Investissements), élaborée principalement à partir des bilans prévisionnels des besoins établis par EDF.

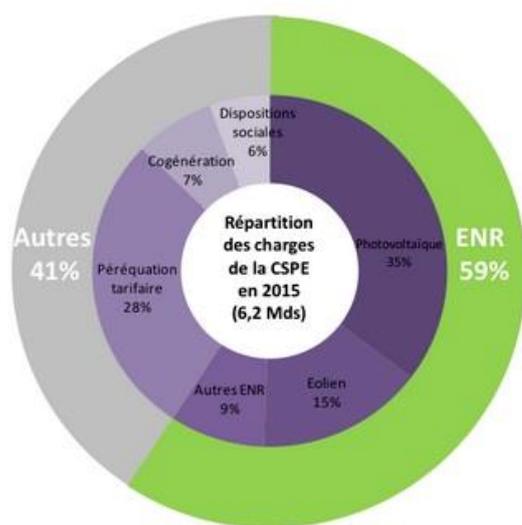


Figure 27. Répartition des charges de la CSPE en 2015. Source : Atlante, 2016.

⁴⁶⁹ Il faut noter ici que les industries les plus énergivores (ciment, aluminium...) bénéficient d'un régime dérogatoire (plafonnement de leur contribution au financement des énergies renouvelables) qui leur est favorable (exemption partielle ou totale de la CSPE).

Des stratégies d'actions ont dès lors été lancées avec comme objectif le développement d'un nouveau modèle énergétique insulaire. La loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte votée le 17 août 2015 fixe des objectifs ambitieux pour les territoires ultra-marins. Dans son article 203, elle prévoit l'élaboration de PPE spécifiques pour la Corse et les Outre-mer. Les départements d'Outre-mer doivent en effet viser l'autonomie énergétique en 2030 (en termes de production électrique), avec, dès 2020, un objectif de 30 % d'énergies renouvelables à Mayotte et 50 % à La Réunion⁴⁷⁰, en Martinique, en Guadeloupe et en Guyane, contre 23 % dans l'Hexagone. Dans le cadre de son Plan de Transition Énergétique 2015-2030 (Gouvernement de la Polynésie française, 2015), la Polynésie française, constituée de 118 îles, ambitionne de produire 50 % de son électricité à partir des EnR en 2020 et de porter cette part à 75 % d'ici à 2030. Wallis-et-Futuna (12.000 habitants) quant à elle vise à produire 50 % de son électricité avec des énergies renouvelables d'ici 2030 et 100 % en 2050 (Territoires des Iles Wallis et Futuna, 2017). Plus de 90 % de l'électricité produite sont aujourd'hui issus des énergies fossiles. Cette amélioration de l'autonomie énergétique doit permettre de garantir et de sécuriser l'approvisionnement en électricité des territoires, en particulier en cas de tension sur les marchés du pétrole.

Dès 2012, les communes du nord de la Martinique (Cap Nord Martinique) se sont saisies du plan climat-énergie comme d'un outil de développement territorial durable. La communauté de communes est ainsi devenue lauréate de l'appel à projets national « *Territoires à énergie positive pour la croissance verte* » en février 2015. L'annonce faite le 26 juin 2015 de convertir le site de l'ancienne usine de production d'électricité EDF de Bellefontaine en Parc d'activités « transition énergétique - innovation » témoigne de cette volonté des acteurs publics de promouvoir le développement des énergies vertes sur le territoire martiniquais⁴⁷¹. A ce jour, 19 territoires d'Outre-mer ont été labélisés comme des territoires à énergie positive (Guadeloupe : 6, Guyane : 4, Réunion : 5, Martinique : 3, Mayotte : 1)⁴⁷².

Section 2 : La technologique comme outil de l'autonomie énergétique des îles d'outre- mer

⁴⁷⁰ La PPE de la Réunion a été publiée le 14 avril 2017 au *Journal officiel*.

⁴⁷¹ <http://www.capnordmartinique.fr/actualite/lancement-du-parc-d-activites-transition-energetique-innovation>
Consulté le 22 mars 2019.

⁴⁷² Un territoire à énergie positive (Tepos) vise l'objectif de réduire ses besoins d'énergie au maximum, par la sobriété et l'efficacité énergétiques, et de les couvrir par les énergies renouvelables locales ("100% renouvelables et plus"). <http://www.territoires-energie-positive.fr/> Consulté le 22 mars 2019

Pour Alain Gioda, « Les Outre-mer français sont un terrain exceptionnel de développement de nouvelles solutions d'énergie car ils disposent d'un grand nombre d'atouts⁴⁷³. » Nous retiendrons ici quatre « avantages différenciatifs » au sens de Pecqueur (2007) propres aux territoires insulaires qui expliquent cette situation :

- (1) Les îles disposent de nombreuses ressources naturelles valorisables.
- (2) La taille réduite des territoires est un facteur permettant l'expérimentation en vraie grandeur. Les réseaux sont limités en nombre de points desservis et en étendue géographique.
- (3) La faiblesse de leur demande en énergie finale y favorise le développement de petits systèmes énergétiques (micro-production). L'absence d'industrie lourde limite la demande en énergie finale.
- (4) L'isolement par rapport aux grands réseaux de distribution d'énergie les encourage à développer des solutions innovantes et locales.

L'absence du nucléaire peut être vue comme une faiblesse pour les insulaires mais aussi comme une force à exploiter. Les Outre-mer n'ont en effet pas de « dépendance au sentier » (*path dependence*) comme dans l'Hexagone autour du nucléaire (Finon, 2008). Empruntée aux sciences économiques (Dosi, 1982), la notion de *path dependence* s'est développée en science politique à la fin des années 1980 pour souligner le poids des choix effectués dans le passé et celui des institutions politiques sur les décisions présentes (David, 1986). Contrairement à l'Hexagone, aucune centrale nucléaire n'a été construite dans les Outre-mer, et de ce fait, les territoires insulaires n'ont pas une contrainte du maintien d'une technologie installée, parfois moins efficace (Farinelli *et al.*, 1999). Cette absence de nucléaire est donc une facilité mais c'est aussi un discours promotionnel revendicatif, les territoires se présentant comme les seuls territoires dénucléarisés de France. Elle est une force d'un point de vue sécuritaire et environnemental ainsi qu'un levier pour négocier des moyens financiers. En effet, la comparaison sur le long terme du coût de l'énergie entre les territoires et le continent en incluant les coûts de dénucléarisation relativise fortement le déséquilibre annoncé.

Cette situation encourage les îles à se lancer dans des stratégies de *leapfrogging* (Fudenberg *et al.*, 1983), littéralement de saut technologique. Une stratégie de *leapfrogging* se caractérise par « *the adoption of advanced or state-of-the-art technology in an application area where immediate prior technology has not been adopted.* » (Fong, 2009 : 3707). Ces stratégies offrent des occasions de développer des technologies directement en adéquation avec les contraintes propres aux pays

⁴⁷³ Entretien avec Alain Gioda, Chercheur, Montpellier, UMR 5569 Hydrosociétés, IRD, UM/CC MSE, 12 juillet 2017.

insulaire en valorisant les ressources locales (Liotard, 2008) sans reproduire les schémas des pays industrialisés continentaux (aujourd'hui soumis à de fortes controverses). Cette politique de « saut technologique » se matérialise notamment par la mise en place d'une politique par les démonstrateurs et prototypes.

Les dernières évolutions technologiques permettent en effet d'imaginer des expérimentations techniquement innovantes que l'on pourrait regrouper sous le vocable de « *smart islands* » : gestionnaires d'énergies, compteurs communicants, capteurs, batteries intelligentes, etc. Le développement des technologies énergétiques renouvelables avec stockage et les innovations dans les batteries pourraient en effet améliorer le rendement des machines et apporter une solution à leur principale contrainte, leur intermittence. C'est ce qu'a bien compris l'île de la Réunion, avec son projet PEGASE, une centrale photovoltaïque associée à un système de stockage par batterie sodium-soufre : ce projet, développé à Saint-André contribue à la recherche permettant d'aller au-delà des 30 % d'énergies intermittentes sur le réseau⁴⁷⁴.

Le projet des Mille installations de gestion énergétique dans les îles (Millener), mené par EDF, est une opération pilote qui a pour objectif de tester les réseaux électriques intelligents (*smart grids*) et de favoriser l'intégration des énergies renouvelables dans les systèmes énergétiques insulaires (SEI) français⁴⁷⁵. Le Cirque de Mafate a ainsi été connecté au premier microgrid 100 % solaire de la Réunion le 27 juillet 2017⁴⁷⁶. La généralisation des chauffe-eaux solaires et l'installation croissante de panneaux photovoltaïque préfigurent ce que deviendront les bâtiments du futur : des mini-centrales électriques collectant *in situ* des énergies renouvelables. Ces réseaux intelligents pourraient constituer un puissant levier de l'action territoriale, spécialement au niveau opérationnel de la distribution, renouvelant ainsi les relations entre collectivités territoriales et gestionnaires des réseaux de distribution. Ils préfigurent les futurs schémas qui seront déployés y compris sur les grands réseaux continentaux qui devront s'adapter à la décentralisation massive de la production d'énergie, les consommateurs devenant également producteurs.

En Martinique, le démonstrateur Nemo, piloté par AKUO Energy et Naval Group, préfigure ainsi une centrale de production thermique des mers (centrale OTEC), pouvant alimenter 35 000 foyers d'ici 2020. Ce procédé permet également de produire de l'eau douce ou du froid pour la climatisation par

⁴⁷⁴ « Grâce au stockage, le réseau réunionnais va tolérer 32% d'électricité solaire en 2016 », *GreenUnivers*, 3 février 2016.

⁴⁷⁵ https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/75094_millener.pdf Consulté le 22 mars 2019.

⁴⁷⁶ <https://www.edf.fr/edf/accueil-magazine/la-reunion-teste-l-hydrogene-pour-stocker-l-energie-solaire> Consulté le 22 mars 2019.

grande profondeur (SWAC) tel qu'expérimentée à la Réunion, en Polynésie et en projet à la Martinique. Le Grenelle de l'environnement (2007) et ensuite le Grenelle de la mer (2009) amplifièrent la dynamique en identifiant les DOM-TOM comme des territoires propices à développer les énergies des océans. Le texte final du Grenelle de la mer ne manquait pas d'affirmer que « L'Outre-mer sera la vitrine technologique et le territoire d'expérimentation de la France en matière d'énergies marines renouvelables ». La publicisation de la transition énergétique des Outre-mer s'opère donc dans le cadre d'un système institutionnel régional, mais aussi dans celui d'un système qui reste fortement orientés par les directives nationales (voir les apports de la loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte (LTECV)).

D'autres technologies innovantes sont en cours de développement comme la climatisation solaire⁴⁷⁷ et les expérimentations en matière d'agri-énergie autour de la bagasse⁴⁷⁸. Ces technologies pionnières ont pour objectif d'expérimenter, dans les conditions réelles d'utilisation, des innovations encore au stade de la R&D afin d'en évaluer la faisabilité, très en amont de l'ouverture de marchés (Moisan, 2011). Ces démonstrateurs permettent aux ingénieurs de disposer d'une technologie expérimentale pour anticiper l'évolution du coût du kilowattheure. Ceux-ci permettent aux industriels de mettre en place des actions de communication publicitaire bien en amont de la commercialisation. Néanmoins, ces stratégies de *leapfrogging* restent des stratégies longues et coûteuses. Les îles (souvent les collectivités territoriales) doivent participer financièrement aux recherches et au développement des technologies. Les autorités ne le nient pas, l'intervention de l'argent public est indispensable malgré l'implication du secteur privé. De plus, cela reste un pari technologique risqué, car elles mettent en œuvre des technologies innovantes avec très peu de recul (Gallagher, 2006). On peut ici citer par exemple les mésaventures du projet houlomoteur CETO sur l'île de la Réunion⁴⁷⁹. Il y a donc nécessité de développer une propre expertise locale afin d'accompagner les décideurs locaux dans l'exercice de leurs nouvelles compétences (processus d'intelligence et de compétence territoriales). En effet, il est très difficile pour les élus de faire des choix face aux nombreux produits et projets qui leur sont proposés. C'est en ce sens que l'Agence Martiniquaise de l'Energie a été créée en 2012.

Section 3 : Des laboratoires vitrines de la transition énergétique

Cumulant les contraintes liées à l'insularité et la petitesse, ces territoires sont des laboratoires pour tester des nouvelles technologies énergétiques. Il n'est donc pas étonnant de voir émerger les îles

⁴⁷⁷ « La Réunion invente la climatisation solaire », *Clicanoo*, 3 décembre 2005.

⁴⁷⁸ <http://agriculture.gouv.fr/valorisation-de-la-biomasse-en-guadeloupe-0> Consulté le 22 mars 2019.

⁴⁷⁹ « Le cyclone Bejisa a endommagé un prototype houlomoteur à La Réunion », *Le Marin*, 24 janvier 2014.

comme échelle territoriale pertinente aujourd’hui pour porter des initiatives novatrices dans le champ de la transition énergétique. En reprenant les mots de Marie-Christine Zelem (2015 : 13), « la transition énergétique viendra des territoires qui fonctionnent comme de véritables laboratoires d’initiatives. ». Un avis du Conseil économique, social et environnemental (CESE) indiquait que « l’outre-mer doit être, désormais, clairement considéré comme un véritable laboratoire » pour la transition énergétique (Galenon, 2011 : 105). Dans son introduction aux actes du colloque « L’île laboratoire » tenu à l’Université de Corse en juin 1997, Anne Meistersheim (1999) rappelait que l’île a toujours été un « lieu d’utopie et d’expérimentation » pour les scientifiques et les ingénieurs. C’est « un objet récurrent de l’écologie scientifique » (Pelletier, 2011 : 489), un « laboratoire réflexif exemplaire de la science écologique » (Pelletier, 2011 : 494).

Avec les enjeux de la transition écologique, les îles deviennent de véritables territoires expérimentaux en matière de nouvelles technologies énergétiques, des « laboratoires hors les murs où la mise au point se fait par et dans la pratique⁴⁸⁰ ». Elles « sont considérées aujourd’hui comme des laboratoires parfaits, à haute visibilité pour les nouvelles énergies. » (Giralt et Payen, 2008 : 223). On assisterait ainsi « à un glissement progressif des représentations et de l’imaginaire insulaire » (Rosillette, 2017), qui sont caricaturalement celles d’un « ultime éden entre paradis touristique et sanctuaire naturel » (Dehoorne, 2014), « vers un discours aujourd’hui plus tourné vers l’innovation et les technologies de l’environnement⁴⁸¹ ». Confrontées à des problématiques énergétiques avant-gardistes, les îles permettent de mettre en œuvre des expérimentations concrètes où les résultats sont observables rapidement. Isolées et de petite taille, elles peuvent basculer plus rapidement qu’un autre territoire vers de nouvelles technologies, tout en permettant une démonstration à une échelle suffisamment grande pour faire école (rapidité des retours d’expérience)⁴⁸².

Le réseau est plus court, plus facile à appréhender et à modéliser dans son intégralité. On peut y tester des technologies avant qu’elles arrivent dans l’Hexagone. Ces territoires préfigurent des problèmes qui interviendront plus tard sur les grands réseaux avec le développement des énergies renouvelables. Comme l’indique François Bertrand et Elsa Richard (2010 : 5), « En France, les territoires d’outre-mer sont perçus selon une double approche, considérées à la fois comme réserve de savoir-faire et de

⁴⁸⁰ Entretien avec Yves Bouvier, Maître de conférences en histoire contemporaine, UMR 8138 - Sirice, Université Paris - Sorbonne, 24 août 2017.

⁴⁸¹ Entretien avec Alain Gioda, Chercheur, Montpellier, UMR 5569 Hydrosociétés, IRD, UM/CC MSE, 12 juillet 2017.

⁴⁸² Voir ici la série documentaire « Les îles du futur Pionnières de la transition énergétique » sur le site internet de la chaîne Arte. A travers 5 exemples (l’Islande, l’île de Samso, les Orcades, Madère et El Hierro), ces reportages nous présentent bien comment les îles s’inscrivent continuellement dans la rupture technologique en se présentant à leurs voisins continentaux comme les nouveaux modèles énergétiques de référence.

solutions inédites d'adaptation pour la France hexagonale et comme relais aptes à diffuser les savoir-faire français et à exercer la solidarité envers d'autres territoires insulaires moins préparés. »

L'inauguration de la première centrale éolienne française avec stockage à la Guadeloupe en juin 2016 est ici un bon exemple de cette politique de reproductibilité technologique recherchée entre l'Outre-mer et l'Hexagone⁴⁸³. Nous pouvons par ailleurs noter que l'accélération des phénomènes naturels violents dans les îles, comme les tempêtes ou les cyclones, vont pousser les industriels à développer des technologies innovantes sur ces territoires (technologies éoliennes aux mâts rabattables par exemple⁴⁸⁴) qui pourront potentiellement être commercialisées à l'échelle mondiale. (Figure 28)



Figure 28. Les éoliennes rabattables Vergnet ont résisté à l'ouragan IRMA. Crédit photo Vergnet.

Cela confirme la thèse que le changement climatique accélère le processus d'« innovation climatique » (Touzard, 2017) et tend à reconfigurer les « logiques spatiales de l'innovation » (Griset et Fernandez, 2007), notamment dans le champ de l'énergie.

Enfin, une motivation particulière et spécifique aux îles les conduit à montrer l'exemple à leurs voisins continentaux en se présentant comme les nouveaux modèles énergétiques de référence. L'Outre-mer se présente ainsi comme « vitrine technologique sur le monde » (ADEME, 2015 : 9), « une vitrine technologique de la France » (Stracom, 2008 : 41), certaines expériences menées dans ces territoires

⁴⁸³ « Marie-Galante: Inauguration de la première centrale éolienne avec stockage », *Outremers360*, 30 juin 2016.

⁴⁸⁴ « Quand les éoliennes résistent à l'ouragan Irma », *Le Monde de l'Énergie*, 14 septembre 2009.

pouvant être adaptées à l'Hexagone et diffusées régionalement. Ces territoires constituent en effet des avant-postes français, et plus largement européens au milieu de territoires non européens. En 2014, la ministre Ségolène Royal indiquait que les Outre-mer avaient « pour réussir cette mutation de pressantes raisons et de nombreux atouts. L'enjeu dès lors n'est plus de rattraper un vieux modèle à bout de souffle mais de devancer et d'entraîner⁴⁸⁵. » Il y a un effet « pilote régional » qui joue, les îles étant généralement des portions d'archipels où les solutions validées peuvent être généralisées facilement, avec des bénéfices économiques et politiques rapides (Pacifique, océan Indien, Caraïbes pour les îles françaises). « La Réunion est un petit laboratoire de tous les problèmes du monde » disait ainsi fièrement l'ancien Président du Conseil régional de la Réunion, Paul Vergès⁴⁸⁶. La transition énergétique offrirait ainsi un « rayonnement territorial » à ces territoires à travers la modernisation intellectuelle et technologique (Crusol, 2007(a)), les projets technologiques répondant à des objectifs politiques précis. Selon Louis Marrou et Nina Soulimant (2011), ces projets sont en effet souvent des vitrines pour un pays, une région ou une filière industrielle. Les bonnes pratiques développées en Martinique et en Guadeloupe dans le secteur de l'énergie peuvent essaimer dans les territoires alentours, d'influence anglo-saxonne et plus particulièrement états-unienne. Par exemple, la France a, jusqu'à 2015, fait office de pionnière en terme de géothermie, la Guadeloupe étant le seul territoire caribéen utilisant la géothermie pour produire de l'électricité. Cela a participé à mettre la France en position de challenger dans le développement commercial de cette filière industrielle⁴⁸⁷.

A ce titre, nous pouvons dire que l'Hexagone souhaite profiter de « l'intérêt stratégique des insulaires ». Jean Crusol (2007(b) : 15) définit « l'intérêt stratégique des insulaires » comme « l'intérêt offert à une métropole par un territoire insulaire qui lui permet d'obtenir un avantage en matière de sécurité ; de défense ou d'attaque militaire, en matière économique (proximité d'un gisement ou d'un marché, positionnement sur une route aérienne ou maritime...) ou symbolique (possibilité de rayonnement international...). » Aujourd'hui le Canada, les États-Unis et de nombreux États européens cherchent à s'implanter dans ces territoires. La Chambre Franco-Allemande de Commerce et d'Industrie (CFACI) a d'ailleurs organisé depuis 2016 plusieurs séminaires afin d'intéresser les entreprises allemandes au marché caribéen. À l'heure où la spécialisation sectorielle des territoires est un enjeu majeur de compétitivité dans une économie mondialisée (Artus et Fontagné, 2006), ces

⁴⁸⁵ Déclaration de Mme Ségolène Royal, ministre de l'écologie, du développement durable et de l'énergie, sur les engagements de la France en matière de protection de la biodiversité et de lutte contre le dérèglement climatique dans les Outre-mer, à Pointe-à-Pitre le 24 octobre 2014. <http://discours.vie-publique.fr/notices/143002505.html> Consulté le 22 mars 2019.

⁴⁸⁶ Discours de Paul Vergès lors de la 10^{ème} conférence des entreprises locales d'Outre-mer à Saint-Denis de La Réunion le mercredi 19 novembre 2008.

⁴⁸⁷ « La filière française de la géothermie se lance à l'assaut du marché mondial », *Les Echos*, 25 mars 2014.

projets technologiques territoriaux sont des marqueurs de différenciation par rapport aux autres régions, d'identification et de reconnaissance.

Dans cette optique, la Région Réunion a organisé une Conférence Internationale Climate - Energie - « Les Iles et le changement climatique : Opportunités, Résilience, Adaptation » du 24 au 26 juin 2014 afin de mettre en avant sa politique volontariste en matière d'excellence énergétique et de lutte contre l'empreinte écologique⁴⁸⁸. Afin de poursuivre cette dynamique, notons que la Région Réunion organisait du 4 au 7 octobre 2017 en partenariat avec le Réseau de Gouvernements Régionaux pour le Développement Durable (nrg4SD), la deuxième édition de la Conférence internationale sur l'adaptation au changement climatique intitulée *Les îles, terres de solutions innovantes pour tous les territoires*. L'île se donnait alors comme objectif d'être « une référence pour d'autres régions, en particulier les territoires insulaires extrêmement vulnérables et les régions ultrapériphériques européennes (RUP), en termes d'autonomie énergétique et de solutions durables innovantes⁴⁸⁹. »

En déplacement à la Martinique en septembre 2014, la ministre de l'Environnement, de l'Énergie et de la Mer, Ségolène Royal, déclara que « La Martinique peut devenir le laboratoire de ce que peut être le nouveau modèle énergétique français ». Comme l'indiquait le rapport Martinique, île durable territoire à énergie positive pour la croissance verte 2015-2020 (AME, 2015 : 4) : « L'insularité de la Martinique représente une opportunité inédite pour le déploiement des technologies françaises et européennes. Elle constituerait une vitrine de l'excellence européenne dans le bassin caribéen et pour les régions qui partagent les mêmes problématiques environnementales et socioéconomiques. » La transition énergétique devient ainsi une « marque territoire » (Rochette, 2012) que les îles cherchent à vendre et à valoriser. Elle offre une tribune médiatique à des îles en quête de reconnaissance afin d'afficher leur réussite et leur dynamisme. Elle permet aussi aux territoires de bonifier et de communiquer sur leur offre territoriale de manière à attirer des investissements ainsi que des entreprises dans une démarche promotionnelle (Houllier-Guibert, 2012).

De plus, il faut noter que l'enjeu est grand pour les grandes firmes également qui ont besoin d'expérimenter sur ces territoires des technologies qu'ils devront déployer plus tard sur les grands réseaux continentaux. En ce sens, ces territoires constituent des pôles stratégiques clefs sur lesquels les acteurs de l'énergie cherchent à se positionner. Il y a une double concurrence : entre les territoires

⁴⁸⁸ Franceinfo, Ouverture de la Conférence Climat-Energie à La Réunion, 24 juin 2014. <https://la1ere.francetvinfo.fr/reunion/2014/06/24/ouverture-de-la-conference-climat-energie-la-reunion-163719.html> Consulté le 22 mars 2019.

⁴⁸⁹ Voir le programme de la Conférence. http://www.nrg4sd.org/wp-content/uploads/2015/06/ICProgram_FR.pdf Consulté le 18 mars 2019.

qui se positionnent et les compagnies qui cherchent à s’implanter. Cette dernière est toutefois plus récente mais a tendance à s’affirmer. Le marketing territorial prend donc une ampleur particulière dans l’agenda politique, du fait du caractère unique et novateur des projets. Cette communication se réalise sur un terreau favorable, à la croisée des politiques énergétiques et des politiques d’innovation.

Conclusion

L’examen de la trajectoire de trois îles d’Outre-mer a montré comment la transition énergétique s’inscrit dans des logiques territoriales qui lui sont propres, structurées selon les intérêts des acteurs et par des particularismes géographiques. En citant Nadaï *et al.* (2015 : 203) : « La mobilisation autour de projets s’opère en relation avec des enjeux de développement territorial, des héritages sociaux et spatiaux locaux. Les trajectoires innovantes sont donc toujours singulières. Elles ne peuvent être répliquées dans leur contenu. ». L’exemple des îles d’Outre-mer nous oblige donc à porter un regard attentif sur l’histoire longue de ces territoires pour bien comprendre les trajectoires locales actuelles de transition énergétique.

Nul doute que le patrimoine naturel est un atout pour ces territoires. Soleil, vent, courants et houle, géothermie, énergie thermique des mers... Les idées ne manquent pas pour réussir la transition vers une société post-carbone. Et pourtant, le défi reste difficile pour un grand nombre de territoires. La transition demeure fragile. En effet, si certains territoires font figure d’exemples, d’autres peinent à exploiter leur potentiel et à mettre en place les solutions de leur transition énergétique. Entre 2012 et 2014, trois nouvelles unités fonctionnant au fioul sont entrées en service dans les territoires ultramarins : Port-Est à la Réunion, Bellefontaine en Martinique et Pointe Jarry en Guadeloupe. Cette situation est symbolique de ce verrouillage que continuent d’exercer les sources d’énergie fossiles sur les systèmes énergétiques des Outre-mer (*carbon lock-in*). A titre d’exemple, le recours aux énergies fossiles pour produire l’électricité a ainsi augmenté de 1,3 % en Guadeloupe entre 2014 et 2015, la dépendance énergétique n’ayant pratiquement pas diminué entre 2008 (89 %) et 2016 (88 %).

La production de base s’appuyant sur le pétrole et le charbon est d’autant plus problématique que les prix des énergies fossiles restent encore aujourd’hui à des niveaux très bas et que l’évolution des prix reste soumise à de fortes controverses chez les économistes (ce qui participe à créer de l’incertitude). Des efforts supplémentaires doivent donc être réalisés bien au-delà de la production d’énergies vertes, qu’ils s’agissent des transports, de l’industrie, de l’agriculture ou du tourisme (Ceron et Dubois, 2012).

A la Martinique en 2016, les carburants pour les transports représentaient plus de 60 % de la consommation d'énergie finale tandis que la part des énergies renouvelables n'est que de 1,5% (OMEGA/AME, 2017 : 29). L'année 2016 enregistrait à la Guadeloupe une augmentation de 1,9 % des consommations liées à l'électricité et de 3,8 % dans le secteur des transports par rapport à 2015 (OREC Guadeloupe, 2017 : 2). On ne peut donc pas parler de transition énergétique sans intégrer pleinement le transport dans la réflexion (Tableau 4).

Dans ce contexte, la transition énergétique est un projet de territoire qui doit s'orienter vers des actions prioritaires bien ciblées et conduites dans la durée. Le fait que la transition énergétique par son aspect innovant et populaire soit portée comme un projet politique la met en danger.

	Martinique		Guadeloupe		Réunion	
	Taux de dépendance énergétique %	% d'électricité d'origine renouvelable	Taux de dépendance énergétique %	% d'électricité d'origine renouvelable	Taux de dépendance énergétique %	% d'électricité d'origine renouvelable
2008	94,4	2,48	89,00	13,65	87,1	36,00
2009	93,7	2,84	92,00	11,72	87,7	32,5
2010	94,1	2,72	97,00	8,63	87,5	33,8
2011	94,8	3,44	92,00	12,05	88,3	30,3
2012	94,4	6,30	92,00	15,58	87,2	34,6
2013	94,3	5,80	89,00	17,45	86,2	37,8
2014	94,00	6,92	89,00	18,45	86,8	33,00
2015	93,8	7,00	88,00	17,83	86,1	36,00
2016	93,75	7,00	88,00	17,59	86,6	34,00

Tableau 4. Evolution de la situation énergétique de la Martinique, de la Guadeloupe et de la Réunion de 2008 à 2016. Sources : OMEGA/AME, 2017 ; OREC Guadeloupe, 2017 ; SPL Énergies Réunion/OER, 2017. Réalisé par auteurs.

En Martinique, le secteur de l'énergie a été particulièrement impacté devant la volonté de faire table rase des initiatives précédentes. L'alternance politique associée à une refonte des institutions principales, à savoir la fusion de la Région et du Département en une nouvelle entité dénommée « Collectivité Territoriale de la Martinique », a remis en cause les précédentes orientations à tous les niveaux. Les outils créés au cours de la mandature précédente ont été abandonnés, privant le territoire d'une expertise locale et de moyens d'action précieux (Société d'Economie Mixte Energie de Martinique, Agence Martiniquaise de l'énergie (AME), SPL Martinique énergies nouvelles). Les élections de décembre 2015 en Martinique ont de plus stigmatisé l'opposition à la centrale biomasse

Albioma⁴⁹⁰, puis au projet d'énergie thermique des mers Nemo⁴⁹¹. La transition énergétique appelée de leurs vœux par l'Etat et par les collectivités locales se retrouve également entravée par ces mêmes institutions confrontées à des arbitrages économiques et politiques motivés par des intérêts contradictoires voire contraires. C'est particulièrement prégnant si on se réfère à la récente démission du ministre de la Transition écologique et solidaire Nicolas Hulot, qui faisait part des contradictions au sein de l'Etat entre les discours et les actes, la volonté et les moyens, et surtout l'opposition fondamentale entre système libéral (croissance à tout prix) et sauvegarde de la planète.

Enfin, il convient d'insister que le fait que les questions du stockage d'énergie et de prévision de la ressource solaire et éolienne constituent des enjeux cruciaux pour le déploiement des énergies renouvelables en Outre-mer. Ainsi, il existe des limites dans le développement des énergies intermittentes qui reposent sur la nécessité de garantir l'absence de blackout. Afin d'éviter de porter atteinte à la sûreté du système électrique, l'introduction de sources intermittentes d'énergie devrait rester en deçà du seuil de 30 % (Mahiou, 2013)⁴⁹². Cette situation est vraie pour le photovoltaïque sans stockage qui est par nature peu prévisible et intermittent. Le stockage d'énergie permet en effet de palier les incertitudes sur la ressource, de compenser la sous-production, tandis que la prévision sur la ressource permet d'anticiper sur les moyens de production à mobiliser pour garantir l'équilibre offre/demande. L'Agence internationale de l'énergie (AIE) a publié le 6 juin 2017 son dernier rapport sur les perspectives technologiques en matière d'énergie. Elle y réaffirme clairement le rôle clé que peut jouer l'électricité décarbonée, associée à des solutions de stockage, pour atteindre les objectifs de lutte contre le changement climatique (AIE, 2017 : 62). Nous pensons que le déploiement des énergies renouvelables devrait donc s'intensifier avec le progrès technique dans le secteur des batteries, boosté par la conversion de l'industrie automobile à l'électricité, mais aussi via les autres formes de stockage telles que le thermique (froid/chaud), l'inertiel (volant d'inertie), le gravitaire (retenues collinaires, barrages et stations de transfert d'énergie par pompage) et l'hydrogène. Les grands acteurs de l'énergie (notamment EDF) développent actuellement des projets dans le secteur du stockage de grosses capacités centralisées (plusieurs mégawatts) et pilotées par le gestionnaire de réseau. La transition énergétique des Outre-mer se fera avant tout par la généralisation du concept de consommateur/producteur.

⁴⁹⁰ La biomasse est toujours rejetée par la mandature en place qui n'apparaît même plus dans la PPE (uniquement dans le volet « validé avant la PPE) au bénéfice d'une filière d'éthanol improbable.

⁴⁹¹ Le projet Nemo a été suspendu en avril 2018 pour des raisons (officielles) liées à des difficultés techniques et des risques environnementaux.

⁴⁹² Les experts ne sont néanmoins pas tous d'accord concernant ce seuil de puissance installée.

Les résultats en août 2017 de l'appel d'offres lancé en décembre 2016 pour la construction d'installations solaires en Corse et dans les départements d'Outre-mer ont montré l'intérêt économique du photovoltaïque avec stockage avec un prix moyen de 113,6 €/MWh. Ce prix est en baisse de plus de 40 % par rapport à l'appel d'offres précédent de 2015⁴⁹³. Ces technologies entrent en effet en réelle compétition avec les centrales électriques traditionnelles, tout en renforçant l'accès des particuliers (investissements privés) aux énergies renouvelables, qu'il s'agisse des panneaux solaires ou des éoliennes. C'est d'ailleurs ce qui est clairement prôné au niveau local : que la CSPE finance de l'investissement (CAPEX) plutôt que du fonctionnement (OPEX).

Notons enfin que cette dynamique d'innovations existe aussi dans l'Hexagone, où de petites communautés insulaires cherchent elles aussi à tirer des avantages économiques et sociaux issus du large potentiel énergétique de leur environnement⁴⁹⁴. Pour autant, la transition énergétique des îles françaises reste délicate du fait de la hiérarchie et de la structure politique même de l'Etat. Le modèle des petites îles écossaises ou scandinaves énergétiquement autonomes est difficilement reproductible en France. Comme le soulignait une responsable de l'Association des Îles du Ponant :

« Les îles d'Ecosse ont un accès direct avec le gouvernement central, chose que nous n'avons pas en France. L'accès au pouvoir décisionnel des îles écossaises est beaucoup plus simple. En France, la hiérarchie bloque⁴⁹⁵. »

Une meilleure prise en compte des problématiques énergétiques insulaires semble néanmoins s'opérer aujourd'hui. Dans le cadre des débats autour du projet portant sur la loi Elan, le Sénat a adopté en juin 2018 deux amendements visant à autoriser la construction d'éoliennes dans les zones non interconnectées au réseau électrique métropolitain⁴⁹⁶. Cette mesure concerne plus spécifiquement les petites îles où l'implantation des machines est rendue difficile par la loi littoral.

Pour le sénateur Michel Canevet :

« Les îles sont les territoires les plus appropriés pour mener des expériences dans les énergies renouvelables. Elles doivent être exemplaires d'un point de vue énergétique. Or, en France, on a une surréglementation qui fait que c'est extrêmement difficile de mener

⁴⁹³ Communiqué de presse, Résultats de deux appels d'offres pour les installations de production d'électricité d'origine renouvelable en Corse et dans les départements d'Outre-mer, ministère de de la Transition écologique et solidaire, Paris, 10 août 2017.

⁴⁹⁴ Certaines îles du Ponant, Molène, Ouessant et Sein, se sont fixées l'objectif d'atteindre l'autonomie énergétique dans une dizaine d'années. A Ouessant, il est prévu d'installer dans le Fromveur une ferme hydrolienne composée de deux à trois machines qui garantiront à l'île sa quasi autonomie énergétique.

⁴⁹⁵ Entretien avec Emilie Gauter, chargée de mission énergie à l'Association des îles du Ponant, 22 mai 2018.

⁴⁹⁶ https://www.senat.fr/enseignement/2017-2018/631/Amdt_336.html Consulté le 18 mars 2019

des projets. Les contraintes administratives sont très dures, les procédures longues. Par exemple, la loi littoral ne permet pas d'implanter des éoliennes en bordure du littoral et exige une distance minimale de 500 mètres entre les machines et les habitations. Sur les petites îles comme Ouessant ou Sein, la mer est partout et la loi littoral s'applique partout. Il est donc impossible de mettre de l'éolien sur ces territoires dépendants du fioul. Ces amendements visent à débloquent cette situation⁴⁹⁷. »

Ainsi, la transition énergétique en milieu insulaire est de nature plurielle et il n'existe pas un modèle unique qui serait répliquable à d'autres territoires insulaires. La poursuite des objectifs de la loi de 2015 sur la transition énergétique pour la croissance verte se fera en fonction des contextes et des projets de développement qui sont propres aux îles d'Outre-mer. L'objectif de maîtrise de la consommation d'énergie devra être porté par une politique ambitieuse dans ce domaine en visant notamment les transports et l'habitat. Dans un contexte de croissance de la demande d'énergie, le développement de systèmes de production d'électricité renouvelable ne suffira pas. Des changements structurels dans les comportements sont nécessaires, changements s'inscrivant dans la sobriété énergétique.

⁴⁹⁷ Entretien avec Michel Canevet, sénateur du Finistère et porteur de l'un des amendements, 30 août 2018.

Références

ADEME, 2015, *Outre-mer, le grand potentiel*, Magazine ADEME&VOUS, n.81, décembre 2014, janvier 2015, 16p.

AIE, 2017, *Tracking Clean Energy Progress 2017*, Energy Technology Perspectives 2017 Excerpt Informing Energy Sector Transformations, 116p.

AME, 2015, *Martinique, île durable, Territoire à énergie positive pour la Croissance Verte 2015-2020*, 52p.

Artus P. et Fontagné L., 2006, Évolution récente du commerce extérieur français, *Rapport du Conseil d'analyse économique*, n° 64, 255p.

Atlante, 2016, *Réforme de la CSPE : les énergies carbonées au service de la transition énergétique*, article du 15 janvier 2016. <http://atlante.fr/blog/reforme-de-la-cspe-les-energies-carbonees-au-service-de-la-transition-energetique/>

Bareigts E. et Fasquelle D., 2014, *Rapport d'information sur l'adaptation du droit de l'énergie aux Outre-mer*, déposé par la commission des affaires économiques, enregistré à la Présidence de l'Assemblée nationale le 17 septembre 2014, Paris, 92p.

Bayon D., 2007, « Des économies vulnérables et dépendantes », in Levratto N. (ed), *Comprendre les économies d'outre-mer*, Chapitre 2, L'harmattan, Paris, p. 67-103.

Bertrand F. et Richard E., 2010, « Adaptation des territoires insulaires : éléments de réflexion à partir de deux îles françaises (Ré et La Réunion) », *VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement*, Vol. 10, n° 3, DOI : 10.4000/vertigo.10473

Bouvier Y. (dir.), 2012, *Les défis énergétiques du XXI^e siècle. Transition, concurrence et efficacité au prisme des sciences humaines*, P.I.E. Peter Lang, Bruxelles, p. 103-110

Ceron, J.-P. et Dubois G., 2012, « Le tourisme dans l'outre-mer français face à la contrainte carbone », *Mondes en développement*, vol. 157, n° 1, p. 11-28.

Crusol J., 2007(a), Les îles face aux enjeux du XXI^e siècle : statuts politiques, modernisation et capacité d'affronter la globalisation, in Lambourdière E. (dir.), *Les Caraïbes dans la géopolitique mondiale*, Ellipses, Paris, p. 87-133.

Crusol J., 2007(b), « Les ruptures politique d'après-guerre : la bipolarisation du monde et les voies divergentes de décolonisation insulaire », in Lambourdière, E., (dir.), *Les Caraïbes dans la géopolitique mondiale*, Paris, Ellipses, p. 11-47.

David P. A., 1986, Understanding the economics of QWERTY, in Parket W. N. (Ed.) *Economic History and the Modern Economist*, Blackwell, Oxford, p. 30-49.

Dehoorne O., 2014, « Les petits territoires insulaires : positionnement et stratégies de développement », *Études caribéennes* [En ligne], n°27-28, mis en ligne le 14 août 2014, consulté le 28 août 2017. DOI : 10.4000/etudescaribeennes.7250

Dosi G., 1982, Technological paradigms and technological trajectories: A suggested interpretation, *Research Policy*, 11(3), p. 147-162.

Durand L., Pecqueur B., Senil N., 2015, « La transition énergétique par la territorialisation », in Scarwell H.-J., Leducq D., Groux A. (dir.), *Réussir la transition énergétique*, Presses Universitaires du Septentrion, Lille, Collection Environnement et société, p. 29-36.

Farinelli U. et al., 1999, *Energy as Tool for Sustainable for African, Caribbean and Pacific countries*, Development European Commission and UNDP, New York, 160p.

Finon D., 2008, « Force et inertie de la politique nucléaire française. Une co-évolution de la technologie et des institutions », in Comité pour l'histoire économique de la France (dir.), *Etat et Energie, XIX^e-XX^e siècle*, La Documentation Française Paris, p. 183-215.

Fudenberg D. et al., 1983, "Preemption, Leapfrogging, and Competition in Patent Races", *European Economic Review*, 1983, vol. 22, issue 1, p. 3-31.

Fong M.-W., 2009, "Technology leapfrogging for developing countries". In: *Encyclopedia of Information Science and Technology*, Khosrow-Pour, Mehdi, Ed. Information Science Reference, Hershey, Pa, USA, p. 3707-3713.

Galenon P., 2011, *Les énergies renouvelables Outre-mer : laboratoire pour notre avenir*, Les avis du Conseil Économique, Social Et Environnemental, Les éditions des Journaux Officiels Paris, 114p.

Gallagher K.S., 2006, "Limits to leapfrogging in energy technologies? Evidence from the Chinese automobile industry", *Energy Policy*, v. 34(4), p. 383-394.

Giralt M., Payen A., 2008, « Politiques énergétiques et insularité », in Nadia M. et Guerassimoff G. (dir.), *Iles et énergie : un paysage de contrastes*, Presses Des Mines, Paris, Collection Libres Opinions, p. 207-226.

Gouvernement de la Polynésie française, 2015, Plan de transition énergétique 2015-2030, Conseil des Ministres, 2 novembre 2015. https://m.la1ere.francetvinfo.fr/polynesie/sites/regions_outremer/files/assets/documents/plan_de_transition_energetique_2015-2030.pdf

Griset P. et Fernandez A., 2007, « Les logiques spatiales de l'innovation, XIX^e-XX^e siècles », *Histoire, économie & société*, vol. 26e année, no. 2, 2007, p. 3-13.

Houllier-Guibert C.E., 2012, « De la communication publique vers le marketing des territoires : approche microsociologique de la fabrication de l'image de marque », *Gestion et management public*, volume 1/2, (2), p. 35-49.

Le Gall O. et al., 2017, Revue de dépenses Péréquation tarifaire de l'électricité avec les zones non interconnectées, Inspection générale des finances, 205p.

Lefevre J.-C., 1990, « De la protection de la nature à la gestion du patrimoine naturel », in Jeudy H. P. (dir.), *Patrimoines en folie*, Editions de la Maison des Sciences de l'Homme, Paris, p. 29-75.

Liotard C., 2008, « L'électricité dans les îles : vers une production durable ? », dans Nadia Maizi, N. et Guerassimoff, G. *Iles et énergie : un paysage de contrastes*, Paris, Presses des Mines, Collection Libres Opinions, p. 143-170.

Mahiou B., 2013, « Gérer les énergies intermittentes pour la production d'électricité dans des îles », *Annales des Mines - Responsabilité et environnement*, vol. 69, no. 1, p. 60-71.

Marrou L. et Soulimant N., 2011, « Baisse de la population et concept d'île renouvelable dans l'archipel des Açores », in Taglioni F. (dir.), *Insularité et développement durable*, IRD Editions, Marseille, Col. Objectifs Suds, p. 107-129.

Meistersheim A., 1999, *L'île laboratoire*, Ed. Alain Piazzola, Ajaccio, 459p.

Moisan F., 2011, « Du fonds démonstrateur aux investissements d'avenir : promouvoir une offre française dans le domaine des technologies vertes », *Annales des Mines - Responsabilité et environnement*, vol. 61, n° 1, p. 109-115.

Nadaï A. *et al.*, 2015, « Les territoires face à la transition énergétique, les politiques face à la transition par les territoires ? » in Laville, B., Thiébault, S. et Euzen, A., *Quelles solutions face au changement climatique*, CNRS Editions, Paris, p. 196-204.

Nicolas T., 2007, « L'insularité aujourd'hui : entre mythes et réalités », *Études caribéennes*, n°6, DOI : 10.4000/etudescaribeennes.509

OMEGA/AME., 2017, *Bilan énergétique Martinique 2016*. Chiffres clés, 72p.

OREC Guadeloupe, 2017. Bilan énergétique Guadeloupe 2016, 40p.

Pecqueur B., 2006, « Le tournant territorial de l'économie globale », *Espaces et sociétés*, n°124-125, vol. 1, p. 17-32.

Pecqueur B., 2007, « L'économie territoriale : une autre analyse de la globalisation », *L'Économie politique*, n°33, vol. 1, p. 41-52.

Pelis Y., 2005, *Les nouveaux défis de l'énergie à la Martinique*, Publibook, Paris, 150p.

Pelletier P., 2011, « Post face : l'île-laboratoire, le retour ? » in Taglioni F. (dir.), *Insularité et développement durable*, IRD Editions, Marseille, p. 489-504.

Quirion Ph., 2015, « Quels soutiens aux énergies renouvelables électriques ? », *Revue française d'économie*, 2015/4 (Volume XXX), p. 105-140. DOI 10.3917/rfe.154.0105

Rochette C., 2012, « L'approche ressources et compétences comme clé de lecture du processus d'élaboration d'une ressource originale : la marque territoire », *Gestion et management public*, volume 1/1, n° 1, p. 4-20.

Rosillette J., 2017, « La Réunion : vers une autonomie énergétique ? », *Le Monde de l'Énergie*, 14 avril 2017. <https://www.lemondedelenergie.com/la-reunion-vers-une-autonomie-energetique/2017/04/14/>

SPL Énergies Réunion/OER., 2017, *Bilan énergétique île de La Réunion 2016*, Édition 2017, 10p.

Stracom., 2008. Ministère de l'Intérieur, de l'Outre-Mer et des collectivités territoriales, novembre 2008.

Territoires des Iles Wallis et Futuna., 2017, *Programmation pluriannuelle de l'énergie pour les Iles Wallis et Futuna 2016-2018 / 2019-2023*, mars 2017, 42p.

Touzard J.-M., 2017, « Innover face au changement climatique », *Innovations*, vol. 54, n° 3, p. 5-13.

Zelem M.-C., 2015, « Réussir la transition énergétique. Quelles dynamiques de changement ? » *in* Scarwell H.-J., Leducq D., Groux A. (dir.), *Réussir la transition énergétique*, Presses Universitaires du Septentrion, Lille, Collection Environnement et société, p. 13-16.

Conclusion de la deuxième partie

Cette deuxième partie de travail de thèse a historicisé la trajectoire des énergies marines renouvelables en France au regard de la structure politique et économique de son système énergétique.

Nous avons montré que le développement des énergies marines au cours des années 2000 trouve ses racines dans la combinaison de plusieurs processus qui renvoient tout autant à des dynamiques politiques et symboliques qu'à des dynamiques industrielles et technologiques. Tout au long de cette décennie, les autorités publiques ont reçu des signaux d'alerte qui les ont poussées à mettre à l'agenda politique la question des énergies marines, et plus spécifiquement celle de l'éolien en mer. Le processus d'institutionnalisation des énergies marines renouvelables est une réponse à l'identification de deux problèmes : d'une part, celui d'une nécessité de développer les énergies renouvelables et, d'autre part, celui d'une « non mise en valeur » des atouts français dans le domaine maritime.

Les pouvoirs publics ont répondu à cet enjeu des énergies marines avec, entre autres, le lancement d'un premier appel d'offres pour l'éolien marin en 2004 (chapitre 4) et par l'annonce d'un plan ministériel pour développer les énergies marines en 2009 (chapitre 5). Dans les deux cas, la légitimation des technologies s'est appuyée sur des valeurs collectives, qui sont à la fois celles de la rhétorique environnementaliste et de l'imaginaire maritimo-énergétique d'abondance (la mer est présentée comme une perspective « enchantée » au-delà des limites des ressources terrestres)⁴⁹⁸. Les discours promotionnels furent délibérément insérés dans un récit national mythologisé⁴⁹⁹, confirmant notre hypothèse que les énergies marines s'inscrivent dans une dimension technopolitique.

Ce travail a souligné que la « mise en politique » des énergies marines s'est opérée dans le cadre d'un système institutionnel certes national, mais aussi dans un système régional et européen. Ce sont des initiatives régionales qui ont porté les premiers projets éoliens offshore en France à la fin des années 1990. A cette dynamique régionale s'est couplée une dynamique européenne volontariste pour développer les énergies renouvelables. La dynamique d'institutionnalisation des énergies marines se synchronise avec un processus de convergence transnationale, qui a pris la forme d'une tentative de

⁴⁹⁸ « Les océans, c'est toute la richesse énergétique ». Propos de Jean-Louis Borloo, L'invité de Christophe Barbier, *La Chaine Info*, 17 juillet 2009.

⁴⁹⁹ « La France de Cousteau et de Tabarly doit reprendre son leadership ». Propos de Jean-Louis Borloo dans Le Grenelle de la mer se jette à l'eau, *Ouest France*, 04 avril 2009.

rattrapage de la France par rapport à ses homologues européens. C'est dans ce cadre que les industriels vont se servir de Bruxelles pour légitimer le développement des énergies en mer à l'échelle nationale.

Néanmoins, nous avons montré que l'institutionnalisation des énergies marines s'est heurtée aux éléments fondamentaux historiquement construits du système énergétique : l'interventionnisme centralisateur de l'Etat et la primauté du nucléaire. Le processus de légitimation de l'éolien marin est mis à mal par les controverses technico-économiques et par les controverses sociotechniques que l'action publique ne sait réguler. Cette première tentative d'institutionnalisation de l'éolien en mer en France s'est ainsi soldée par un échec. Quant au Grenelle de la mer, s'il s'est avéré porteur d'espoir à ses débuts, il déboucha finalement sur peu d'actions concrètes pour les énergies marines. A ce titre, nous défendons l'idée que ces deux séquences (la trajectoire de l'éolien en mer en France entre 1997 et 2007 et le Grenelle de la mer en 2009) ont inscrit les énergies marines dans un phénomène de « *hype-hope-disappointment* ».

Enfin, notre examen sur les îles (chapitre 6) nous a permis de souligner que les îles d'outre-mer jouent le rôle de laboratoires à haute visibilité de la politique énergétique de la France. Les caractéristiques géographiques des zones insulaires (la qualité de la ressource naturelle valorisable) offrent un cadre idéal pour tenter des expériences novatrices en matière de rupture technologique (stratégie de *leapfrogging*). La transition énergétique représente une marque territoriale que les ultramarins cherchent à vendre et à valoriser. Elle offre de plus une tribune médiatique à des îles en quête de reconnaissance afin d'afficher leur réussite et leur dynamisme. Toutefois, malgré un affichage ambitieux des objectifs énergétiques et les atouts géographiques certains, cette transition énergétique des îles françaises reste délicate, du fait de la structure hiérarchique de l'Etat et de la résistance des énergies fossiles.

TROISIEME PARTIE - L'ancrage territorial et la diversité du processus d'innovation

Introduction de la troisième partie

Cette troisième partie apporte une dimension exploratoire à ce travail de thèse. Elle vise à exposer, grâce à une approche multiscale (à la fois locale, régionale et nationale), la diversité et l'originalité d'expériences actuellement en cours en Europe dans le domaine des énergies marines renouvelables.

Les quatre chapitres qui composent cette partie sont le fruit de trois terrains d'enquête : l'Eurorégion Nouvelle-Aquitaine-Euskadi-Navarre (chapitre 7), l'Ecosse (chapitres 8 et 9) et les Pays-Bas (chapitre 10). A travers ces exemples, nous soulignerons comment les spécificités et les particularismes territoriaux ancrent le processus d'innovation énergétique dans des trajectoires spécifiques. Les Pays-Bas, le Royaume-Uni et la France ont des systèmes de production énergétique différents (Figure 29), des ressources territoriales propres, ce qui présage d'une grande diversité quant aux politiques énergétiques et aux choix technologiques.

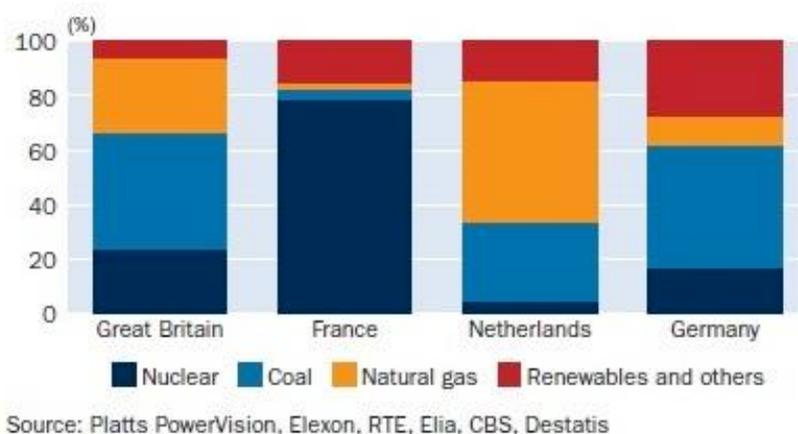


Figure 29. Histogramme des mix énergétiques de quatre pays européens. Extrait de Witowski Petra, "North-Western European power market coupling project launched", S&P Global Platts, 2014.

A travers le cas du Groupement Européen de Coopération Territoriale (GECT) Nouvelle-Aquitaine-Euskadi-Navarre, le chapitre 7 étudie la construction d'une politique d'innovation transfrontalière à l'heure de la « spécialisation intelligente des régions ». Nous verrons comment des arguments géographiques, couplés à une volonté politique, ont contribué à impulser une dynamique de coopération interrégionale dans le domaine des énergies marines renouvelables. Ce rapprochement institutionnel se donne un double objectif. Premièrement, il s'agit de porter des projets communs structurants de développement territorial (autour de la valorisation du littoral notamment). Deuxièmement, il s'agit de permettre, par « l'effet masse critique », de positionner le GECT dans une optique de différenciation et de compétitivité à l'échelle européenne.

Nous proposons ensuite d'examiner le développement des énergies marines en Ecosse. Nous avons fait le choix de scinder le cas écossais en deux axes de recherche : le projet politique (chapitre 8) et les expériences insulaires (chapitre 9). Qu'il s'agisse de réussites technologiques, d'objectifs énergétiques ou d'affichage à l'international, la trajectoire écossaise en matière d'énergies marines est sans commune mesure avec celles des autres territoires européens. En Ecosse, où l'histoire énergétique est un marqueur identitaire fort, le développement des énergies marines s'intègre dans un discours technopolitique de nature nationaliste. Nous proposerons, par la suite, un examen du modèle des petites îles écossaises énergétiquement autonomes. Nous verrons comment ces micro-collectivités ont su se montrer très proactives pour porter des projets technologiques innovants et fédérateurs dans le secteur des énergies renouvelables. C'est à ce titre que nous ferons une étude ciblée sur le cas de l'écosystème des Orcades et son laboratoire *European Marine Energy Centre* (EMEC). Nous défendrons l'idée que ces territoires insulaires constituent des modèles de réussite qui mériteraient d'être dupliqués. Au cœur d'un projet qui se revendique écologique, libéral, européen et insulaire, nous montrerons comment l'Ecosse s'est établie comme un leader dans le secteur des énergies marines renouvelables, en profitant au mieux de ses ressources territoriales.

Enfin, dans le chapitre 10, nous exposerons une expérience technologique originale du système énergétique des Pays-Bas. Les problématiques environnementales néerlandaises encouragent les ingénieurs à valoriser le patrimoine technologique existant par le processus de « multifonctionnalité ». Ce processus a conduit à la construction d'une trajectoire technologique territorialisée : *the energy tidal dikes*. L'objectif est de pouvoir répondre aux défis majeurs du XXI^e siècle des Pays-Bas (la montée des eaux et la décarbonisation de l'économie) à travers une seule et même infrastructure : la digue.

Chapitre 7 - Construire une politique publique d'innovation transfrontalière à l'heure de « la spécialisation intelligente » : une application à la filière énergies marines renouvelables dans l'Eurorégion Nouvelle-Aquitaine-Euskadi-Navarre⁵⁰⁰

Cross-border innovation public policy building at the time of smart specialization : Its application to the marine renewable energy sector in the Nouvelle Aquitaine-Euskadi-Navarre Euroregion

Sylvain ROCHE, Doctorant CIFRE en économie de l'innovation à la Région Nouvelle-Aquitaine. GREThA - UMR CNRS 5113 Université de Bordeaux.
sylvain.roche@u-bordeaux.fr

Guillaume CONNAN, Chargé de mission énergies marines à la Région Nouvelle-Aquitaine.
guillaume.connan@nouvelle-aquitaine.fr

Marc MOULIN, Directeur de l'Eurorégion Nouvelle-Aquitaine-Euskadi-Navarre.
marc.moulin@aquitaine-euskadi.eu

Résumé

Cette étude propose de revenir sur la mise en place d'une politique publique tournée vers les énergies marines renouvelables dans l'Eurorégion Nouvelle-Aquitaine-Euskadi-Navarre dans le cadre de la mise en œuvre des stratégies de « spécialisation intelligente » des régions (RIS3). L'objectif est de comprendre les dynamiques d'une construction d'action collective afin d'examiner les stratégies de valorisation des ressources territoriales et les convergences stratégiques d'acteurs transfrontaliers. En d'autres termes, c'est une analyse d'une politique d'innovation territorialisée basée sur notre propre observation que nous proposons. En quoi la spécialisation intelligente des régions invite-t-elle à repenser les stratégies eurorégionales transfrontalières ?

Introduction

Il semble aujourd'hui établi que les changements d'échelles constituent à la fois un déterminant fort et l'une des conséquences les plus marquantes des mutations profondes de l'action publique (Lequesne,

⁵⁰⁰ Cet article a été publié dans le numéro 62 de la revue *Politique européenne* : <https://www.cairn.info/revue-politique-europeenne-2018-4-page-8.html>

2008 ; Boisseaux *et al.*, 2011). La coopération transfrontalière fait indéniablement partie du quotidien des territoires européens⁵⁰¹, la frontière étant non plus appréhendée comme un handicap, mais comme une ressource par le potentiel de complémentarités et d'innovations qu'elle contient (Piermay, 2005 ; Moullé et Duhamel, 2015). Et si l'universitaire Marie-France Gaunard (2001) constate que « ces terres de confins semblent prendre ainsi une revanche sur leur passé d'espaces trop souvent marginalisés, en faisant de leur position géographique un atout », Chantal Mangin (2002 : 3) insiste pour sa part sur le fait que « l'interrégionalité est consubstantielle aux régions, dont les frontières sont vouées à être franchies. Elle ne les remet nullement en cause mais les pousse à coopérer davantage sur de grandes infrastructures et sur les services stratégiques ».

Des stratégies collectives peuvent en effet s'avérer efficaces pour assurer la compétitivité de ces espaces (Léon, 2005). Dans une telle perspective, grâce au groupement européen de coopération territoriale (GECT) instauré en juillet 2006, la coopération irait vers « un laboratoire de la gouvernance multi-niveaux d'un territoire transfrontalier » (Charles-Le Bihan, 2017 : 195). Le GECT Nouvelle-Aquitaine-Euskadi-Navarre créé en 2011 va ainsi construire sa propre stratégie eurorégionale en fonction de ses « avantages différenciatifs » en valorisant ses ressources territoriales spécifiques (Gumuchian et Pecqueur, 2007). Cette démarche se veut alors un transfert des politiques de spécialisation intelligente (*smart specialisation*) à l'échelle eurorégionale dans le cadre de la mise en place de la stratégie « Europe 2020 » (Lefebvre, 2017).

A l'heure où le fait régional en Europe se retrouve au cœur de différents travaux universitaires⁵⁰² et où les Assises européennes de la transition énergétique ont fait de la coopération frontalière sa thématique pour l'édition 2018, il nous a semblé intéressant de revenir sur la construction d'une politique d'innovation du GECT Nouvelle-Aquitaine-Euskadi-Navarre en prenant comme champ d'étude les énergies marines renouvelables (EMR). L'objectif est ici d'analyser les dynamiques d'une construction d'action collective afin d'examiner les stratégies de valorisation des ressources territoriales et les convergences stratégiques des acteurs (Roux *et al.*, 2006).

D'après l'exemple des EMR et de notre observation dans le cadre de l'Eurorégion Nouvelle-Aquitaine-Euskadi-Navarre, en quoi la spécialisation intelligente des régions invite-t-elle à repenser les stratégies de coopération eurorégionale ?

⁵⁰¹ Voir par exemple les Rencontres européennes du 8 et 9 novembre 2007 organisées à Lille par la Mission opérationnelle transfrontalière (MOT) intitulées « Les territoires transfrontaliers : l'Europe au quotidien ».

⁵⁰² On peut notamment ici citer le programme de recherche EURÉGIO, porté par l'Université de Lille 1 de septembre 2015 à octobre 2017 dans le cadre du programme européen Jean Monnet Erasmus +.

Pour répondre à cette question, nous proposons d'étudier la construction d'une politique publique territorialisée qui mobilise de façon stratégique la coopération frontalière et les nouvelles politiques régionales d'innovation comme ressources au développement territorial. Notre examen s'organise comme suit.

Dans une première partie, il s'agira d'analyser ce que la coopération frontalière recouvre, comment le GECT a émergé comme nouvel instrument de la coopération européenne, et l'impact de la mise en place des stratégies de spécialisation intelligente en matière de coopération eurorégionale. Dans une deuxième partie, nous nous appuierons sur l'étude de cas des EMR pour mettre en relief les différentes dynamiques à l'œuvre dans l'Eurorégion Nouvelle-Aquitaine-Euskadi-Navarre. Nous verrons ainsi comment les EMR ont émergé comme un enjeu de politique publique dans l'eurorégion et comment leur développement a été imaginé en qualité de projet fédérateur pour cette entité territoriale en quête de légitimité.

Cet examen se base sur un travail d'enquêtes qualitatives, lui-même complété par des recherches sur des sources primaires (documents institutionnels) et des documents de seconde main (presse, Internet et productions transfrontalières diverses)⁵⁰³. Les travaux références sur les « Border Studies » (Anderson *et al.*, 2003) nous confirment que la coopération transfrontalière reste un sujet de recherche foisonnant qui nécessite d'adopter des approches pluridisciplinaires, en intégrant notamment les sciences politiques, l'histoire, l'économie géographique et l'écologie territoriale. C'est la méthodologie que nous avons souhaité adopter. Tout en en dégageant une conclusion forte, nous insisterons enfin sur le fait que l'exemple choisi ne peut être considéré comme représentatif à lui seul de toutes les coopérations eurorégionales existantes car celles-ci sont extrêmement diverses.

Section 1 : La refonte des politiques de coopération transfrontalière par la stratégie de spécialisation intelligente

Cette première partie se veut une brève contextualisation qui met en parallèle les enjeux de la coopération frontalière européenne et ceux des eurorégions/GECT à l'heure du déploiement des stratégies de spécialisation intelligente. Nous soulignerons ainsi comment la coopération eurorégionale en matière de politiques d'innovation a évolué ces dernières années sous l'influence des directives de la stratégie « Europe 2020 ».

⁵⁰³ Nous remercions ici plus particulièrement la Mission opérationnelle transfrontalière (MOT) pour les documents fournis.

1. La coopération transfrontalière comme laboratoire d'innovations

Les coopérations frontalières peuvent être définies comme « tout type d'action concertée entre des institutions publiques de deux (ou plusieurs) Etats voisins, appliquée dans des zones ou des territoires situés des deux côtés de la frontière, dans le but de renforcer les relations de voisinage entre ces Etats et leurs collectivités territoriales respectives par l'utilisation de tous les moyens de coopérations disponibles » (Pérez Gonzalez, 1993 : 545). Par ce processus s'opère une transformation du concept de frontière où on passe de la traditionnelle frontière-barrière à la nouvelle frontière-coopération (Leloup et Gagnol, 2017). La frontière est alors de moins en moins perçue comme un handicap mais de plus en plus comme un atout qui doit être valorisé. Elle devient une ressource par le potentiel de complémentarités et d'innovations qu'elle porte en germe (Piermay, 2005). La coopération frontalière entre des régions limitrophes se développe en Europe après le second conflit mondial pour surmonter les frontières nationales et ainsi « guérir les cicatrices de l'histoire » (Camiade et Wassenberg, 2017). La coopération frontalière s'inscrit dans la philosophie même de la construction européenne, et à ce titre, le 20^{ème} siècle a été marqué par le foisonnement des expériences transfrontalières dans toute l'Europe occidentale (Charles Ricq, 1997).

Au niveau régional, l'initiative Interreg permet aux régions frontalières d'impulser ces projets transfrontaliers avec l'aide financière de l'UE, contribuant au développement de la coopération transfrontalière (Curzi *et al.*, 2016). La construction des problèmes politiques transfrontaliers évolue à partir de cette période, la Commission européenne parvenant à ce que les différents agendas du transfrontalier se synchronisent autour du sien (Dupeyron, 2003). La nouvelle vague coopérative après l'élargissement de 2004 marque à ce titre la consécration de l'eupéanisation de la coopération territoriale par la maturité des programmes communautaires (Huysseune et Jans, 2008).

Ce processus d' « eupéanisation de la gouvernance transfrontalière » (Lhomel, 2008) marque une volonté de présenter le territoire régional comme le nouveau référentiel de croissance et développement. Il se présente comme un processus d'eupéanisation par le bas, « c'est-à-dire les mécanismes à travers lesquels les acteurs infranationaux participent au processus d'eupéanisation des modes de faire et des instruments d'action publique » (Pasquier, 2002).

En tant que projet européen, les eurorégions entendent décliner à leur échelle la stratégie européenne en vigueur dans les domaines qui relèvent de leurs compétences. Le Lexique de l'aménagement du

territoire européen⁵⁰⁴ défini les eurorégions comme des « organisations de coopération transfrontalières formées le long des frontières européennes [...] dont l'objectif général est de créer un espace intégré à travers des politiques spécifiques d'aménagement du territoire dans divers secteurs : économie locale, réseaux sociaux, activités culturelles, institutions scolaires, réseaux de transport, protection et conservation environnementale ». Thomas Perrin (2011) rajoute que les eurorégions sont des organisations « associées pour la réalisation d'objectifs et de projets communs en fonction d'intérêts partagés et dans le cadre de « territoires de projets ».

La création des eurorégions s'inscrit donc dans une volonté de porter un territoire de projets, c'est-à-dire un territoire transfrontalier ayant une stratégie de développement et un projet politique commun. Pour Leloup *et al.* (2005 : 326) : « un tel construit commun ne se forme pas seulement par l'identification d'un problème commun mais aussi à travers la transformation et l'appropriation des ressources non valorisées des territoires ». Bien que pouvant paraître récentes, les eurorégions restent des structures relativement anciennes. La première eurorégion fut conçue en 1958 à la frontière de l'Allemagne (Gronau) et des Pays-Bas (Enschede). Les eurorégions prolifèrent à partir du milieu des années 2000 dans un contexte d'européanisation croissante et d'élargissement à l'Est (Wassenberg, 2010). Cet enthousiasme témoigne que les eurorégions sont alors considérées comme la pierre d'angle de la politique régionale et comme la meilleure méthode d' « unionisation » (Bucken-Knapp et Schack, 2001) pour des territoires jusqu'ici à la marge.

Les eurorégions ne sont pas dotées de pouvoirs politiques et leurs activités se limitent aux compétences des collectivités locales et régionales qui les composent. En revanche, ces structures permettent à des administrations de collaborer pour défendre des intérêts communs et porter des projets fédérateurs. De ce fait, l'eurorégion désigne un nouveau mode d'organisation de l'action publique sur un territoire pertinent, en s'affranchissant des frontières administratives traditionnelles et en esquissant de ce fait les contours d'un nouveau modèle de gouvernance locale européenne. Elle se donne pour objectif de renforcer l'influence des régions membres sur la scène européenne, de contribuer activement aux politiques européennes, et d'être en capacité de se mobiliser pour faire effet de levier sur les fonds européens. Le développement des eurorégions doit donc être replacé dans un contexte plus exogène, qui est celui de la concurrence qui grandit entre les régions, notamment pour attirer les investissements (Aumonier, 2015). Comme le souligne Thomas Perrin (2012(a) : 47) : « Le rapprochement entre régions a non seulement pour but de faire émerger des solidarités et des convergences d'intérêts mais il permet également, par « l'effet masse critique » qu'il induit, de se

⁵⁰⁴ <http://www.ums-riate.fr/lexique/> Consulté le 26 mars 2019

positionner dans une optique de différenciation et de compétitivité, face aux autres régions et regroupements régionaux ». La construction répond donc à une logique d'économie d'échelle et de marketing territorial, les eurorégions « agrandissant » le territoire, pouvant avoir plus de poids dans les forums euro-régionalistes et une légitimité plus forte pour s'exprimer à Bruxelles (Kada, 2010). L'accroissement de la compétitivité et de la différenciation territoriale fait que, pour de nombreuses collectivités, « l'interdépendance coopérative » relève autant de la nécessité que du choix, afin de trouver de nouvelles formes de solidarité et d'attractivité (Vanier, 2008).

Le règlement (CE) n°1082/2006 en date du 5 juillet 2006 institue le groupement européen de coopération territoriale (GECT), avec comme but de faciliter la coopération transfrontalière, transnationale et interrégionale entre les États membres ou leurs collectivités régionales et locales⁵⁰⁵. La naissance des GECT est le résultat d'une prise de conscience politique qu'il fallait une structure juridique à l'intérieur de laquelle les structures publiques et privées de chaque Etat puissent coopérer (Levrat, 2007). Le GECT dote ainsi les instances coopératives (eurorégions, eurodistricts, communautés de travail...) d'un statut juridique et permet de faire entrer dans la même structure les collectivités locales et l'Etat, en ayant l'avantage d'être uniforme au niveau européen : malgré les problèmes liés « aux dispositions nationales », la structure et les prérequis sont les mêmes partout en Europe (Biot, 2013). Il offre, en effet, aux collectivités territoriales une base juridique pour leurs activités de coopération interne à l'Union, sans toutefois exclure, sous certaines conditions, des partenaires de pays tiers. Il est confirmé comme « le laboratoire de la gouvernance multi-niveaux d'un territoire transfrontalier » (Charles-Le Bihan, 2017 : 195) marquant une volonté communautaire d'encourager le développement de ces zones laboratoires d'une intégration européenne de proximité. À ce jour, 46 groupements européens de coopération territoriale ont été créés dans 18 États membres de l'Union. 19 autres GECT sont actuellement en cours d'élaboration.

2. La stratégie de spécialisation intelligente comme nouveau cadre des politiques publiques eurorégionales

Les stratégies de développement régionales ont connu des modifications notables ces dernières années sous l'influence de la stratégie de Lisbonne en 2000, progressivement remplacée par la stratégie « Europe 2020 » en 2010. A partir de 2006, le Fonds européen de développement régional (FEDER) décide de favoriser l'octroi de ses fonds aux régions en lien avec la mise en place des politiques de soutien à l'économie de la connaissance et de l'innovation. Le rôle stratégique des

⁵⁰⁵ <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2006:210:0019:0024:FR:PDF> Consulté le 26 mars 2019

régions en matière de développement économique se voit ainsi renforcé au cours de la période de programmation européenne 2007-2013, avec l'élaboration des stratégies régionales d'innovation (SRI). La région est confirmée aux yeux de Bruxelles comme l'échelon le plus légitime pour stimuler l'innovation et soutenir l'entrepreneuriat (Camagni et Capello, 2013 ; Torre, 2015).

Cette tendance a continué pendant la période 2014-2020, puisque la stratégie de spécialisation intelligente (*Smart Specialisation Strategies*) en a pris le relais. Cette dernière peut se définir comme « un cadre stratégique régional qui préconise une concentration des ressources publiques dans le capital de savoirs et le capital humain dans des activités particulières, dans le but de renforcer l'avantage comparatifs des pays ou des régions dans des domaines existants ou nouveaux » (Kotnik et Petrin, 2017 : 92). Cette approche des politiques publiques qui se réclame des travaux de la nouvelle économie géographique (Foray, 2009) a bouleversé la manière dont les régions européennes élaborent leurs stratégies d'innovation, en créant ou renforçant des coopérations à tous les niveaux, notamment avec les milieux d'affaires locaux. La clef du succès réside dans une approche *place-based* qui suppose de tenir effectivement compte des différences de potentiels entre les régions. La « smart spécialisation » considère en effet que le niveau pertinent pour appréhender la spécialisation est le pôle de développement économique dont la figure de proue est le cluster (European commission, 2013).

L'approche des politiques d'innovation par la spécialisation intelligente doit ainsi permettre aux régions de travailler sur leur positionnement territorial en fonction de leurs forces et faiblesses (Figure 30). Celle-ci consiste à « conférer à une offre territoriale des caractéristiques saillantes susceptibles de la rendre lisible aux yeux de la (ou des) cible(s), en la différenciant autant que faire se peut des offres des territoires concurrents » (Meyronin, 2015). Cette stratégie de *branding territorial* amène ainsi à construire des stratégies de différenciation, de performance et d'attractivité, qui répond à la tendance actuelle de création de marques territoriales, permettant à des territoires d'exister à l'échelle nationale et internationale (Houllier-Guibert, 2012). La mise en concurrence à l'échelle mondiale des systèmes productifs incite en effet les territoires à se singulariser en mettant en avant des avantages différenciatifs spécifiques au territoire. Cette approche rejoint les réflexions menées sur la nature des ressources territoriales dans la mesure où celles-ci ne sont plus problématisées en termes d'allocation mais en termes de valorisation (Gumuchian et Pecqueur, 2007).

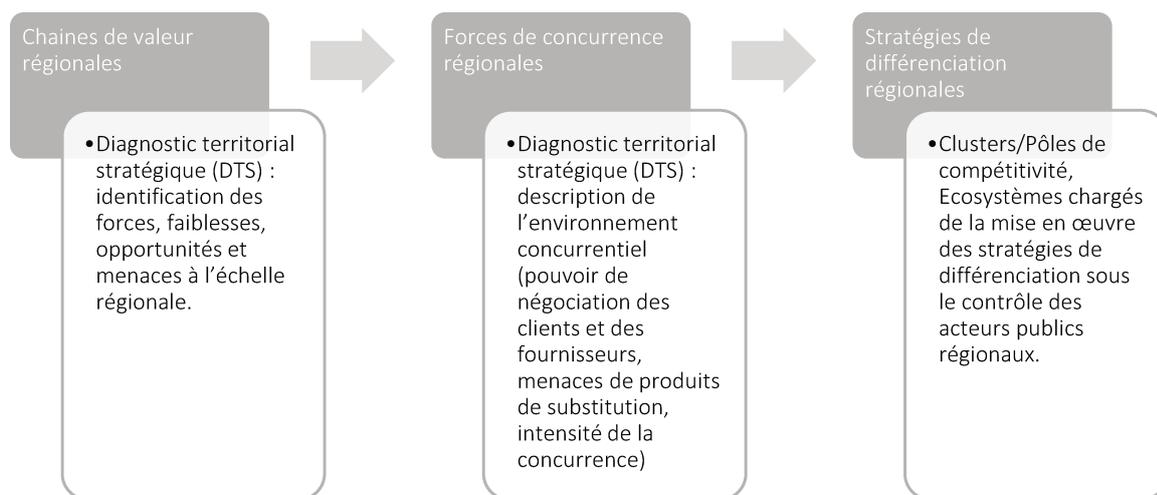


Figure 30. Les étapes des stratégies de spécialisation intelligente. Sources : Foray *et al.* (2009), reprise par Colletis-Wahl (2018).

Ce changement de cadrage des politiques d'innovation a entraîné une refonte des stratégies d'innovations transrégionales ces dernières années. Le fait que toutes les régions d'Europe aient dû élaborer leur propre stratégie de spécialisation intelligente donne naissance à de nouvelles initiatives transfrontalières communes dans le secteur de l'innovation. Le guide pour la préparation des stratégies de spécialisation intelligente des régions françaises précise ainsi : « Le développement de réseau de coopération et de circulation des connaissances et des innovations entre régions partageant les mêmes spécialisations est crucial pour le fonctionnement des S3 et leur inscription dans l'Espace européen de la recherche⁵⁰⁶ ». Et à ce titre, les politiques de clusters et de pôles de compétitivité jouent ici un rôle central dans la recomposition des politiques d'innovation transrégionales (Héraud, 2014), la mise en synergie des SRI3 devant favoriser la « fertilisation croisée » entre les différents clusters européens dans une démarche « d'inter-clustering⁵⁰⁷ ». L'objectif est de penser l'eurorégion comme un « territoire coordonné », c'est-à-dire un territoire « qui saura limiter ses choix, s'y tenir, faire converger finances et moyens autour d'un projet identitaire et mobilisateur » (Godron, 2004).

A travers la RIS3, la coopération interrégionale doit ainsi créer des chaînes de valeur entre les territoires partenaires, permettant d'atteindre une « masse critique » territoriale afin d'obtenir des fonds régionaux et des investissements européens. Dans cette optique, les eurorégions deviennent

⁵⁰⁶ Guide pour la préparation des stratégies de spécialisation intelligente des régions françaises, 2012, p.30.

⁵⁰⁷ On peut ici faire référence au développement de la plateforme européenne de collaboration des clusters (ECCP) : <https://www.clustercollaboration.eu/> Consulté le 26 mars 2019.

une échelle pertinente d'élaboration de stratégies transfrontalières au service des politiques d'innovation.

À la base de la stratégie se trouve un état des lieux qui met en avant les points de complémentarité des stratégies régionales d'innovation des différentes régions membres des eurorégions. La spécialisation intelligente suppose que les eurorégions se concentrent et se spécialisent dans les secteurs où les activités sont les plus pertinentes en fonction de leurs ressources. L'eurorégion Pyrénées-Méditerranée s'est ainsi dotée d'une stratégie eurorégionale d'innovation dans la foulée de l'établissement d'un partenariat eurorégional d'innovation en janvier 2013 et d'une évaluation territoriale des secteurs stratégiques et du potentiel en matière d'innovation des régions partenaires⁵⁰⁸. Un processus similaire fut également mené par l'Eurorégion Aquitaine-Euskadi dans le cadre de sa stratégie 2014-2020. C'est ce que nous proposons de voir maintenant dans une deuxième partie.

Section 2 : La mise en œuvre d'une politique d'innovation eurorégionale : une application à la filière énergies marines renouvelables dans le GECT Nouvelle-Aquitaine-Euskadi-Navarre

La naissance l'eurorégion est l'aboutissement de vingt ans de coopération entre les deux régions française et espagnole, commencée à la fin des années 1980 (Harguindéguy, 2007). Sa naissance s'est moulée dans l'historicité de la coopération transfrontalière qui a connu de nombreuses évolutions (Figure 31).

Cette coopération eurorégionale a passé un cap en 2011 avec la création de l'Eurorégion Aquitaine-Euskadi sous la forme d'un GECT. L'eurorégion rejoint alors trois autres eurorégions (Pyrénées-Méditerranée, Tirolo-Alto Adige-Trentino, Galicia-Norte du Portugal) constituées elles aussi sous forme de GECT. Elle associe une collectivité située dans un Etat national fort (la Région Aquitaine) et de l'autre une collectivité s'inscrivant dans un Etat autonome (la Communauté autonome basque), qui possède un organe élu, ayant un véritable pouvoir législatif. Elle voit donc l'institutionnalisation d'une coopération entre deux régions contrastées du point de vue politique. L'application de la loi n°2015-991 du 7 août 2015 portant sur la nouvelle organisation territoriale de la République amène la fusion de la Région Aquitaine, de la Région Limousin et de la Région Poitou-Charentes. A ce titre, ces deux nouvelles régions intègrent l'eurorégion. Enfin, avec l'intégration de la Navarre en octobre 2016, l'eurorégion, forte de ses 9 millions d'habitants et 100 000 km², devient un espace de coopération

⁵⁰⁸ http://www.euroregio.eu/sites/default/files/sei_fr.pdf Consulté le 26 mars 2019.

territoriale d'envergure. Un budget de plus de 3 M€ permet au GECT de renforcer sa position au niveau européen, en particulier dans l'axe atlantique.

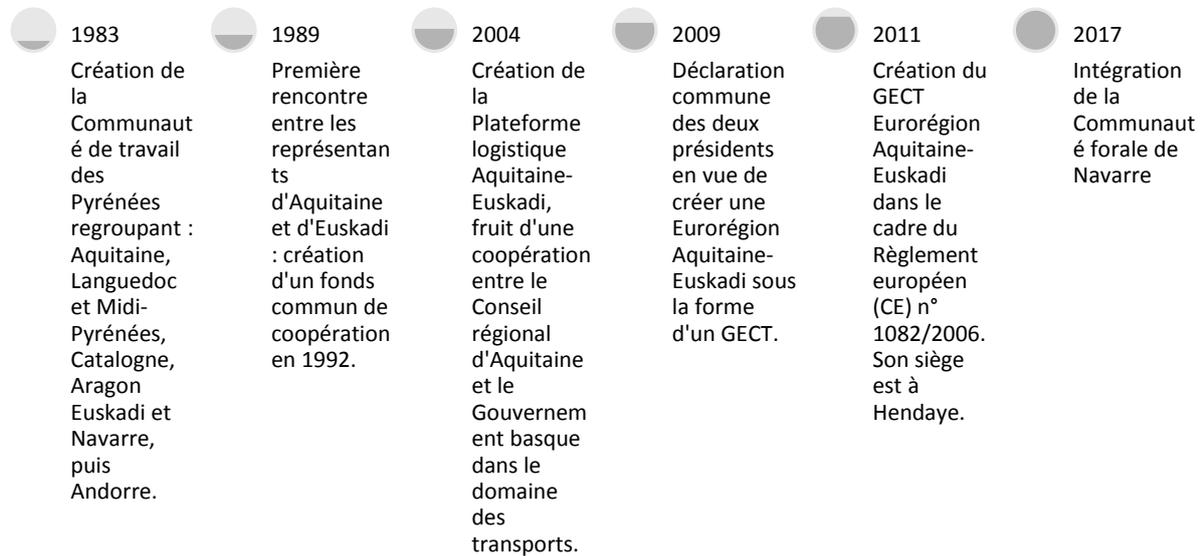


Figure 31. Les étapes de construction de l'Eurorégion Nouvelle-Aquitaine-Euskadi. Réalisée par auteurs.

Cette coopération eurorégionale a passé un cap en 2011 avec la création de l'Eurorégion Aquitaine-Euskadi sous la forme d'un GECT. L'eurorégion rejoint alors trois autres eurorégions (Pyrénées-Méditerranée, Tirolo-Alto Adige-Trentino, Galicia-Norte du Portugal) constituées elles aussi sous forme de GECT. Elle associe une collectivité située dans un Etat national fort (la Région Aquitaine) et de l'autre une collectivité s'inscrivant dans un Etat autonome (la Communauté autonome basque), qui possède un organe élu, ayant un véritable pouvoir législatif. Elle voit donc l'institutionnalisation d'une coopération entre deux régions contrastées du point de vue politique.

L'application de la loi n°2015-991 du 7 août 2015 portant sur la nouvelle organisation territoriale de la République amène la fusion de la Région Aquitaine, de la Région Limousin et de la Région Poitou-Charentes. A ce titre, ces deux nouvelles régions intègrent l'eurorégion. Enfin, avec l'intégration de la Navarre en octobre 2016, l'eurorégion, forte de ses 9 millions d'habitants et 100 000 km², devient un espace de coopération territoriale d'envergure. Un budget de plus de 3 M€ permet au GECT de renforcer sa position au niveau européen, en particulier dans l'axe atlantique.

1. L'eurorégionalisation des énergies marines renouvelables par une RIS3 transfrontalière

Parmi les objectifs énoncés dans sa conception, le GECT Eurorégion Aquitaine-Euskadi a assumé la réalisation d'une prospective stratégique pour disposer d'un document de référence au service de l'ensemble des acteurs de la coopération territoriale Aquitaine-Euskadi, ainsi que pour les propres nécessités du GECT. Aussi, le Gouvernement de la Communauté Autonome du Pays basque et le Conseil régional d'Aquitaine ont rapidement décidé de solliciter leurs assemblées respectives, le Consejo Económico y Social Vasco (CES Vasco) et le Conseil Économique, Social et Environnemental Régional de l'Aquitaine (CESER), pour contribuer à la préparation d'un plan d'actions définissant les grandes orientations pour la période 2014-2020. Un travail de consultation des principaux acteurs publics et privés des deux régions, ainsi que des structures de coopération existantes sur ce territoire, fut ainsi réalisé⁵⁰⁹. La méthodologie s'inspira directement du processus de « découverte entrepreneuriale » qui est à la base du concept de spécialisation intelligente tel que formalisé par la Commission Européenne (Héraud, 2017). La découverte entrepreneuriale peut se définir comme « une stratégie du bas vers le haut de type *bottom-up* dont la vocation est de stimuler la participation proactive et collective du tissu d'entreprises et des acteurs clés du territoire entendus ici comme les « entrepreneurs » régionaux au sens large (entreprises, universités et centres de recherche, organismes d'accompagnement et de conseil, institutionnels ... etc.) en matière d'innovation dans la définition des orientations économiques de chaque région » (Faham *et al.*, 2015). Cette approche a été traduite dans un document de référence, le Plan stratégique de l'Eurorégion Aquitaine-Euskadi 2014-2020⁵¹⁰, organisé autour d'une quarantaine d'actions, mettant en synergie les plans d'action de la RIS3 d'Euskadi (élaborée en 2012⁵¹¹) et ceux de la Région Aquitaine (élaborée en 2014⁵¹²).

Compte tenu des travaux antérieurs élaborés sur le secteur des énergies renouvelables par le CES Vasco et par le CESER Aquitaine (CESER, 2013), les deux conseils ont sélectionné cette thématique qui présentait un intérêt élevé pour l'eurorégion et permettrait également l'obtention rapide de résultats. D'un côté les énergies marines appuyaient l'ambition politique des deux régions de verdir le mix énergétique en favorisant le développement des énergies renouvelables. D'un autre côté elles offraient une nouvelle réalité territoriale, l'étude stratégique mettant en avant l'important facteur de coopération offert par la façade atlantique eurorégionale. Les énergies marines matérialisent un projet écologique et européen (notamment dans le cadre de la stratégie « Croissance bleue⁵¹³ ») pour promouvoir la nouveauté et l'ouverture. Dans ce contexte, la jeune eurorégion a affirmé la nécessité

⁵⁰⁹ 90 agents liés à la coopération territoriale dans l'Eurorégion furent auditionnés entre janvier et février 2014.

⁵¹⁰ http://www.naen.eu/wp-content/uploads/2016/05/plan_fr.pdf Consulté le 26 mars 2019.

⁵¹¹ http://s3platform.jrc.ec.europa.eu/documents/20182/224535/ES_RIS3_Euskadi_Final.pdf/5d88271a-045c-42cc-ac85-bfbf60ef17d0 Consulté le 26 mars 2019.

⁵¹² http://lab-innovation.cget.gouv.fr/sites/default/files/S3%20-%20Aquitaine_0.pdf Consulté le 26 mars 2019.

⁵¹³ https://ec.europa.eu/maritimeaffairs/policy/blue_growth_fr Consulté le 29 mars 2019.

de soutenir les coopérations entre les deux régions dans le domaine des énergies marines car celles-ci constituent assurément un réel atout au service de l'action publique. Elles présentent des possibilités de complémentarités et de domaines de coopération importantes (que ce soit en termes de « chaînes de valeur », « d'écosystèmes » eurorégionaux ou de complémentarités technologiques) pour renforcer le potentiel de développement de l'eurorégion.

En Euskadi, les énergies marines constituent dès les années 2000 un secteur énergétique renouvelable émergent autour duquel il existe aussi bien un enjeu politique à l'échelle du gouvernement qu'un enjeu stratégique au sein de plusieurs entreprises et centres technologiques leaders dans le domaine de l'énergie et du secteur maritime. Le secteur de l'énergie est en effet défini comme l'une des trois priorités stratégiques de la RIS3 basque. Les premières études sur le potentiel énergétique houlomoteur sont lancées en 2006⁵¹⁴. L'usine houlomotrice de Mutriku (296 kW), inaugurée en 2011⁵¹⁵, et le site d'essai *Bizkaia Marine Energy Platform* (BIMEP) mis en service en 2014, positionnent rapidement l'Euskadi comme une des régions européennes référentes sur cette technologie. En Aquitaine, les premières études lancées par la Région Aquitaine au début des années 2010 montrèrent que la côte océanique d'Aquitaine se caractérisait par un degré d'exposition à la houle important. Cette étude sera poursuivie en 2014 par une étude de positionnement stratégique sur la filière houlomotrice puis par une étude juridique portant sur le portage d'un projet de ferme pilote. En Gironde, le projet SEENEOH® Bordeaux (Site Expérimental Estuarien National pour l'Essais et l'Optimisation d'Hydroliennes) positionne le territoire sur la filière hydrolienne fluviale et estuarienne.

2. La dynamique des appels à projets pour impulser la coopération

Afin que cette ressource soit le moteur d'une dynamique territoriale, les collectivités territoriales et les agences de développement économique ont œuvré à la mise en réseau des acteurs français et basques dans le cadre de projets communs dans le secteur des EMR. C'est l'étape de la « mise en projet collectif » du territoire eurorégional. On peut ici mettre en avant l'importance de la dynamique de contractualisation à travers l'outil « appels à projets » (AAP) comme mécanisme incitatif et facteur de consolidation de la collaboration. C'est en effet finalement le financement par les AAP qui concrétise une collaboration en partenariat, permettant à la dynamique coopérative d'émerger et de réussir (Lorec et Schramm, 2009).

⁵¹⁴ *Ibidem.*

⁵¹⁵ « À Mutriku, une centrale utilise l'énergie des vagues de la côte basque », *Euskal Irrati Telebista*, 07 juillet 2011.

L'eurorégion a ainsi rapidement financé à travers des AAP des actions ponctuelles visant à impulser des premiers travaux coopératifs dans le domaine des énergies marines. Lancé en 2013, le projet *Wake Energy Akitania-Euskadi* a permis de caractériser la ressource énergétique des vagues sur la zone côtière du pays basque français. Ces actions préliminaires de révélation ont permis de sensibiliser les élus, les professionnels locaux et les scientifiques à l'existence de cette ressource.

L'organisation d'ateliers collaboratifs a encouragé le processus de reconnaissance de la ressource et de son accessibilité pour les acteurs des deux côtés de la frontière. La fédération des acteurs de la filière a pris corps en 2015-2016 lors d'un programme d'animation consacré aux énergies marines « From Seanergies to Seanergy » financé par l'eurorégion. Ce programme est l'un des quatre projets choisis par l'Eurorégion Nouvelle Aquitaine-Euskadi-Navarre lors de l'appel à des « Collaborations Stratégiques Eurorégionales » de 2015. Le projet, coordonné par la société BlueSign (Nouvelle-Aquitaine) et le Clúster de Energía Basque (Euskadi), se donnait pour objectif d'identifier les complémentarités et les collaborations économiques entre les acteurs eurorégionaux sur les énergies marines renouvelables ainsi que sur les secteurs d'activités connexes (matériaux composites, océanographie, aéronautique, travaux maritimes, naval) (Figure 32). Il permit aux acteurs « d'eurorégionaliser » l'enjeu des EMR en fonction de stratégies ou d'intérêts sectoriels propres.



Figure 32. Atelier de travail « *From Seanergies to Seanergy* » à Bilbao. Crédit photo Tecnalia, 2016.

Cela a abouti à l'organisation et l'animation de quatre ateliers techniques en amont de la convention d'affaires internationale *Seanergy* 2016. Cette coalition s'est ancrée dans l'organisation d'un

événement international dans le domaine des EMR, le forum international *Seanergy* 2016 à Biarritz (le 1^{er} et 2 juin 2016), qui s'inscrit dans une stratégie de communication événementielle (Boistel, 2005). Par définition, « il s'agit d'informer, de rassembler, de fédérer autour d'un élément quel qu'il soit, par le biais d'un événement. Cette action de communication ponctuelle est destinée à marquer les esprits dans un but précis et déterminé par le commanditaire (personne morale ou physique) » (Babkine et Rosier, 2011, 2). La convention *Seanergy* Biarritz a en effet été vue comme un outil permettant d'échanger et de communiquer entre acteurs sur ce potentiel, contribuant au processus d'identification et d'appropriation collective du projet de territoire. Il s'agit ici, à Biarritz (ville située à proximité de la frontière espagnole), de marquer les esprits, d'« événementialiser » la coopération franco-espagnole, tout en « marketant » le territoire eurorégional. Pour marquer l'importance de la coopération transfrontalière, la convention fut inaugurée conjointement par Alain Rousset (Président de la Région Nouvelle-Aquitaine) et Aitor Oregi (Directeur de l'Energie au sein du Gouvernement Basque).

Porté par le *Cluster de Energia Basque* en partenariat avec la Communauté d'Agglomération Pays Basque, le projet *BlueSare* (financé par l'eurorégion) a pour ambition d'appuyer le développement d'une « offre territoriale » dédiée aux énergies marines renouvelables à l'échelle de l'Eurorégion. L'objectif est de connecter à l'échelle eurorégionale les principaux acteurs du secteur avec l'objectif d'analyser conjointement la chaîne de valeur eurorégionale des énergies marines et les opportunités de marché. *BlueSare* a été présenté conjointement par les acteurs aquitains et basques en mars 2017 lors d'un atelier networking à *Seanergy*, puis à Bilbao lors de l'événement international *Marine Energy Week*. Le résultat final de ce travail (un catalogue) a été présenté à Cherbourg lors de *Seanergy 2018*.

Sur un plan scientifique, la recherche et l'innovation font l'objet de nombreuses coopérations interrégionales entre Euskadi et Nouvelle-Aquitaine. Les échanges et les idées qui circulent font de la recherche la principale dynamique coopérative dans le champ des EMR. Le projet « *Acoustic Around Ocean Energy* », porté par la société Energie de la lune en partenariat avec AZTI Tecnalia, vise au développement d'un protocole standardisé d'étude de l'impact acoustique des convertisseurs d'énergies marines renouvelables. De plus, la labellisation nationale, en France et en Espagne, en 2010-2011, des « Campus d'Excellence » IdEx Bordeaux et Euskampus (UPV/EHU, Tecnalia, DIPIC) a été l'occasion de renforcer l'alliance stratégique des deux universités qui ont décidé de s'engager dans la création d'un campus transfrontalier (« Campus eurorégional d'excellence internationale » - accompagné également dans le cadre d'un partenariat stratégique eurorégional) construit sur une dynamique de projets intégrés à leur périmètre d'excellence. La « fertilisation croisée » des fonctions de haut niveau est à développer sur le modèle des relations déjà existantes entre les différents pôles

universitaires franco-espagnols. A ce titre, l'Université de Pau et des Pays de l'Adour (UPPA) et l'Université du Pays Basque ont participé au projet *Wake* déjà évoqué dans l'article, en partenariat avec l'entreprise Rivages Pro Tech de Bidart et le centre de recherche *Azti-Tecnalia*. Ce sont ces mêmes partenaires qui ont proposé à l'Europe, via ses programmes d'accompagnement⁵¹⁶, le projet MAREA « modélisations et aide à la décision face aux risques côtiers en Euskal Atlantique » pour lequel l'Agglomération Côte Basque-Adour est chef de file. Ce projet souhaite développer des solutions innovantes permettant de préconiser des mesures de gestion adaptées face aux risques de submersion et d'érosion dans un contexte de changement climatique, tout en encourageant des transferts possibles avec les technologies houlomotrices, confirmant ainsi la nature systématique de la ressource des vagues. A ce titre, le lancement du projet *Plateforme Ocean Experiences* en novembre 2015 adossé au Campus Eurorégional d'Excellence doit quant à lui participer au développement d'un écosystème transfrontalier d'innovation tourné vers la mer.

Conclusion

La volonté de développer les énergies marines dans l'Eurorégion Nouvelle-Aquitaine-Euskadi-Navarre est née de la conjonction d'une découverte du potentiel d'énergies renouvelables d'origine marine offert par l'océan atlantique et d'une volonté politique forte partagée des deux côtés de la frontière. Cette situation va encourager la « fabrication d'un enjeu » eurorégional autour des énergies marines qui se réalise suivant deux logiques : une logique adaptative (le territoire construit son offre territoriale en fonction de ses ressources) et une logique différenciatrice (le territoire construit une offre territoriale différente des autres territoires). Ce processus « d'activation de la ressource territoriale » relève de l'exploration : une idée germe (celle de réfléchir ensemble sur les énergies marines), se partage avec plusieurs acteurs (notamment lors de la dynamique *Seenergy*), ceux-ci adhèrent et explorent ensemble des pistes de projets.

La construction d'une stratégie eurorégionale autour des EMR a été possible car cette filière était déjà à l'agenda dans ces deux régions, notamment dans le cadre de la mise en place de leur stratégie de spécialisation intelligente. Il existait une cohérence entre deux actions institutionnelles qui se sont rencontrées. Et à ce titre, l'Eurorégion a joué le rôle d'un « opérateur territorial » dans cette mise en synergie. Landel et Pecqueur (2011 : 6) le définit « comme une organisation réunissant des acteurs et des pratiques, pensée pour construire la ressource territoriale. » Cet exemple illustre parfaitement la

⁵¹⁶ Le projet est financé à 65% par le Fonds Européen de Développement Régional (FEDER).

dynamique récente qui implique que les organisations publiques qui pilotent le développement régional doivent désormais évoluer d'un statut classique de décideurs et de « donneurs d'ordres » vers des rôles de stimulateurs de l'innovation et de l'entrepreneuriat et de catalyseurs des initiatives à fort potentiel au sein de leur système d'innovation régional (Faham *et al.*, 2015).

Si l'idée d'une coopération transfrontalière dans le domaine des politiques d'innovation reste exaltante et nécessaire, elle se heurte aussi à des difficultés que nous ne pouvons pas ignorer. L'eurorégion ne vivant pas d'une subvention récurrente, elle ne vit finalement que de l'animation des projets et du bon vouloir des acteurs et organismes à travailler ensemble. Des travaux académiques sur cas spécifiques (Maury et Richard, 2011 ; Delcosse *et al.*, 2017 ; Gomez, 2018) nous montre ainsi que la coopération transfrontalière reste un travail délicat, qui dépend du bon vouloir des individus et des organismes à œuvrer pour sa réalisation. La dissolution de l'Eurorégion Nord-transmanche en 2004, en grande partie due au désintérêt progressif de ses membres, montre au combien la coopération frontalière reste fragile (Thomas Perrin, 2012 (b)).

La création de projets partagés (passage du processus d'activation de la ressource à la dynamique des projets) demande un volontarisme certain, du temps, une relative stabilité des acteurs, une visibilité politique et un véritable intérêt de ceux-ci en termes d'accroissement de pouvoir (il faut qu'il y ait une plus-value pour tous) et de plaisir dans l'action coopérative (proximité sociale). Comme le soulignait le directeur des énergies marines d'un grand groupe industriel basque : « *The most important one is the lack of common objectives between Euskadi and Aquitaine in this sector. A common project with a shared goal could accelerate the cooperation*⁵¹⁷ ».

La nouvelle eurorégion doit aussi désormais penser sa stratégie à une échelle plus grande. Or, comme le rappelle André Louis Sanguin (2004), trois dangers guettent des eurorégions trop grandes et trop peuplées : le surdimensionnement, l'entropie décisionnelle et le manque de limites claires. Si la sensibilité envers la coopération transfrontalière diminue au fur et à mesure de l'éloignement de la frontière, elle peut dans ce cas être significativement diluée au sein des départements de la partie nord de Nouvelle-Aquitaine, situés à 500 km d'Hendaye. Tout l'enjeu de l'eurorégion est donc d'établir une stratégie qui puisse combiner sa nouvelle dimension transnationale avec son projet d'origine qui reste celui de la coopération transfrontalière et la proximité territoriale.

⁵¹⁷ Entretien Jose Luis Villate, Directeur des énergies marines chez TECNALIA, 6 novembre 2017.

La recherche effectuée par Silvia Bolgherini et Christophe Roux (2008) sur les coopérations interrégionales a mis en évidence l'importance de certains facteurs déterminants dans leur réussite. Ils en retiennent trois : tout d'abord, l'autonomie de l'appareil administratif par rapport au niveau politique. Ensuite, la synergie qui peut demeurer entre les deux niveaux. Enfin, la volonté et la capacité des élites politiques d'insérer leur région dans des réseaux, source de coopérations fructueuses et support de dynamiques communautaires. Plus ces facteurs sont présents, plus grande est la probabilité que les régions donnent vie à des partenariats à succès. Nul doute que la réussite future de cette grande Eurorégion Nouvelle-Aquitaine-Euskadi-Navarre dépend de sa manière de gérer la dynamique de ces différents facteurs de succès.

Références

Anderson James., O'Dowd Liam., M. Wilson Thomas (2003), *New Borders for a Changing Europe. Cross-Border Cooperation and Governance*, Frank Cass Publishers, Cass Series in Regional and Federal Studies, London, Routledge.

Aumonier Thierry, 2015, « La région est-elle l'avenir de l'organisation territoriale de l'Etat en Europe ? », in Nemery Jean-Claude, *Quelle organisation pour les grandes régions en France et en Europe ?*, Paris, L'Harmattan, p.391-394.

Babkine Anthony et Rosier Adrien, 2011, *Réussir l'organisation d'un événement*, Editions d'Organisation, Paris, Eyrolles.

Biot Valérie, 2013, « Les systèmes de gouvernance des territoires transfrontaliers : la mise en œuvre du règlement européen sur les GECT (Groupements Européens de Coopération Territoriale) », *Belgeo* [En ligne], 1 | 2013, mis en ligne le 31 octobre 2013, consulté le 12 septembre 2018. URL : <http://journals.openedition.org/belgeo/10565> ; DOI : 10.4000/belgeo.10565

Boisseaux Stéphane *et al.*, 2011, *Penser la territorialité des changements d'échelle*, 5^{ème} Congrès international des Associations Francophones de Science Politique, Bruxelles.

Boistel Philippe, 2005, « La communication événementielle, plus stratégique que commerciale », *Management & Avenir*, vol. 6, no. 4, p.27-47.

Bolgherini Silvia et Roux Christophe, 2008, « Les régions d'Europe et l'enjeu des coopérations », *Pôle Sud*, vol. 29, no. 2, p.111-130.

Bucken-Knapp Gregg, Schack Michael (dir.), 2001, *Borders Matter: Transboundary Regions in Contemporary Europe*, Aabenraa, IFG.

Camagni Roberto, Capello Roberta, 2013, "Regional competitiveness and territorial capital: a conceptual approach and empirical evidence from the European Union". *Regional Studies*, vol. 47, p.1383-1402.

Camiade Martine et Wassenberg Birte, 2017, *La coopération transfrontalière en Europe : au-delà des cicatrices de l'Histoire*, RECERC n°1 spécial <http://recerc.eu/numeros/numero-1-special/>
CESER Aquitaine, Coopération CES VASCO - CESER AQUITAINE, 2013, *Energies renouvelables*.

Curzi Sabrina, Éric Delecasse, Vincent Moyses, 2006, « La coopération transfrontalière européenne. Les dynamiques décisionnelles du programme Interreg France-Wallonie-Vlaanderen », *Courrier hebdomadaire du CRISP*, vol. 2300, no. 15, p.5-46.

Delcosse Eric, Leloup Fabienne, Lewall Henri, 2017, *La coopération transfrontalière dans le domaine de la santé: principes et pratiques*, Luxembourg, Office des publications de l'Union européenne.

Danielle Charles-Le Bihan, 2017, « Le GECT outil opérationnel de gestion de projets de développement territorial et/ou de structure de gouvernance multiniveaux ? », in Baudelle Guy et Charles-Le Bihan Danielle, *Les Régions et la politique de cohésion de l'Union européenne*, Presses Universitaires Rennes, p.187-200.

Dupeyron Bruno, 2003, « La coopération transfrontalière multi-nivelée en Europe. L'invention de nouveaux espaces publics transfrontaliers » ? in Bitsch Marie-Thérèse. *Le fait régional et la construction européenne*, Bruylant, Organisation internationale et relations internationales, p.323-340.

European commission, 2013, *The role of clusters in smart specialisation strategies*, Luxembourg, Office des publications de l'Union européenne.

Faham Jérémie, Lizarral de Iban, Legardeur Jérémy, 2015, « Les PME/TPE face aux Stratégies Régionales de Recherche et d'innovation pour la Spécialisation intelligente : problématiques et enjeux ». *La Revue en 3D*, agefaPME, p.38-52. [<hal-01146144>](#)

Foray Dominique, 2009, *Understanding Smart Specialization*, in Pontikakis, D, Kyriakou, D, van Bavel, R eds, *The Question of R&D Specialisation : Perspectives and policy implications*, JRC, IPTS, European Commission.

Dominique Foray, Paul A. David, Bronwyn Hall, 2009, « Smart Specialisation - The Concept », *Knowledge Economists Policy Brief*, No 9.

Gaunard Marie-France, 2001, « Le développement des eurorégions en Europe occidentale et médiane », in Demarolle Marie-Jeanne (dir.), *Frontières en Europe occidentale et médiane de l'antiquité à l'an 2000*, Actes du colloque interuniversitaire de l'Est, 9-10 décembre 1999, Centre de recherche histoire et civilisation de l'université de Metz, tome 22, p.478-488.

Gomez Jordi, 2018, « Les limites de la coopération transfrontalière : l'exemple catalan », *Pôle Sud*, vol. 48, no.1, p.91-112.

Godron Jacques, 2004, « Le territoire gagnant sera le territoire stratégique ! », *Pouvoirs locaux*, Dossier : « Des territoires plus attractifs... », n°61, p.72-78.

Gumuchian Hervé et Pecqueur Bernard (dir.), 2007, *La ressource territoriale*, Paris, Ed Economica.

Hans-Kristian Colletis-Wahl, 2018, « Évaluer les stratégies de spécialisation intelligente. Les impacts sur le développement territorial en question », *Revue d'Économie Régionale & Urbaine*, vol. février, no. 2, p. 305-326.

Harguindeguy Jean-Baptiste, 2007, *La frontière en Europe, un territoire ? Coopération transfrontalière franco-espagnole*, Paris, L'Harmattan.

Héraud Jean-Alain, 2014, « La politique européenne de développement régional et le concept de spécialisation intelligente : smart specialisation strategy », *Bulletin de l'Observatoire des politiques économiques en Europe*, n°30.

Héraud Jean-Alain, 2017, « Vers une approche créative des politiques territorialisées d'innovation : enseignements tirés de la lecture néo-autrichienne de la « découverte entrepreneuriale » », *Innovations*, vol. 53, no. 2, 2017, p. 195-215.

Houllier-Guibert Charles Edouard, 2012, « De la communication publique vers le marketing des territoires : approche microsociologique de la fabrication de l'image de marque », *Gestion et management public*, 2012/2 (volume 1/n°2), p. 35-49.

Huyseune Michel et Jans Theo, 2008, « Bruxelles, capitale de l'Europe des régions ? », *Brussels Studies* [En ligne], Collection générale, n° 16, mis en ligne le 25 février 2008, consulté le 17 septembre 2018. URL : <http://journals.openedition.org/brussels/551>; DOI : 10.4000/brussels.551

Kada Nicolas, 2010, *Les collectivités territoriales dans l'Union, Vers une Europe décentralisée*, Collection Europa, Presses universitaires de Grenoble.

Kotnik Patricia et Petrin Tea (2017), « Les stratégies de spécialisation intelligente : approche factuelle », *Revue Internationale des Sciences Administratives*, vol. 83, no. 1, p. 89-110.

Landel Pierre-Antoine et Pecqueur Bernard, 2011, *L'opérateur territorial, vecteur du changement*, 48° colloque ASRDLF, Migrations et territoires, Jul 2011, Fort de France, France.

Lefebvre Philippe, 2017, Les Stratégies Régionales d'Innovation de « spécialisation intelligente » en Europe (Smart Specialization Strategies) : Dynamiques territoriales endogènes et institutions exogènes [〈hal-01494814〉](https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01494814)

Lequesne Christian, 2008, *La France dans la nouvelle Europe : Assumer le changement d'échelle*, Paris, Les Presses de Sciences Po.

Léon Yves, 2005, « Rural development in Europe : a research frontier for agricultural Economists », *European Review of Agricultural Economics*, vol. 32, n° 3, p. 301-317.

Leloup Fabienne, Moyart Laurence, Pecqueur Bernard, 2005, « La gouvernance territoriale comme nouveau mode de coordination territoriale ? », *Géographie, économie, société* 2005/4 (Vol. 7), p. 321-332.

Leloup Fabienne et Gagnol Laurent, 2017, « Présentation. De la barrière à la coopération transfrontalière : frontière, développement et gouvernance de l'environnement », *Mondes en développement*, 2017/1 (n°177), p. 7-12.

Levrat Nicolas (dir.), 2007, *Le groupement européen de coopération territoriale*, Étude réalisée par le GEPE, Comité des Régions.

Lhomel Edith, 2008, *La coopération transfrontalière. Un objet de mieux en mieux identifié*, La Documentation française, Paris.

Lorec Philippe et Schramm Christophe, 2009, « Le Plan Solaire Méditerranéen : la dynamique d'un projet de coopération politique, énergétique et industrielle en Méditerranée et les défis à relever », *Annales des Mines - Réalités industrielles*, vol. novembre 2009, no. 4, p.15-19.

Mangin Chantal, 2002, *Les coopérations interrégionales*, DATAR, Paris, La Documentation française.

Maury Caroline et Richard Sophie, 2011, « La difficile gestion de l'eau en contexte transfrontalier : un exemple franco-espagnol », *Articulo - Journal of Urban Research* [Online], 6 | Online since 01 March 2011, connection on 13 September 2018. URL : <http://journals.openedition.org/articulo/1736>; DOI : 10.4000/articulo.1736

Meyronin Benoit, 2015, *Marketing territorial - Enjeux et pratiques*, Vuibert, Paris.

Moullé François et Duhamel Sabine, 2015, « Guest editorial : Les frontières européennes, sources d'innovation / European borders as sources of innovation », *Belgeo* [En ligne], 2 | mis en ligne le 30 juin 2015, consulté le 16 septembre 2018. URL : <http://journals.openedition.org/belgeo/16435>

Pasquier Romain, 2002, « L'eupéanisation par le bas : les régions et le développement territorial en France et en Espagne ». To Change or not to Change. Les changements de l'action publique à l'épreuve du terrain, Rennes, PUR, p.171-188, [〈halshs-00177404〉](#)

Pérez Gonzalez Manuel, 1993, « Algunas observaciones sobre el empleo de la técnica convencional en la cooperación transfronteriza entre colectividades territoriales », in *Hacia un nuevo orden internacional y europeo : estudios en homenaje al profesor don Manuel Díez de Velasco*, Madrid, technos, p.545-564.

Perrin Thomas, 2011, « L'institutionnalisation de la coopération transfrontalière en Europe », in Durand M-F. & Lequesne C. Ceriscope. *Les Frontières.*, CERI, Paris, Presses de Science Po.

Perrin Thomas, 2012(a), « Régions et coopération interrégionale : dynamiques institutionnelles, de la France à l'Europe », *Territoire en mouvement Revue de géographie et aménagement* [En ligne], 16 |.

Perrin Thomas, 2012 (b), « La coopération culturelle dans l'eurorégion Nord-Transmanche : une institutionnalisation sans institution ? », *Fédéralisme Régionalisme*, Varia, Volume 12.

Piermay Jean-Luc, 2005, « La frontière et ses ressources. Regards croisés », in Antheaume B. et Giraut F. (eds) *Le territoire est mort. Vive les territoires !*, IRD ed, Paris, p. 203-221.

Ricq Charles, 1997, « La coopération transfrontalière et la construction européenne ». In: *Le Globe. Revue genevoise de géographie*, tome 137, Être et devenir des frontières, p. 189-202.

Roux Emmanuel *et al.*, 2006, « Coordinations d'acteurs et valorisation des ressources territoriales. Les cas de l'Aubrac et des Baronnies », *Économie rurale*, 293, p. 20-37.

Sanguin André Louis, 2004, « Euroregions within the Enlarged European Union : Concepts and Theories, Experiences and Practices », *Revista Romana de Geografie Politica*, vol. 6, n° 1-2, p. 5-16.

Vanier Martin, 2008, *Le pouvoir des territoires : essai sur l'interterritorialité*, Paris, Economica.

Torre André, 2015, « Théorie du développement territorial », *Géographie, économie, société*, vol. 17, no. 3, p.273-288.

Wassenberg Birte, 2010, « Le voisinage de proximité : les eurorégions "géopolitiques" aux frontières externes de l'UE (1993-2009) », *Matériaux pour l'histoire de notre temps* 1, n° 97-98, p. 45-49

Chapitre 8 - S'appuyer sur le passé pour construire l'avenir : l'exemple du projet nationaliste écossais dans le domaine des énergies renouvelables offshore⁵¹⁸

Building the future on the past foundations : the example of the Scottish nationalist project in the field of offshore renewable energies

Résumé

Outre sa souveraineté politique, l'Ecosse cherche à conquérir son indépendance énergétique. Au cœur d'un projet qui se veut résolument écologique, les énergies renouvelables offshore sont devenues progressivement un synonyme de rayonnement politique, scientifique et médiatique, pour une nation qui a toujours placé les avancées technologiques au cœur de son histoire. Les énergies renouvelables s'intègrent en effet dans la mythologie des nationalistes écossais : un pays riche de ressources inépuisables, comme le vent, les vagues et les courants de marées. Après le pétrole, les énergies renouvelables représenteraient le deuxième conte merveilleux de l'Ecosse. En quoi le développement des énergies renouvelables offshore peut-il se définir comme un projet émanant d'un discours d'affirmation nationale ?

Introduction

Depuis bientôt vingt ans, l'Ecosse mène une politique énergétique ambitieuse pour décarboner son économie. Grâce à une politique d'installation d'infrastructures qui utilisent la force du vent et de l'eau, l'Ecosse a produit 68,1% de son énergie électrique à partir de sources renouvelables⁵¹⁹. Les énergies renouvelables ont connu un fort développement en Écosse ces dernières années, passant de 8% de la consommation finale d'énergie de ce territoire en 2009 à presque 18% en 2015 (The Scottish Government, 2017). Cette montée en puissance est essentiellement due au développement rapide et appuyé de l'éolien terrestre (307,8 MW installés en 2003 à 7 544 MW en 2017⁵²⁰).

Publiée le 20 décembre 2017, la dernière feuille de route énergétique écossaise vise à porter à 50% la part des énergies renouvelables dans la consommation finale d'énergie d'ici 2030 (incluant l'énergie

⁵¹⁸ Cet article a été publié en varia dans le numéro 10 de la revue scientifique *Artefact* : <http://pum.univ-tlse2.fr/~no-10-Les-debuts-du-Conservatoire~.html>

⁵¹⁹ "Record year for renewable electricity generation", *BBC News*, 29 mars 2018.

⁵²⁰ Digest of UK Energy Statistics 2018, Regional Statistics 2003-2017: Installed Capacity <https://www.gov.uk/government/statistics/regional-renewable-statistics> Consulté le 26 avril 2019.

thermique, l'énergie mécanique et l'énergie électrique). L'Ecosse dispose de ressources énergétiques naturelles abondantes et d'une « tradition » de pionnière dans le secteur de l'industrie de l'énergie que de nombreux acteurs ont participé à construire et à valoriser. Elle a toujours compté sur ses richesses naturelles pour viser l'autonomie énergétique, qu'il s'agisse de ses ressources environnementales ou intellectuelles.

Pilotée par le Parti national écossais (*Scottish National Party*) depuis sa victoire aux élections parlementaires de 2007, la question énergétique reste très sensible en Ecosse, et à ce titre, les énergies renouvelables ont largement couvert les débats lors de la campagne électorale précédant le référendum de 2014. Les énergies renouvelables offshore conjuguent à elles seules les grandes transformations idéologiques souhaitées par les nationalistes : une Ecosse plus soucieuse de l'environnement, autonome d'un point de vue énergétique, dynamique sur le secteur des technologies de pointe et plus européenne. L'espoir suscité par les énergies offshore n'est donc pas étranger à la vive poussée de nationalisme constatée en Ecosse dans les années 2000. A ce titre, l'Ecosse fournit un cadre idéal à l'intérieur duquel poursuivre la technopolitique de l'identité nationale et de l'objectif du rayonnement, comme en témoignent les titres élogieux des journaux français : « L'Ecosse : poisson pilote des énergies marines⁵²¹ » ; « L'Ecosse à la pointe des énergies marines⁵²² » ; « L'Ecosse bascule du pétrole vers les énergies marines⁵²³ » ; « L'Ecosse, la future Arabie saoudite écolo d'Europe⁵²⁴? » ; « L'Ecosse se rêve en futur grand des énergies renouvelables⁵²⁵ » ; « L'Ecosse se veut championne de l'électricité propre⁵²⁶ ». Depuis les études proposées par l'anthropologie des sciences et techniques (Akrich, 1987 ; Latour, 1992) et celles plus récentes en sociologie politique des techniques (Barthe, 2009 ; Hecht, 2014), chacun reconnaît que les « capacités de la technologie ne sont pas neutres » (Piatti, 2001 : 32). L'histoire montre en effet que l'innovation technologique n'est neutre ni politiquement ni socialement. Les projets technologiques ont des propriétés politiques qui leur sont propres et répondent à des objectifs politiques précis. L'historienne Gabrielle Hecht utilise le concept de technopolitique pour définir « les pratiques stratégiques qui consistent à concevoir ou à utiliser la technique afin de mettre en place des objectifs politiques, de leur donner forme et de les réaliser. » (2014 : 24). Les caractéristiques de la technopolitique dépendent néanmoins de l'environnement général dans lequel elle s'inscrit. Marco Adria parle de « *technological nationalism* » pour définir les liens entre les technologies et les projets politiques nationalistes : « Technological nationalism involves

⁵²¹ *Libération*, 21 octobre 2013.

⁵²² *BFM*, 6 octobre 2014.

⁵²³ *La Tribune*, 08 mars 2012

⁵²⁴ *Slate.fr*, 13 septembre 2014.

⁵²⁵ *Les Echos*, 17 février 2010.

⁵²⁶ *Le Monde*, 5 décembre 2007.

the explicit use of technology as the subject of a nationalist project's strategy [...] It combines the idea of technological progress with the sentiments and goals of nationalism. » (2010 : 45). Pour l'historien David Edgerton : « Le techno-nationalisme suppose que l'unité de base pour l'étude de la technologie est la nation : les nations sont les unités qui inventent, qui ont des budgets de recherche et développement, des cultures novatrices, qui diffusent et utilisent les techniques. » (2013 : 149). Ross Bond *et al.* dans leur article *National Identity and economic development : reiteration, recapture, reinterpretation and repudiation* (2003) montrent ainsi comment le nationalisme est utilisé pour porter des projets d'innovation, et plus spécifiquement, comment les symboles et les histoires nationales sont mobilisés à des fins politiques. La technopolitique s'articule en effet autour de valeurs communes telles que l'indépendance nationale et le prestige technologique.

En quoi le développement des énergies renouvelables offshore peut-il se définir comme un projet émanant d'un discours d'affirmation national ?

Pour répondre à cette question, ce papier se décomposera en 4 parties. La première définira la technopolitique des énergies renouvelables offshore comme le couplage d'un nationalisme des ressources naturelles et d'un techno-nationalisme. Dans une seconde partie, nous verrons que ce nationalisme énergétique écossais s'inscrit dans un processus de modernisation idéologique à travers le projet de transition écologique. Dans une troisième partie, nous montrerons que ce nationalisme énergétique s'inscrit dans un modèle politico-économique endogène qui se veut de nature libéral et européen. Enfin, nous soulignerons dans une quatrième partie que ce nationalisme énergétique s'inscrit dans une stratégie de rayonnement par l'innovation technologique.

Cet article se base sur des sources diverses, travaux scientifiques, articles d'opinion, discours des responsables politiques, points de vue des éditorialistes, entretiens avec des acteurs, qu'il convient de critiquer et de confronter. Les médias ne sont pas toujours des outils de communication neutres (Joris, 2012) mais ils nous permettent de mieux comprendre la construction des discours et des représentations collectives des technologies énergies marines. A ce titre, nous verrons que la presse reste un canal important où s'exprime la technopolitique écossaise des énergies marines, participant à estomper la distinction entre journalisme et marketing territorial.

Section 1 : Faire de ses richesses naturelles un nationalisme énergétique.

L'histoire des liens entre ressources naturelles et nationalisme est à inscrire dans la longue durée. Depuis des siècles, sociétés et Etats ont utilisé certaines ressources naturelles afin de promouvoir leurs intérêts et de poursuivre leurs objectifs politiques (Goetschel et Péclard, 2006). L'histoire du capitalisme moderne serait ainsi marquée par une suite continue de revendications plus ou moins violentes pour la maîtrise de la terre et des ressources naturelles (Luna et Mignemi, 2017).

Le principe de souveraineté sur les ressources naturelles a été introduit dans les débats des Nations Unies à la suite de la demande des pays colonisés et des pays en développement de pouvoir bénéficier de l'exploitation de leurs ressources naturelles (Rosenberg, 1983). Un long processus tenu au sein de l'ONU a fini par consacrer le principe de la souveraineté permanente sur les ressources naturelles. C'est ainsi que par sa célèbre résolution 1803 (XVII) du 14 décembre 1962, l'Assemblée générale a solennellement proclamé le droit de tout État de disposer librement de ses richesses et de ses ressources naturelles. Aujourd'hui, chaque État dispose, en droit, d'une souveraineté pleine et entière sur ses richesses et ressources naturelles. La Déclaration de Rio sur l'environnement et le développement de juin 1992 insiste sur le principe de souveraineté sur les ressources naturelles (principe 2) dans le développement des politiques de développement durable : « Conformément à la Charte des Nations Unies et aux principes du droit international, les États ont le droit souverain d'exploiter leurs propres ressources selon leur politique d'environnement et de développement. » Dans son article *Nationalism and Environmentalism*, Paul Hamilton insiste sur la dimension nationaliste que portent intrinsèquement les politiques environnementales :

« Nationalism and environmentalism are most closely joined in two ways. First, nationalists often use biogenetic metaphor to underpin their political demands [...] Second, nationalists will appeal to concerns about natural resources and link them to the overall health and future of the nation. » (2008 : 877).

L'environnement compte en effet parmi les institutions qui participent à la construction des identités nationales à l'époque moderne (Forchtner et Kølvråa, 2015). Il existerait un « nationalisme environnemental » dont le propre est d'établir un lien entre l'identité territoriale et l'environnement dans lequel il se déploie. En citant Nicola McEwen et Elizabeth Bomberg (2014) :

« By adopting the role of climate pioneer, a sub-state government can reinforce its territory's distinctiveness, assert the political importance of the sub-state level, and use the economic opportunities offered by low carbon innovation and renewables as justification for the pursuit of greater political autonomy [...] As such, these forums not only offer opportunities to engage in multilateral decision-making and networking, but

can contribute to strengthening territorial identity and nation-building. »

Depuis près d'un siècle, l'énergie est assurément l'un des domaines où le nationalisme des ressources naturelles s'est manifesté avec le plus de vigueur et de constance (Debeir *et al.*, 2013). La politique énergétique est un pouvoir hautement régalién et l'énergie reste un fort marqueur identitaire. Un Etat est légitime s'il maîtrise sa politique énergétique en étant garant de sa sécurité et de ses choix stratégiques. Claude Bellavance (2003) explique ainsi comment le développement de l'énergie hydraulique a été perçu au Québec comme un moyen d'émancipation nationale pour la majorité d'expression française. Des études historiques complémentaires (Perron, 2006 ; Savard, 2009) ont montré comment le binôme ressources naturelles et innovations technologiques a participé à la diffusion d'un discours nationaliste québécois, permettant à l'Etat d'affirmer sa souveraineté et à des entreprises (Hydro-Québec) de croître. Ces travaux mettent d'ailleurs en exergue l'association entre la modernité technologique et l'émancipation politique, notamment portée par le Parti Québécois (PQ) dans les années 1970, l'équivalent du SNP écossais. Gabrielle Hecht (2014) nous montre quant à elle comment la technologie nucléaire a été construite après la Deuxième Guerre mondiale comme une composante fondamentale de l'identité nationale française. Ce nationalisme énergétique identitaire serait aujourd'hui un phénomène de plus en plus répandu depuis le tournant de l'industrie de l'énergie au tournant des années 2000 (Hache, 2016 ; Bouzarovski et Bassin, 2011). Dans leur *Livre blanc de la transition nationale de la Catalogne* de 2014, les responsables politiques nationalistes ne manquèrent pas d'insister sur la mise en valeur des ressources hydrauliques de la communauté autonome pour viser l'indépendance nationale (rapport n.9)⁵²⁷. Le discours nationaliste écossais s'inscrit dans ce lien complexe entre territoire et puissance au travers de la valorisation de ressources naturelles énergétiques. En citant Mark Bailoni (2014) :

« Les enjeux énergétiques exacerbent également certaines tensions et rivalités entre les territoires. Ils révèlent ainsi des clivages identitaires, sociaux et politiques spécifiques au Royaume-Uni, Etat-multi-nations [...] La question de l'énergie est donc au cœur des relations compliquées entre les nations composant le Royaume-Uni. ».

Là est une caractéristique forte du paysage énergétique britannique : pétrole, vent, marées ou vagues, la grande majorité de ces ressources énergétiques ont comme terrain de jeu les eaux écossaises⁵²⁸. Le nationalisme énergétique écossais a pris une dimension grandissante après la découverte dans les années 1970 des champs pétroliers de la mer du Nord. Pour les nationalistes, l'appartenance au

⁵²⁷ Du fait du parallélisme entre les processus indépendantistes catalan et écossais, il est légitime de s'interroger sur l'influence respective qu'ils ont pu exercer l'un sur l'autre sur ces questions d'énergie.

⁵²⁸ L'Ecosse possède 25% du potentiel éolien offshore et marémoteur de l'UE et 10% de son potentiel en matière d'énergie des vagues. <https://www.sdi.co.uk/business-in-scotland/key-sectors/renewables> Consulté le 26 avril 2019.

Royaume-Uni empêche l'Écosse d'exploiter ses ressources naturelles abondantes en fonction de ses propres intérêts. En citant Paul Collier (2004 : 201) :

« Dans de nombreux cas, les ressources naturelles sont situées dans des régions dont un groupe politique - bien que souvent marginal - revendique déjà l'autonomie. La présence de ressources naturelles permet à de tels groupes d'ajouter un argument économique crédible à ce qui n'est sinon certainement en grande partie qu'un appel « romanesque ».

L'augmentation (sans violence) du nationalisme écossais entre les élections de 1970 et 1974 illustre bien cette transformation. » Le discours indépendantiste vise à convaincre l'opinion publique que les ressources naturelles de l'Écosse apporteront davantage de prospérité à ses habitants en cas d'indépendance. Lancée pour la première fois en 1974 par le SNP, l'idée que l'Écosse « possède » jusqu'à 90% des réserves pétrolières britanniques de la mer du Nord a toujours été l'une des principales revendications des nationalistes⁵²⁹. Pour le SNP, si la rente pétrolière tombait dans l'escarcelle d'Édimbourg plutôt que de Londres, la prospérité de l'Écosse serait dès lors assurée (Mechlin, 2015). Ce discours vise à légitimer le rôle d'un État indépendant, celui d'un bon gestionnaire des rentes pétrolières faisant l'interface entre les multinationales chargées de l'exploitation des ressources naturelles et la population, dans une optique de redistribution partagée de la richesse engendrée, à l'image du modèle norvégien (Figure 33). « *It's Scotland's oil* » reste l'un des slogans politiques les plus populaires dans le pays, un carburant toujours efficace du nationalisme écossais comme en témoignaient les débats lors de la campagne du référendum 2014 (McEwen, 2014).

⁵²⁹ "Who has a right to claim North Sea oil?", *BBC Scotland news*, 16 avril 2013.

IT'S HIS OIL



So why are 40,000 Scots kids on part-time education? And why is there only 1 job for every 5 school-leavers? ⌘

IT'S HIS OIL



So why are there so few jobs for Scots? Why do we have the worst unemployment rate in industrial Europe? ⌘

IT'S HER OIL



So why are many Scotswomen in substandard houses? Why do we have 97.5% of the U.K.'s most deprived areas? ⌘

IT'S HER OIL



So why are many Scots old folk cold and undernourished? Why do 5,000 die of hypothermia every year? ⌘

Printed & Published by SNP Publications, West Calder.

Figure 33. Brochure du SNP "It's his oil, it's her oil", 1972. Crédit photo Scottish Political Archive. Reproduit avec autorisation.

Section 2 : Moderniser le nationalisme énergétique par le projet de transition écologique

La crise économique et financière de 2008 fait entrer les énergies marines dans une phase dite de « *slope of enlightenment* » (pente de l'illumination). D'une part, la crise a accentué les liens entre les questions économiques et sociales en Écosse, participant à consolider le discours nationaliste du SNP (Camp-Pietrain, 2016). D'autre part, elle a encouragé à développer de nouveaux viviers de croissance en faveur de la construction d'une nouvelle économie verte écossaise (The Scottish Government, 2010). Trouver des voies concrètes de la réindustrialisation devient une priorité, et à ce titre, les énergies marines semblent offrir à l'Écosse des possibilités pour se construire un « first advantage » à l'échelle internationale, et notamment par rapport au voisin anglais⁵³⁰. Pour Gerry Hassan et Simon Barrow (2017) : « A dominant narrative for the SNP administration was the benchmarking of Scotland's performance against the UK as a whole [...] Important to this was talking positively about the re-industrialisation of Scotland, building on its potential in renewable energy ».

En 2010, le SNP publiait une stratégie bas carbone ambitieuse encourageant le développement des énergies renouvelables, dont les énergies offshore (The Scottish Government, 2010). En 2013, l'Écosse se fixait l'objectif de produire à partir d'unités de production renouvelables « l'équivalent de 100% de ses besoins électriques » d'ici 2020 (The Scottish Government, 2013(a)). Un arsenal de dispositifs publics visant à promouvoir les énergies renouvelables en mer (mécanismes financiers incitatifs, aides à la R&D... etc) était mis en place pour tenter d'exploiter les ressources naturelles nationales à leur plein potentiel. Cette politique doit aboutir à la construction d'un modèle énergétique écossais d'ici 2050 tourné vers les énergies renouvelables (The Scottish Government, 2017), à l'image de ce que fut le modèle français tourné vers le nucléaire ou le modèle québécois avec l'hydraulique.

Les discours nationalistes s'appuient généralement sur des promesses de prospérité économique (Keating, 2001). Ces énergies émergentes à fort potentiel marchand vont offrir au SNP l'occasion de porter des « discours promettants » et de persuasion auprès de la société⁵³¹. Les perspectives solides de création d'un secteur industriel compétitif à l'exemple de l'éolien danois et allemand (Jacobsson et Johnson, 2000) ou du solaire japonais (Adamson, 2007) encouragent les acteurs publics à faire la promotion de ces énergies. Pour le SNP, les énergies renouvelables pourraient générer un revenu de 14 milliards de livres à l'horizon 2050 et contribuer à la création de dizaines de milliers d'emplois (près

⁵³⁰ The Scottish Government, *Reindustrialising Scotland for the 21st Century : a sustainable Industrial Strategy for a Modern Independent Nation*, Edinburgh, 2014.

⁵³¹ Voir à ce titre l'ouvrage de Marc Audétat (dir.), 2015, *Sciences et technologies émergentes, Pourquoi tant de promesses ?*, Herman, Paris.

de 30 000 pour le seul éolien offshore⁵³²). L'objectif affiché est d'atteindre 1,6 GW d'énergie des vagues et marémotrice déployée d'ici 2020 (The Scottish Government, 2013(a)), soulignant à quel point l'enthousiasme et les espoirs sont alors énormes⁵³³. Ces énergies émergentes à fort potentiellement marchant vont de plus bénéficier d'un consensus politique pour leur développement. En citant Cowell *et al.* (2017 : 177) :

« The expansion of renewable energy has attracted support in Scotland across the main three political parties - SNP, Labour and the Liberal Democrats - from the first days of devolved government [...] This temporal continuity in political resources created the time for governing capacity to be developed, agendas to be refined and interdependencies between actors to emerge ».

Sur un plan politique, la volonté de développer les énergies renouvelables en Ecosse s'inscrit pleinement dans la « conversation nationale » (*The National Conversation*) engagée par le SNP dès son arrivée au pouvoir en 2007 (Scottish Executive, 2007). Le recours à des éléments tirés du milieu naturel sert à justifier le projet national écossais, organisé autour de ressources naturelles exceptionnelles. Comme mentionné en 2013 dans le livre blanc pour l'indépendance (*Scotland's Future*) : « Scotland is blessed with an abundance of natural resources that can bring prosperity and ensure our nation meets the global challenges of the 21st century. » (The Scottish Government, 2013(a) : 277). Dans cette optique, le SNP mentionnait son intention d'inscrire dans une constitution l'utilisation des ressources naturelles dans une perspective de développement durable : « Scotland's natural resources are vital to the future success of an independent Scotland. » (The Scottish Government, 2013(b) : 9). Le SNP va en effet défendre la vision d'une Écosse écologique (dans une approche en termes de « modernisation écologique »), inspirée par le dynamisme des petits pays sociaux-démocrates nordiques. Le modèle à suivre, qui était celui de la Norvège dans les années 1970 (pays voisin qui gérait ses ressources pétrolières de façon indépendante), devient celui du Danemark (Campbell et Hall, 2009) : un pays de taille et de population similaire à l'Ecosse, souverainement indépendant au sein de l'UE mais économiquement favorisé par son intégration au marché unique, berceau du développement de l'éolien dans les années 1980 et modèle de référence en termes de transition énergétique⁵³⁴. A ceci, nous pouvons dire que le SNP souhaite faire de l'Ecosse une « éco-nation » d'inspiration scandinave si on se réfère à la définition proposée par Tudi Kernalegenn (2016 : 8) : « Un pays avec une identité culturelle, géographique et politique qui aspire au maximum d'autosuffisance possible dans le contrôle de ses ressources naturelles et dans le cadre d'une Europe des peuples. »

⁵³² The Scottish Government, *Scotland's Economy. The Case for Independence*, Edinburgh, 2013.

⁵³³ Seuls 17,9 MW étaient installés en 2017. Source : Digest of UK Energy Statistics 2018, Regional Statistics 2003-2017: Installed Capacity.

⁵³⁴ Les îles Orcades s'inspirèrent des expériences menées au Danemark sur l'éolien pour construire le projet EMEC, notamment celles menées au sein du laboratoire national Risø.

Dans son article *The Greening of Nationalism : Nationalising Nature in Europe*, Paul Hamilton (2002) montre comment les nationalistes écossais ont récupéré le discours environnemental dans les années 1990 pour renforcer et crédibiliser leurs revendications d'indépendance. Ce discours écologique du SNP peut ainsi se voir comme un réalignement de son discours politique avec un nouveau référentiel écologique (Spaven, 1991). Ce discours nationaliste écologique s'inscrit à travers un phénomène d'« environnementalisation » généralisé de l'ensemble des filières énergétiques à l'échelle mondiale. L'énergie est rattachée à des valeurs promotionnelles différentes de celles des années 1950 à 1980. Le discours s'inscrit de plus dans un environnement où l'enjeu énergétique est de mieux en mieux perçu par la population écossaise (Davidson et al., 2009). Comme le souligne en 2005 le Président de la *Royal Society of Edinburgh* Sir Michael Atiyah :

« Energy issues have become a matter of global concern and in Scotland there has been a rapid escalation of public and political interest. We are at a turning point in our history as we move from being a self-sufficient exporter of energy to a possible dependence on imported energy from an increasingly competitive World. » (The Royal Society of Edinburgh, 2006 : 1)

Pour Dominic Hinde (2016), les années 2008 à 2016 ont vu ainsi se développer un « self-consciously Scottish environmental framework ». La dévolution de 1999⁵³⁵ dote Edimbourg d'un pouvoir de décision en matière environnementale, et donc par effet de domino, d'un pouvoir de décision en matière d'énergies renouvelables (Guyet, 2018). Selon Heffron et Nuttall (2017) :

« Despite the formal power of Westminster and Whitehall over Scottish energy policy, the reality, especially as relates to new infrastructure investment, is that the Scottish Government has power over all decision making relating to environmental permission and as such it has a veto over all proposed investments. [...] Hence, while developing its own environmental policy maybe a limited exercise, Scotland has in effect the capability to pursue its own energy policy. »

Les énergies renouvelables vont être le symbole de cette conversion nationale écologique portée par le SNP. Elles vont être présentées comme « une alternative de politique publique⁵³⁶ » pour l'après-pétrole afin d'établir un rapport de force avec Londres, notamment en ce qui concerne le devenir de l'énergie électronucléaire en Ecosse qui n'est pas de la compétence des institutions décentralisées : « In light of its potential for renewable power and other clean energy technologies, Scotland is likely to

⁵³⁵ La dévolution est le processus de réforme décentralisatrice qui a renforcé l'échelon intermédiaire entre l'Etat et la commune. Le *Scotland Act* de 1998 instaure un gouvernement local disposant de larges compétences internes et fixe à 129 le nombre des députés au nouveau Parlement écossais (*MSP*) dont 56 seront élus à la proportionnelle. <https://www.gov.uk/guidance/devolution-of-powers-to-scotland-wales-and-northern-ireland> Consulté le 16 mars 2019.

⁵³⁶ En reprenant la formule d'Aurélien Evrard (2014).

meet its energy needs without nuclear power, and without adding to existing radioactive waste. » (Scottish Executive, 2007 : 14).

Les ressources pétrolières de la mer du Nord s'épuisant, le SNP fait le pari que les énergies renouvelables pourront ainsi prendre le relais sur le moyen et long terme (notamment pour ce qui concerne la rente financière). Pour le professeur David McCrone, « The SNP is very keen to place itself as a forward-looking movement based on renewables⁵³⁷. » Avec le pétrole, les énergies offshore sont la principale arme qui peut donner à l'Écosse les moyens de sa puissance économique et politique sur la scène européenne nourrissant l'imaginaire identitaire. Ainsi si dans les années 1970, le nationalisme écossais revendiquait que l'Écosse « possédait » jusqu'à 90% des réserves pétrolières de la mer du Nord, en 2010, il revendique « le quart de toute la ressource énergétique renouvelable en Europe⁵³⁸ » faisant de l'Écosse « l'Arabie Saoudite des énergies marines⁵³⁹ ». L'imaginaire du pétrole apparaît ici comme une composante majeure du discours nationaliste écossais. Il s'agit de légitimer le développement des énergies offshore en les inscrivant dans un passé vénérable, celui du mythe de l'abondance énergétique et des richesses nationales, symbolisé par le puits de pétrole. Une phrase de Niall Stuart (directeur de l'organisme *Scottish Renewables* chargé de promouvoir les énergies renouvelables) prise dans la presse française semble ici bien illustrer cette transition : « Dans les années 1970, les indépendantistes avaient adopté le slogan "c'est le pétrole de l'Ecosse". Aujourd'hui, ils devraient dire "c'est le temps de merde de l'Ecosse"⁵⁴⁰ ».

D'un côté ce nationalisme énergétique cherche à s'inscrire dans un héritage historique (celui du pétro-nationalisme) qui lui permet de véhiculer un aspect rassurant. D'un autre côté, il cherche à se démarquer de cet héritage en promouvant la rupture et la nouveauté sous l'angle modernisateur de la transition écologique. Les énergies renouvelables offshore permettent ainsi de moderniser un nationalisme vieillissant représenté par l'industrie du pétrole en lui collant le projet de transition énergétique. S'exprimant à Washington DC en 2008, le Premier ministre écossais Alex Salmond déclarait :

« 40 years ago, with the discovery of oil in the North Sea off Scotland's coast, Scotland won the natural lottery [...] And we are fortunate that Scotland's energy resources go far beyond hydrocarbons [...] Our powerful waters and our driving offshore winds are key to

⁵³⁷ Entretien avec le professeur David McCrone, Professeur émérite de sociologie à l'Université d'Édimbourg, le 15 mai 2018.

⁵³⁸ Dans son allocution du Nouvel An en 2013, Alex Salmond insista sur le fait que "les ressources de l'Écosse en énergie éolienne en mer, en énergie des courants et en énergie houlomotrice totalisaient environ le quart de toute la ressource énergétique renouvelable en Europe".

⁵³⁹ "SNP hopes a new wave can carry Scotland to independence", *The Guardian*, 29 mai 2011.

⁵⁴⁰ « L'île d'Eigg, force de la nature », *Libération*, 24 juin 2013.

our future prosperity [...] We have won the natural lottery once again⁵⁴¹. »

Section 3 : Moderniser le nationalisme énergétique par le projet libéral européen.

Le « nationalisme civique » que prône le SNP participe à la définition d'une identité politique qui privilégie le contrôle des leviers économiques et politiques nécessaires à la gestion d'une Écosse indépendante (Fiasson, 2016). Il se veut intégrateur, ouvert à la coopération et tourné vers l'Europe depuis la fin des années 1980, symbolisé par le slogan « Scotland in Europe » (Ichijo, 2004).

En citant Gilles Leydier (2016 : 60) : « Pour les nationalistes écossais, l'Union européenne constitue un cadre de référence alternatif à l'Etat britannique, attractif en termes d'opportunités économique, de sécurité collective, de reconnaissance internationale et de promotion d'un agenda social-démocrate. » Ce discours pro-européen prend la tournure d'un outil stratégique permettant aux nationalistes de légitimer leur désir d'autonomie au sein de l'Union européenne, tout en crédibilisant leur projet d'indépendance. Le développement de l'Europe des régions a en effet encouragé la mise en place de conditions particulièrement propices à l'émergence des « nationalismes régionaux » (Tétart, 2010).

L'intégration européenne représente ainsi une structure d'opportunités pour les nationalistes, fournissant des ressources inédites pour renforcer leurs positions vis-à-vis des administrations londoniennes (Alexandre-Collier, 2006). La montée en puissance des énergies renouvelables en Ecosse n'est pas étrangère à la profonde restructuration du secteur énergétique au sein de l'Union européenne (Veyrenc, 2010). La mise à l'agenda politique s'opère en effet dans le cadre d'un modèle contraint par des directives européennes en matière d'énergies renouvelables, couplées à une politique volontariste de Londres sur ce même sujet⁵⁴².

Cette dynamique européenne va encourager les nationalistes à positionner l'Ecosse comme acteur avant-gardiste et « bon élève » de l'Europe, participant à la création d'un leadership climatique

⁵⁴¹ Alex Salmond, *Renewable Energy : Innovations that Can Save ou Planet*, Discours à la National Geographic Society (NGS), Washington DC, 2 avril 2008. <https://www2.gov.scot/News/Releases/2008/04/02151533> Consulté le 23 avril 2019.

⁵⁴² Le Royaume-Uni est un pays avant-gardiste dans le domaine de la transition énergétique du fait de l'adoption précoce d'un engagement législatif à long terme pour un avenir à faible émission de carbone. Une cible de carbone a été définie explicitement en 1990, avec l'engagement de réduire les émissions de carbone au niveau de 1990 en 2005. L'une des initiatives de transition les plus ambitieuses reste néanmoins le *Climate Change Act* de 2008 qui engage le pays sur un objectif de réduction spectaculaire de 80% des émissions de gaz à effet de serre entre 1990 et 2050 (Lockwood, 2013). Aussi, en lien avec l'accord européen sur le « paquet énergie-climat » de 2008, le Royaume-Uni s'engage à faire passer à 15% la part des énergies renouvelables dans la consommation totale du pays à l'horizon 2020 (contre 1,3% en 2005).

écossais à l'échelle européenne : « Scotland could play a leading role in addressing the challenge of climate change and meeting European targets for renewable energy through its potential in wind, tide and wave power⁵⁴³. » L'objectif est bien ici de positionner l'Écosse en tant que poumon énergétique de l'Europe (couplage pétrole et énergies renouvelables), comme en témoigne la campagne publicitaire « Welcome to Europe's power source⁵⁴⁴ » : « With as much as a 25% of Europe's offshore wind and tidal potential, an estimated 10% of its capacity for wave power and its largest offshore CO₂ storage potential, Scotland has the natural resources to become the green energy powerhouse of Europe. » (The Scottish government 2011 : 10). En 2004 est construit dans les Orcades l'EMEC (*European Maritime Energy Centre*), un organisme entièrement dédié aux nouvelles énergies de la mer. Celui-ci se positionne immédiatement à l'échelle européenne afin de séduire les firmes étrangères, obtenir des subventions et pour renforcer l'aura internationale du site d'essais, témoignant de la volonté de l'archipel de bien s'insérer dans les réseaux européens⁵⁴⁵.

Il est enfin important de noter que la conception dite « civique » du nationalisme écossais (un nationalisme qui se veut ouvert et intégrateur) s'investit dans la manière qu'ont les écossais d'appréhender leur politique énergétique. Là où la France a fait le choix de passer par ses « champions nationaux » pour réaliser sa transition énergétique dans une vision colbertiste (pensons ici à l'ambitieux plan solaire porté par EDF qui vise à développer 30 gigawatts d'énergie solaire photovoltaïque en France métropolitaine d'ici 2035), l'Écosse (et plus largement le Royaume-Uni) a fait le choix d'encourager l'implantation d'entreprises étrangères (par des mesures fiscales avantageuses), tout en continuant à mettre sous les projecteurs ses petites pépites nationales « made in Scotland » au destin plus ou moins contrarié (comme par exemple la startup *Pelamis Wave Power* dans l'énergie des vagues ou *Scotrenewables* dans l'hydrolien). Le nationalisme énergétique s'inscrit donc dans un « modèle économique franchement libéral, qui met l'accent sur la productivité et la compétitivité des entreprises, le développement des nouvelles technologies, la recherche de produits innovants, le dynamisme à l'exportation et l'accueil des investissements étrangers. » (Leydier, 2006). Dans son ouvrage *L'investissement étranger, moteur de la réindustrialisation au Royaume-Uni ?*, Louisa Toubal (2018) nous rappelait que les investisseurs étrangers occupent depuis très longtemps une place particulière au Royaume-Uni pour soutenir l'industrie, notamment après les réformes de Margaret Thatcher. Londres encourage en effet les régions et les territoires locaux à mettre en place leurs propres stratégies pour attirer les investissements directs à l'étranger (IDE) (Bailoni, 2011). Cette ouverture aux IDE doit permettre de reconvertir l'économie, de nourrir la concurrence, de développer

⁵⁴³ <http://www.gov.scot/Publications/2009/11/26155932/7> Consulté le 29 avril 2019.

⁵⁴⁴ <https://www.scotland.org/features/welcome-to-europes-power-source> Consulté le 29 avril 2019.

⁵⁴⁵ <http://www.emec.org.uk/europes-world-leading-technologies-showcased-in-orkney/> Consulté le 29 avril 2019.

l'emploi, d'attirer les salariés qualifiés, de faire foisonner les projets et d'accélérer la baisse des coûts des technologies par des économies d'échelle. Le discours ne vise donc pas à nationaliser l'économie en appliquant des mesures protectionnistes. Il ne prend pas la tournure d'un protectionnisme nationaliste excluant, comme on peut le voir dans certaines formes de pétro-nationalismes (Stevens, 2008). La stratégie écossaise vise donc essentiellement à valoriser des compétences clefs d'une industrie hautement internationalisée (celle du pétrole) vers une industrie périphérique émergente (celle des énergies offshore), l'objectif étant de trouver des complémentarités (*cross-sector opportunities*) entre une industrie ancienne et une industrie émergente, afin de positionner l'Écosse comme un territoire leader (Taylor, 2017).

« The skills and expertise which have made the North Sea Oil and Gas industry such a world-class success can be harnessed to drive the renewable sector [...] The Scottish Government is confident that the knowledge and expertise from oil and gas will be a huge competitive advantage to the marine industry of renewable technologies⁵⁴⁶. » ; « Scotland has long been an energy-rich nation. That reputation, forged in the development of our coal, oil and gas reserves and engineering prowess, has since grown through the rapid development of our renewable resource. » (Scottish Government, 2017 : 17).

L'Écosse compte ainsi aujourd'hui s'appuyer sur l'expertise des multinationales du *oil and gas* pour se positionner comme pays leader de l'éolien flottant, à l'instar du groupe norvégien *Statoil* qui développe en Écosse le « plus grand parc éolien flottant au monde⁵⁴⁷ ». Cette entreprise expérimente aussi le stockage d'énergie sur batteries appliqué à l'éolien en mer, ce qui constitue là aussi une première à l'échelle mondiale. Ces implantations d'entreprises étrangères se caractérisent soit par la création de filiales ou d'usines en Écosse (*greenfield investments*), soit par le rachat de firmes ou de projets préexistants (*brownfield investments*). L'acquisition en mai 2018 d'un projet de parc éolien en mer par EDF au large de l'Écosse est symbolique de ce choix industriel⁵⁴⁸.

A Aberdeen, capitale européenne du pétrole, le centre européen de déploiement éolien offshore (*The European Offshore Wind Deployment Centre*) et ses 11 éoliennes marines marque dans le paysage la transition de l'Écosse vers les énergies offshore⁵⁴⁹. Ce lien entre héritage (le pétrole) et le futur (les énergies renouvelables) se retrouve dans le musée maritime d'Aberdeen (*Aberdeen Maritime Museum*). Bien que l'épopée des hydrocarbures soit retracée, plantée au pied des remorqueurs et ravitailleurs de l'industrie pétrolière, la transition vers les énergies renouvelables offshore est

⁵⁴⁶ The Scottish Government, *Scotland's Economy: the case for independence*, Edinburgh, 2013.

⁵⁴⁷ « Malmené par la chute du pétrole, le norvégien Statoil s'essaie aux renouvelables », *Les Echos*, 27 avril 2017.

⁵⁴⁸ « EDF acquiert un gros projet de parc éolien en mer en Écosse », *Le Figaro*, 3 mai 2018.

⁵⁴⁹ Des éoliennes offshore de 8,8 MW en service en Écosse, *Connaissance des énergies*, 12 juillet 2018.

mentionnée Figure 34 et Figure 35). Selon un élu SNP d'opposition à la municipalité d'Aberdeen : « Le musée maritime d'Aberdeen permet de montrer à la population ce qu'on a fait dans le pétrole, et ce que l'Ecosse peut faire désormais faire dans le secteur des énergies de l'océan⁵⁵⁰ ».

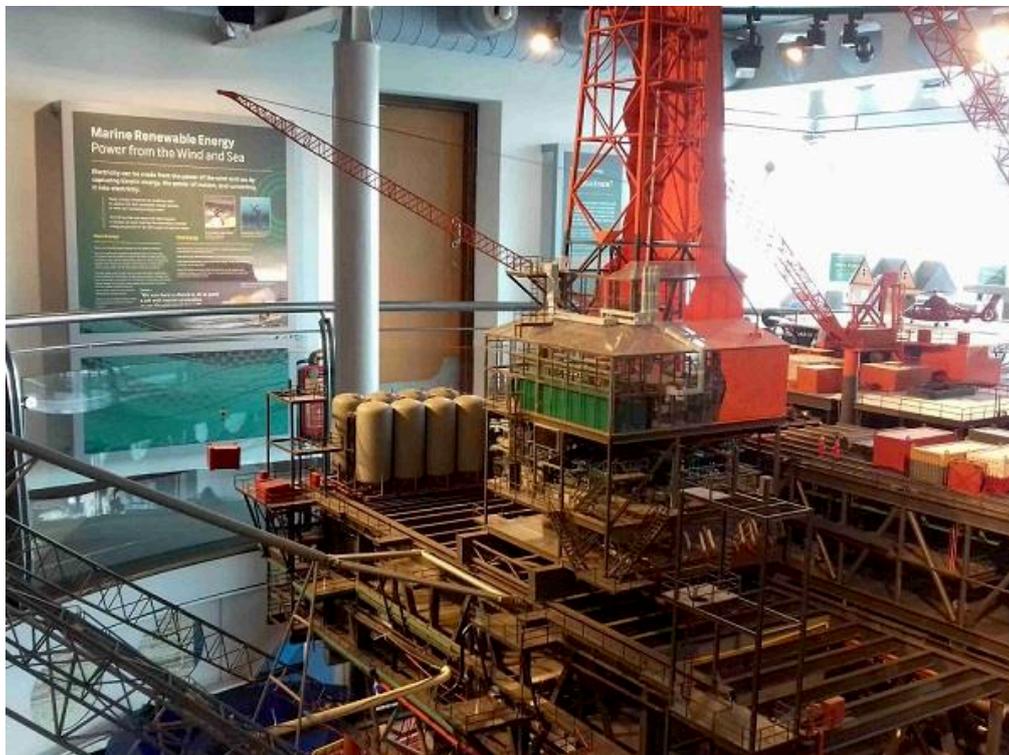


Figure 34. Reproduction de la plateforme pétrolière offshore Murchison au Aberdeen Maritime Museum. Cliché de l'auteur, 2018. Reproduit avec l'autorisation du Aberdeen Maritime Museum.

⁵⁵⁰ Entretien avec Christian Allard, élu SNP à la municipalité d'Aberdeen, le 30 mai 2018.



Figure 35. La section du Aberdeen Maritime Museum consacrée aux énergies marines renouvelables. Cliché de l’auteur, 2018. Reproduit avec l’autorisation du Aberdeen Maritime Museum.

Section 4 : Faire rayonner l’Ecosse par les nouvelles technologies énergétiques

Ce nationalisme énergétique alimente les fantasmes d’un pays autonome transformé par les nouvelles technologies de l’énergie. Si après la guerre, la technique nucléaire devint « la quintessence même du symbole de la modernité et de la puissance nationale » (Hecht, 2014 : 11), le ^{xxi} siècle est présenté comme une course internationale autour des nouvelles technologies environnementales (Glachant, 2014), notamment énergétiques (Therme, 2011). En prenant la Chine comme exemple, Richard Balme et Giulia Clara Romano (2014) nous montrent comment l’énergie s’inscrit au cœur des politiques de modernisation des Etats.

Le caractère innovant des énergies offshore permet au discours nationaliste de présenter l’Ecosse comme un pays moderne et à la pointe des nouvelles technologies. « Scotland’s extraordinary natural marine energy resources and leading position in the development of wave and tidal energy technologies provide a unique platform to establish a world leading position in this vitally important sector. » (The Scottish Government, 2010 : 48). Le rayonnement national s’exprime ici d’abord en termes de prouesses technologiques, l’objectif étant de présenter le programme indépendantiste comme stratège et intelligent (par ses entreprises de hautes technologies et sa recherche-

développement), afin de crédibiliser les capacités d'autonomie économique du pays. On rejoint ici la thèse présentée par Nicolas Mazzucchi pour qui « les choix de certaines énergies révèlent des ambitions d'affirmation de l'image nationale par la possession de technologies avancées (ENR, nucléaire.) » (2017 : 156). En examinant l'évolution de la stratégie électronucléaire du gouvernement du Québec entre 1963 et 2012, Mahdi Khelifaoui (2014) montre ainsi comment l'option électronucléaire s'est présentée dans les années 1960 comme un symbole de rayonnement technologique et de prospérité économique aux yeux des décideurs politiques, ainsi qu'un outil privilégié pour diffuser des discours nationalistes.

Ce nationalisme se nourrit enfin de la vision d'un peuple écossais particulièrement ingénieux qui valorise la figure de l'innovateur héroïque et les grandes réussites technologiques nationales (Herman, 2003). Pour Arnaud Fiasson (2016 : 12) : « L'identité écossaise proposée par le SNP ne repose pas sur une définition exclusivement culturelle : elle relève de l'exploitation des ressources humaines et matérielles au sein de l'entité géopolitique que représente l'Écosse. » Ce nationalisme, qui jette un fil rouge historique entre un passé écossais mythologisé et un avenir désiré qu'est la transition énergétique, est largement relayé par une importante audience médiatique :

« In this period of economic uncertainty, I would still bet the political and economic house on a global renewables transition. It was James Blyth, a Scottish inventor, who made the first prototype wind turbine in 1887, a century after the Scottish engineer James Watt built his steam engine to power the world. Scottish innovation and industry are once again leading an energy revolution⁵⁵¹. »

Cette culture de l'ingénieur définit l'identité nationale écossaise qui permet aux individus d'imaginer ce qui fait le caractère distinctif et singulier de leur pays (les ressources naturelles et les ingénieurs qui tentent de les valoriser par l'innovation technologique). Pour la professeure Edwige Camp-Pietrain : « Dans tous les discours, on retrouve année par année ces références à ces grandes figures historiques. Elles permettent de distinguer l'Écosse dans le Royaume-Uni⁵⁵². » Les symboles du nationalisme énergétique sont aisément reconnaissables et ont prouvé leur capacité à rallier des points de culture populaire à travers les grands personnages historiques :

« James Watt's initial is stamped on every light bulb, measuring the power it delivers, but also reminding us of the intellectual light and sheer progress he brought to the world. Rather than obsess over the symbolism of divestment, this is what we need to invest in. » (Colin McInnes, 2005).

⁵⁵¹ "Scottish innovation is leading a global energy revolution", *The Times*, 22 décembre 2017.

⁵⁵² Entretien avec Edwige Camp-Pietrain, Professeure de civilisation britannique à l'Université de Valenciennes, le 23 avril 2018.

Ce nationalisme énergétique s'inscrit dans une culture d'ingénieur qui est valorisée en Ecosse depuis au moins le XIX^e siècle, en partie car il permettait à des écossais une mobilité sociale au sein du Royaume-Uni et de son empire (Houston et Withers, 1990). Elle permet aussi de jouer sur les rivalités avec les ingénieurs anglais. En citant Ross et *al.* (2003 : 380) :

« The process of recapture is represented by an aspiration to recover historically positive features of national identity now regarded as problematic [...] The perception of Scotland as a place with an entrepreneurial and innovative history usually takes the form of references to the large Scottish commercial empires of the past, or, more commonly, the citation of the many 'famous' Scots inventors and innovators. »

Présenté à Washington en 2008, le Saltire Prize⁵⁵³ est le prix national récompensant les avancées technologiques dans le développement commercial des énergies offshore. Il se veut alors le plus grand prix jamais attribué au monde pour l'innovation dans le secteur des énergies marines renouvelables. S'exprimant sur le sujet, le Ministre écossais Alex Salmond déclarait en 2008 :

« The Saltire Prize is the Scottish Government's way of playing its part in inspiring a revolution in clean, green energy as the world enters a new golden age in innovation prizes [...] Scotland has long been a leader in scientific advances and is ranked second per head of population in the world behind only Switzerland and ahead of the USA in terms of impact of the research we produce [...] With demonstration of the ideas in Scotland, the Saltire Prize will deliver clear economic benefits at home as well as pushing forward the boundaries of research with a world-wide impact and benefit⁵⁵⁴. »

Les îles écossaises vont pleinement participer à la diffusion de la technopolitique en se positionnant rapidement comme des vitrines technologiques de l'Ecosse : « The development of renewables on the Scottish Islands [...] is an opportunity to establish Scotland as a world leader in marine technologies⁵⁵⁵. » Riches de ressources naturelles inépuisables, les îles écossaises se présentent comme des laboratoires à ciel ouvert pour tester de nouvelles technologies énergétiques⁵⁵⁶. Le lancement de projets énergétiques innovants permet en effet aux îles à la fois d'avancer dans des projets autonomistes post-pétrole (Johnson *et al.*, 2013), et en même temps, de trouver une forme de reconnaissance médiatique et politique à travers la modernisation intellectuelle et technologique. Parmi ces nombreuses îles, les Orcades et son laboratoire EMEC sont devenus le porte-drapeau à l'international de cette Ecosse qui se veut écologique, dynamique et innovante. Parler d'énergies marines au Royaume-Uni, c'est en effet immanquablement associer l'Ecosse et son archipel des

⁵⁵³ Le drapeau de l'Ecosse est également connu sous le nom de croix de Saltire.

⁵⁵⁴ Alex Salmond, *Renewable Energy : Innovations that Can Save ou Planet*, Discours à la National Geographic Society (NGS), Washington DC, 2 avril 2008. <https://www2.gov.scot/News/Releases/2008/04/02151533> Consulté le 23 avril 2019.

⁵⁵⁵ *Scottish Islands Renewable Project*, Department of Energy & Climate Change, 2013.

⁵⁵⁶ L'Ecosse possède plus de 790 îles regroupant 103 702 résidents permanents (recensement de 2011).

Orcades. La technopolitique des énergies marines s'exprime territorialement dans une dimension insulaire (nous invitons à réfléchir ici au concept de « techno-insularisme»), ces technologies n'en finissant pas d'être présentées comme salvatrices par la presse britannique, pour une région désormais érigée comme modèle en matière de transition énergétique : « If you want to know what Scotland could look like in 10 years then take the 90-minute ferry journey from Scrabster to Stromness and find out⁵⁵⁷ » ; « Islanders set sail on pollution-free ferries project⁵⁵⁸ » ; « Tidal energy site in Orkney in hydrogen 'first'⁵⁵⁹ » ; « How Orkney leads the way for sustainable energy⁵⁶⁰ ». Dans les îles écossaises, le développement de projets énergies marines est légitimé par un discours autonomiste et communautaire.

Le nationalisme s'exprime aussi au cœur de la capitale écossaise. Une section est ainsi consacrée aux énergies marines au Musée National d'Écosse (*National Museum of Scotland*) à Edimbourg (Figure 36 et Figure 37). La présentation est brève mais riche en explications : le visiteur apprend que l'énergie des mers est un secteur dans lequel les Écossais sont pionniers et s'exercent avec succès depuis plusieurs décennies. En 1974, le papier « Waver power » de l'écossais Stephen Salter dans la revue *Nature* fait entrer définitivement l'énergie des vagues dans la sphère scientifique. De nombreux mécanismes sont alors proposés, testés ou même réalisés à l'échelle 1/1, le plus connu étant les fameux Canards de Salter⁵⁶¹ (*Salter's Ducks*), mis au point à l'Université d'Edimbourg. Ces projets pionniers vont permettre de positionner les universités écossaises comme des références internationales sur la technologie des vagues (*wave energy*). L'histoire écossaise tient ainsi un nouvel héros national dans les technologies énergétiques « made in Scotland, changing the world⁵⁶² », poursuivant un dialogue vénérable et mythifié entre passé et avenir⁵⁶³.

⁵⁵⁷ "Orkney Islands provide a glimpse of a renewable future", *The Guardian*, 20 septembre 2011.

⁵⁵⁸ *The Times*, 6 août 2017.

⁵⁵⁹ *BBC News*, 13 septembre 2017.

⁵⁶⁰ *The Guardian*, 20 janvier 2019.

⁵⁶¹ Le professeur Stephen Salter a reçu la première médaille *Saltire Prize* en 2011.

⁵⁶² <https://www.nms.ac.uk/explore-our-collections/stories/science-and-technology/made-in-scotland-changing-the-world/> Consulté le 24 avril 2019.

⁵⁶³ Ainsi dans la partie du *National Museum of Scotland* intitulé « Innovating Scots », il est expliqué aux visiteurs : « Scot have a long history of innovation and invention. The have made ground-breaking discoveries and promoted ideas that have changed lives and helped shape de modern world. Scottish men and women have made outstanding contributions in medecine, mathematics, education, engineering, exploration, communications and many others areas of human endeavour ».



Figure 36. La section du National Museum of Scotland consacrée à l'énergie des vagues. Cliché de l'auteur, 2018. Reproduit avec l'autorisation du National Museum of Scotland.

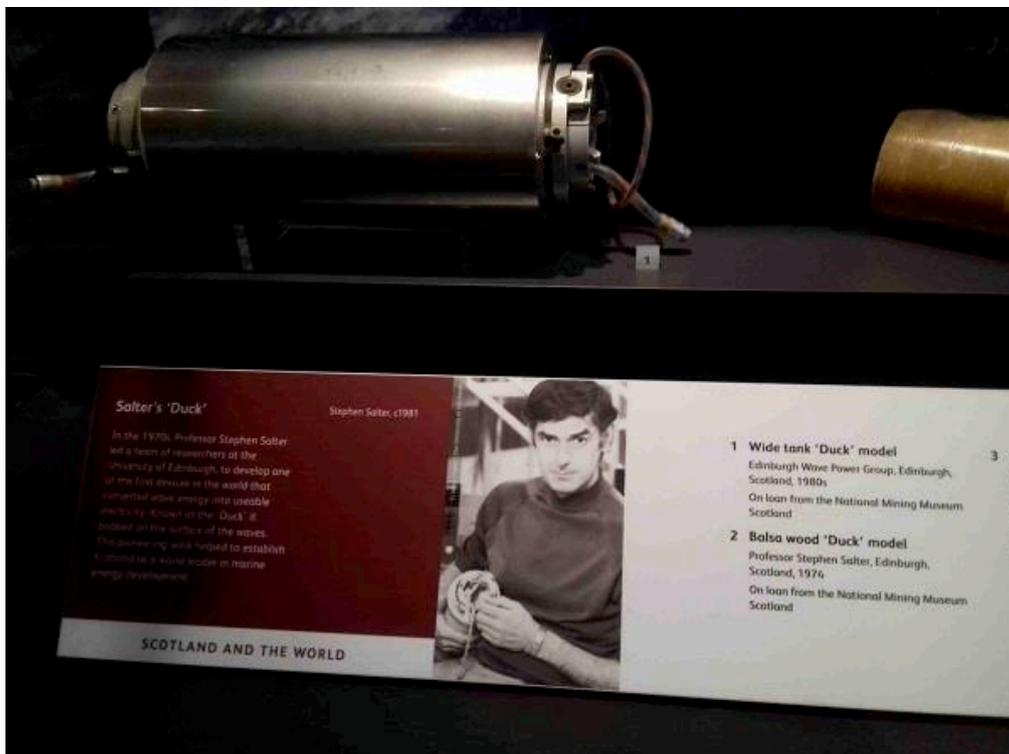


Figure 37. Un prototype houlomoteur de Stephen Salter exposé au National Museum of Scotland. Cliché de l'auteur, 2018. Reproduit avec l'autorisation du National Museum of Scotland.

Conclusion : la rupture dans la continuité ?

La trajectoire écossaise dans le domaine des énergies marines est sans commune mesure avec celles des autres pays européens. L'Écosse a su s'établir médiatiquement comme un des leaders dans ce secteur émergent en profitant au maximum des avantages que procurent ses ressources naturelles. Pour cela, elle s'est appuyée sur de nombreux outils de valorisation, notamment sa position de leader européen dans l'industrie du pétrole⁵⁶⁴. Cette identification est entretenue par un écosystème d'innovation liant des acteurs publics, privés et associatifs, travaillant de concert sur le développement des énergies renouvelables.

L'exemple des énergies renouvelables offshore nous montre aussi qu'elle est intimement liée à la modernité technologique. Le nationalisme écossais ne s'investit pas seulement dans le rugby ou le tartan mais aussi dans la mer et le vent. Les énergies renouvelables offshore étant à la croisée du nationalisme des ressources naturelles et du techno-nationalisme, elles ne pouvaient qu'acquérir un statut particulier au sein d'une nation qui a fait de l'énergie un marqueur identitaire fort de son histoire. Leur développement s'intègre dans une stratégie nationaliste qui considère la politique énergétique comme un élément central de l'avenir économique d'une Écosse indépendante (Hamilton, 2001). Ces technologies sont en effet inscrites dans un discours indépendantiste qui participe à la réinterprétation historique du premier « mythe » énergétique écossais, celui de l'exploitation du pétrole *offshore*, dans un discours renouvelé et modernisé (par le projet libéral, européen et écologique), puisque porté cette fois sur le développement d'énergies vertes (énergie éolienne offshore ou marémotrice). En citant Nicola McEwen et Elizabeth Bomberg (2014), « What is intriguing about the Scottish case, however, is that it includes an embrace of both 'old' and 'new' energy : renewable energy and emissions reductions are pursued alongside the evident desire to reap the rewards (following independence) of North Sea oil. »

« La science contribue avec des éléments neufs, revisités, à reconstituer des mythes anciens » écrivait le chimiste Paul Caro en 1994. Il est certain que cette thèse se confirme en Écosse dans le domaine des énergies offshore. L'historien Martin Pâquet utilise ainsi le concept « d'usage du passé » pour définir « une série de pratiques - pratiques rhétoriques ou discursives, mais aussi symboliques, catégorielles, classificatrices ou commémoratives - faisant référence à des représentations sociales d'un passé proche ou lointain. » (2006 : 175). A ceci Bernadette Bensaude-Vincent rajoute que « le passé

⁵⁶⁴ Selon une étude de Scottish Enterprise (2017), la diversification de l'industrie du *oil and gas* serait directement profitable à 24 secteurs, dans l'éolien en mer et les énergies marines.

historique est souvent instrumentalisé pour crédibiliser et légitimer une ligne d'action présente. » (2015 : 65).

L'invocation de la nation et d'un passé mythologisé (celui de James Watt et du mythe de l'abondance pétrolière) doit ici permettre de créer un sentiment d'objectivité qui à son tour doit participer au travail de légitimation des énergies offshore. D'un côté, les nationalistes écossais cherchent à inscrire les énergies en mer dans un héritage historique, qui est celui d'une nation qui a toujours cherché à valoriser autant que possible ses ressources naturelles (le charbon, le pétrole et maintenant les énergies renouvelables). D'un autre côté, ils cherchent à les démarquer de cet héritage à travers un projet écologique et européen pour promouvoir la nouveauté et l'ouverture. Les énergies offshore ont ainsi réussi à établir une continuité avec un discours nationaliste approprié.

« Innovation (though not necessarily successful commercialisation in the past) is Scotland's technological identity. The oil and gas industry, maritime heritage and marine expertise (as well as natural wave/tidal resource) are all key drivers of energy policy⁵⁶⁵. »

Nous devons néanmoins souligner que le développement des énergies offshore en Ecosse ne répond pas forcément à la même logique : le déploiement de parcs offshore dans la région pétrolifère d'Aberdeen signifie autre chose comparé aux petites unités de production (wave and tidal) développées dans les territoires insulaires périphériques. Et à ce titre, nous insistons sur le fait que le discours nationaliste des énergies offshore ne prend pas la même forme et dimension en fonction des technologies. D'un côté nous retrouvons l'éolien en mer, technologie maîtrisée et centralisée, qui est entrée dans une phase opérationnelle dès les années 1990 au Royaume-Uni. Cette technologie s'inscrit dans une dynamique très business et capitaliste, et à ce titre elle répond avant tout à un discours nationaliste libéral, dans la mesure où son développement est confié à de grandes multinationales de l'énergie. Rajoutons à ceci que le déploiement de l'éolien marin reste une politique de production d'énergie pilotée avant tout par les institutions londoniennes.

C'est bien Londres qui fixe les grandes orientations stratégiques pour les années à venir⁵⁶⁶. Les chiffres témoignent que la dynamique de l'éolien offshore au Royaume-Uni est anglaise avant d'être écossaise⁵⁶⁷.

⁵⁶⁵ Entretien avec Jane Watters, Responsable innovation à Scottish Enterprise, le 04 mai 2018.

⁵⁶⁶ La ministre britannique de l'Énergie et de la Croissance verte, Claire Perry, a dévoilé, le jeudi 7 mars 2019, le contrat de filière pour l'éolien en mer. Le Royaume-Uni, qui veut rester le premier marché européen en la matière, vise une capacité de 30 gigawatts d'ici 2030, ce qui représenterait un cinquième des capacités mondiales. Porter la part de l'éolien en mer à plus de 30% permettrait aux énergies renouvelables dans leur ensemble de peser plus lourd que les énergies fossiles dans la production d'électricité.

D'un autre côté, nous trouvons des technologies plus innovantes et moins matures (type hydrolien ou houlomoteur), inscrites dans une dynamique beaucoup plus R&D et académique, relevant de la décentralisation énergétique et de la petite production d'électricité. Ces deux filières technologiques répondent avant tout à une politique d'innovation, et à ce titre, elles sont volontairement inscrites dans un discours techno-nationaliste qui valorise les savoir-faire scientifiques et techniques et glorifie les grandes figures écossaises (à l'image de l'EMEC et du professeur Stephen Salter par exemple)⁵⁶⁸. Comme le mentionnent Toke *et al.* (2013 : 61), « Support for the nascent wave and tidal stream industries has been the bedrock of the Scottish government's enthusiasm for renewable energy development. »

Dans les faits, nous défendons donc l'idée que le nationalisme écossais s'exprime essentiellement dans une politique d'aide à l'innovation (wave and tidal) et non dans une politique de production massive d'énergie verte (offshore wind) qui reste sous la responsabilité de Londres⁵⁶⁹. Aussi, s'il est certain que nous pouvons parler de l'existence d'un techno-nationalisme écossais assumé pour le *wave and tidal* (s'appuyer sur des technologies innovantes pour porter un discours d'affirmation national), parler d'un techno-nationalisme écossais pour le *offshore wind* nous paraîtrait ici excessif et critiquable.

<https://www.gov.uk/government/news/offshore-wind-energy-revolution-to-provide-a-third-of-all-uk-electricity-by-2030> Consulté le 24 avril 2019.

⁵⁶⁷ En 2017, la capacité offshore anglaise s'élevait à 6 015 MW, pour une capacité écossaise de 246 MW. Digest of UK Energy Statistic 2018, Regional Statistics 2003-2017: Installed Capacity <https://www.gov.uk/government/statistics/regional-renewable-statistics> Consulté le 26 avril 2019.

⁵⁶⁸ <https://www.scotland.org/business/conferences-and-meetings/legends/technology/technology-scotland> Consulté le 26 avril 2019.

⁵⁶⁹ « Scottish government launches £10m Saltire Fund », *BBC News*, 10 février 2019.

Références

Sources

ADRIA Marco, 2010, *Technology and Nationalism*, McGill-Queen's University Press.

BAILONI Mark, « Les évolutions du modèle énergétique britannique face aux enjeux géopolitiques internes », *Vertigo - la revue électronique en sciences de l'environnement* [En ligne], Volume 14 Numéro 3 | Décembre 2014, mis en ligne le 28 décembre 2014, consulté le 31 août 2018. URL : <http://journals.openedition.org/vertigo/15550> ; DOI : 10.4000/vertigo.15550

BOND Ross, MCCRONE David, BROWN Alice, “National identity and economic development: reiteration, recapture, reinterpretation and repudiation”, *Nations and Nationalism* 9 (3), 2003, p. 371-391.

COWELL Richard, ELLIS Geraint, SHERRY-BRENNAN Fionnguala, STRACHAN Peter A., TOKE David, “Energy transitions, sub-national government and regime flexibility: how has devolution in the United Kingdom affected renewable energy development?”, *Energy Research & Social Science*, 23, 2017, p. 169-181.

FIASSON Arnaud, « Territorialité politique, nationalisme et traversées constitutionnelles en Écosse », *Études écossaises* [En ligne], 18 | 2016, mis en ligne le 01 janvier 2017, consulté le 06 janvier 2017, URL : <http://etudeseccossaises.revues.org/1069>

HAMILTON Paul, “Nationalisms and Environmentalism”, dans *Nations and Nationalism: A Global Historical Overview*, G. Henrik Herb, 2008, p. 875-887.

HAMILTON Paul, “The Greening of Nationalism: Nationalising Nature in Europe”, *Environmental Politics* Volume 11, Issue 2, 2002, p. 27-48.

HEFFRON Raphael J., NUTTALL William J., “Scotland, Nuclear Energy Policy and Independence”. In: *Wood, Geoffrey and Baker, Keith eds. A Critical Review of Scottish Renewable and Low Carbon Energy Policy*. Energy, Climate and the Environment. Cham, Switzerland: Palgrave Macmillan, 2017, p. 103-126.

LEYDIER Gilles, « Nationalisme, autonomie et indépendance en Ecosse aujourd’hui, dans *Autonomies et indépendances : le nationalisme au XXI^e siècle* », *Connaissances et Savoirs*, Saint-Denis, 2016, p. 49-62.

MCEWEN Nicola, BOMBERG Elizabeth, 2014, « Sub-state Climate Pioneers: The Case of Scotland », *Regional & Federal Studies* 24(1), p. 63-85.

MCINNES Colin, “Reclaim the inventive spirit of James Watt for an energy-rich, lower-carbon world”, *The Conversation*, 2015.

PAQUET Martin, 2006, « Contrat de communication et usages du passé : le cas de Radio-Canada Atlantique », dans : Michel Beauchamp et Thierry Watine (dirs), *Médias et milieux francophones*, Québec, Les Presses de l’Université de Laval, p. 173-200.

ROYAL SOCIETY OF EDINBURGH, *Inquiry into Energy Issues for Scotland*, Edinburgh, 2006.

SCOTTISH ENTERPRISE, *Oil & Gas Diversification Opportunities*, Glasgow, 2017.

SCOTTISH EXECUTIVE, *Choosing Scotland’s Future A National Conversation*, Edinburgh, 2007.

- THE SCOTTISH GOVERNMENT, *A Low Carbon Economic Strategy for Scotland*, Edinburgh, 2010.
- THE SCOTTISH GOVERNMENT, *2020 Routemap for Renewable Energy in Scotland*, Edinburgh, 2011.
- THE SCOTTISH GOVERNMENT, *Scotland's Future*, Edinburgh, 2013(a).
- THE SCOTTISH GOVERNMENT, *Scotland's Future: from the Referendum to Independence and a Written Constitution*, Edinburgh, 2013(b).
- THE SCOTTISH GOVERNMENT, *2020 Routemap for renewable energy in Scotland*, Edinburgh, 2013.
- THE SCOTTISH GOVERNMENT, *Scottish Energy Strategy: The Future of Energy in Scotland*, Edinburgh, 2017.
- TOKE David, SHERRY-BRENNAN Fionnguala, COWELL Richard, ELLIS Geraint Scotland, STRACHAN Peter, « Renewable energy and the independence debate: will head or heart rule the roost? », *The Political Quarterly* 84 (1), 2013, p. 61-70.
- TOUBAL Louisa, *L'investissement étranger, moteur de la réindustrialisation du Royaume-Uni ?*, Transvalor - Presses des mines, Paris, 2018.
- TUDI Kernalegenn, « Ecologie et régionalisme », *Les notes de la Fondation de l'écologie politique*, n.9, juin 2016.

Littérature secondaire

- ADAMSON Kerry-Ann, 2007, *Stationary Fuel Cells : An Overview*, Elsevier, Oxford.
- AKRICH Madeleine, 1987, « Comment décrire les objets techniques? », *Techniques & Culture*, Éditions de la Maison des sciences de l'homme, p. 49-64.
- ALEXANDRE-COLLIER Agnès, « L'instrumentalisation de l'Union européenne face à la dévolution », *Revue Française de Civilisation Britannique*, XIV-1, 2006, p. 43-56.
- BAILONI Mark, « Les investissements étrangers au Royaume-Uni : recomposition des territoires, rivalités géopolitiques et contrecoups identitaires », *L'Espace Politique* [En ligne], 15 | 2011-3, mis en ligne le 26 octobre 2011, consulté le 31 août 2018. URL : <http://journals.openedition.org/espacepolitique/2084> ; DOI : 10.4000/espacepolitique.2084
- BALME Richard, ROMANO Giulia Clara, « La politique énergétique au cœur de la modernisation chinoise », *Revue française d'administration publique*, vol. 150, no. 2, 2014, p. 435-452.
- BARTHE Yannick, « Les qualités politiques des technologies. Irréversibilité et réversibilité dans la gestion des déchets nucléaires », *Tracés*, 2009, p. 119-137.
- BELLAVANCE Claude, « Les origines économiques et techniques de la nationalisation de l'électricité au Québec : l'expérience du régime mixte, de 1944 à 1963 », *Annales historiques de l'électricité* (N° 1), 2003, p. 37-52.

BENSAUDE-VINCENT Bernadette, « Promesses et régime d'historicité en technosciences », dans *Sciences et Technologies émergentes : Pourquoi tant de promesses ?*, Paris, Hermann, 2015, p. 49-68.

BOUZAROVSKI Stefan, BASSIN Mark, "Energy and Identity: Imagining Russia as a Hydrocarbon Superpower", *Annals of the Association of American Geographers* Vol. 101, No. 4, Geographies of Energy, 2011, p. 783-794.

CAMP-PIETRAIN Edwige, 2016, « Les effets de la crise économique et financière sur les questions constitutionnelles en Écosse », *Revue Française de Civilisation Britannique*, DOI : 10.4000/rfcb.959.

CAMPBELL John L, HALL John A, "National identity and the political economy of small states", *Review of International Political Economy*, Volume 16, 2009, p. 547-572.

CARO Paul, « La science, produit de l'imaginaire, fille de l'imagination », dans *Sciences et imaginaire*, dir. I. A. Maréchal, Albin Michel, Paris, 1994, p. 72-80.

COLLIER Paul, « Ressources naturelles, développement et conflits : liens de causalité et mesures politiques », *Revue d'économie du développement*, vol. vol. 12, no. 3, 2004, p. 197-215.

DAVIDSON Sara, MARTIN Chris, TREATOR Steven, *Scottish Environmental Attitudes and Behaviours Survey 2008*, Scottish Government Social Research, 2009.

DEBEIR Jean-Claude, DELEAGE Jean-Paul, HEMERY Daniel, *Une histoire de l'énergie*, Flammarion, Paris, 2013.

EDGERTON David, *Quoi de neuf ? Du rôle des techniques dans l'histoire globale*, Seuil, Paris, 2013.

EVARD Aurélien, « Les énergies renouvelables et l'électricité. À propos d'un conflit entre un secteur et une alternative de politique publique », *Ecologie & politique*, vol. 49, no. 2, 2014, p. 67-80.

FORCHTNER Bernhard et KØLVRAA Christoffer, 2015, « The Nature of Nationalism: Populist Radical Right Parties on Countryside and Climate », *Nature and Culture*, Vol. 10, No. 2 (Summer 2015), p. 199-224.

GLACHANT Matthieu, 2014, « L'innovation et la course aux technologies vertes entre l'Europe et les Pays en développement », session du séminaire Développement durable et économie de l'environnement à l'IDDRI, 16 juin 2014, Paris.

GOETSCHEL Laurent, PECLARD Didier, « Les conflits liés aux ressources naturelles. Résultats de recherches et perspectives », *Annuaire suisse de politique de développement* [En ligne], 25-2 | 2006, mis en ligne le 18 décembre 2009, consulté le 30 août 2018. URL : <http://journals.openedition.org/aspd/255>

HACHE Emmanuel, « L'OPEP, les compagnies internationales, les compagnies nationales : qui gouverne la scène pétrolière mondiale ? », *La Revue de l'Énergie*, n° 629, 2016.

HASSAN Gerry et BARROW Simon, *A Nation Changed ? The SNP and Scotland Ten Years On*, Luath Press, Edinburgh, 2017.

HECHT Gabrielle, *Le rayonnement de la France. Énergie nucléaire et identité nationale après la Seconde Guerre mondiale*, Paris, La Découverte, 2014.

HINDE Dominic, "It's Our Environment: Two Terms of SNP Environmental Policy", *Scottish Affairs*, Jan 2016, vo. 25, No. 1, 2016, p. 83-102.

HOUSTON Robert Allan, WITHERS Charles W. J., "Population mobility in Scotland and Europe, 1600-1900 : a comparative perspective". In: *Annales de démographie historique. Démographie des villes et des campagnes*, 1990, p. 285-308.

JACOBSSON Staffan, JOHNSON Anna, 2000, "The diffusion of renewable energy technology : an analytical framework and key issues for research", *Energy Policy*, 28, p. 625-640.

JOHNSON Kate, KERR Sandy, SIDE Jonathan, « Marine renewables and coastal communities. Experiences from the offshore oil industry in the 1970s and their relevance to marine renewables in the 2010s », *Marine Policy*, Volume 38, 2013, p. 491-499.

JORIS Geoffrey, « Déconstruire le spectacle politique : quand les médias mettent en scène », *Pyramides*, 23, 2012, p. 225-254.

KEATING M. J., « Nations against the State: The New Politics of Nationalism in Quebec », *Catalonia and Scotland*, (2nd ed.) Basingstoke, United Kingdom : Palgrave Macmillan, 2001.

KHELFAOUI Mahdi, Le nucléaire dans la stratégie énergétique du Québec, 1963-2012. *Scientia Canadensis*, 37(1-2), 2014, p. 105-132.

LATOUR Bruno, *Aramis ou l'amour des techniques*, Paris, La Découverte, 1992.

LEYDIER Gilles, « Entre libéralisme, social-démocratie et intégration européenne : un modèle écossais ? », *Observatoire de la société britannique*, 1, 2006, p. 235-251.

LOCKWOOD Matthew, 2013, "The political sustainability of climate policy: The case of the UK Climate Change Act", *Global Environmental Change*, Volume 23, Issue 5, p. 1339-1348.

GUYET Rachel, 2018, « Entre centralisation de l'énergie et émergence de nouveaux modèles énergétiques locaux. Le cas d'Aberdeen ». Lepesant, Gilles. *Énergies nouvelles, territoires autonomes ?*, Presses de l'Inalco, Paris, p. 137-153.

ICHIJO Atsuko, *Scottish Nationalism and the Idea of Europe: Concepts of Europe and the Nation*, Routledge, London, 2004.

LUNA Pablo, MIGNEMI Niccolo (dir.), *Prédateurs et résistants, Appropriation et réappropriation de la terre et des ressources naturelles (16^e-20^e siècles)*, Edition Syllepse, Histoire : enjeux et débats, Paris, 2017.

MAZZUCCHI Nicolas, *Energie, ressources, technologies et enjeux de pouvoir*, Armand Colin, Paris, 2017.

MC EWEN Nicola, "Energy Policy, Nationalism and Scottish Independence", in G Hassan and J Mitchell (eds), *After Independence: The State of the Scottish Nation Debate*, Luath Press, Edinburgh, 2014.

MECHLIN Hart, "It's Scotland's Oil: Energy and National Identity in Newspaper Coverage of Scottish Independence", *The Journal of Politics and Society*, Vol. 26, Issue 1, 2015, p. 106-121.

PERRON Dominique, *Le nouveau roman de l'énergie nationale: Analyse des discours promotionnels d'Hydro-Québec de 1964 à 1997*, Calgary, University of Calgary Press, 2006.

PIATTI Marie-Christine, *Les libertés individuelles à l'épreuve des nouvelles technologies de l'information*, Presses Universitaires de Lyon, 2001.

ROSENBERG Dominique, *Le principe de souveraineté des Etats sur leurs ressources naturelles*, LGDJ, Paris, 1983.

SAVARD Stéphane, 2009, « Quand l'histoire donne sens aux représentations symboliques: L'Hydro-Québec, Manic-5 et la société québécoise », *Recherches sociographiques* 50, 1, p. 67-97.

SPAVEN David, *Environmental politics in Scotland: towards the year 2000*, The Scottish Government Yearbook 1991.

STEVENS Paul, « National oil companies and international oil companies in the Middle East: Under the shadow of government and the resource nationalism cycle », *Journal of World Energy Law & Business*, 1(1), 2008, p. 5-29.

TAYLOR Alan, "Marine Renewables: A Distinctly Scottish Dimension". In: Wood G., Baker K. (eds) *A Critical Review of Scottish Renewable and Low Carbon Energy Policy*. Energy, Climate and the Environment. Palgrave Macmillan, Cham, 2017.

TETART Frank, « Les nationalismes « régionaux » en Europe, facteur de fragmentation spatiale ? », *L'Espace Politique* [En ligne], 11 | 2010-2, mis en ligne le 18 novembre 2010, consulté le 30 septembre 2018. URL : <http://journals.openedition.org/espacepolitique/1647>

THERME Jean, 2011, « Les défis technologiques et industriels des énergies décarbonées », *Annales des Mines - Responsabilité et environnement*, vol. 61, no. 1, p. 92-97.

THOM Françoise, « La naissance de l'énergocratie russe », *Commentaire*, vol. numéro 114, no. 2, 2006, p. 295-300.

VEYRENC Thomas, « Un nouveau paradigme pour la politique énergétique européenne ? » dans *Question d'Europe*, n.163, Fondation Robert Schuman, 2010.

Chapitre 9 - Territorialiser la transition énergétique européenne : quand les îles écossaises veulent montrer l'exemple⁵⁷⁰

Territorialising the european energy transition: when the scottish islands want to set an example

Sylvain ROCHE, Doctorant CIFRE à la Région Nouvelle-Aquitaine, rattaché au laboratoire de sciences économiques GREThA (CNRS UMR 5113), Université de Bordeaux.
sylvain.roche@u-bordeaux.fr

Résumé

Depuis bientôt vingt ans, l'Écosse mène une politique énergétique volontariste pour décarboner son économie. Riches de ressources naturelles renouvelables (vent, marées et vagues), les îles écossaises se présentent comme des laboratoires à ciel ouvert pour tester de nouvelles technologies énergétiques⁵⁷¹. En prenant comme cas d'étude les énergies marines renouvelables, nous montrons que la transition énergétique a été construite comme un enjeu stratégique par ces territoires insulaires en quête de développement économique, d'autonomie et de reconnaissance à l'échelle européenne. Le développement des projets énergies renouvelables s'inscrit en effet dans une logique de convergence d'intérêts multiformes et multiscalaires : d'un côté des intérêts énergétiques et environnementaux, d'un autre côté des intérêts scientifiques et industriels, et enfin des intérêts politiques et géopolitiques.

Introduction

Grâce à une politique d'installation de structures qui utilisent la force du vent et de l'eau, l'Écosse a produit 68,1% de son énergie électrique avec du renouvelable en 2017⁵⁷². Les énergies renouvelables ont connu un fort développement en Écosse ces dernières années, passant de 8% de la consommation finale d'énergie de ce territoire en 2009 à presque 18% en 2015⁵⁷³. Publiée le 20 décembre 2017, la

⁵⁷⁰ Cet article a été publié dans la note de recherche n.70 de l'Institut de Recherche Stratégique de l'Ecole Militaire (Irsem) : <https://www.irsem.fr/institut/actualites/etude-de-l-irsem-n-70-2019.html>. Il a été présenté à Brest en octobre 2019 lors du colloque « Iles 2019 » : <https://iles2019.sciencesconf.org/>

⁵⁷¹ L'Écosse possède plus de 790 îles regroupant 103 702 résidents permanents (recensement de 2011).

⁵⁷² "Record year for renewable electricity generation", *BBC News*, 29 mars 2018.

⁵⁷³ Scottish Energy Strategy : The future of energy in Scotland, The Scottish Government, 2017.

dernière feuille de route énergétique écossaise vise à porter à 50% la part des énergies renouvelables dans la consommation finale d'énergie d'ici 2030 (incluant l'énergie thermique, l'énergie mécanique et l'énergie électrique)⁵⁷⁴.

Longtemps tributaires de la production d'énergies fossiles dans la mer du Nord, ces îles déchiquetées ont vu se multiplier ces dernières années d'ambitieux projets en énergies marines, faisant de ces petits territoires périphériques des laboratoires à ciel ouvert de la transition énergétique européenne. La mise en concurrence à l'échelle mondiale des systèmes productifs incite en effet les petits territoires insulaires à se singulariser (Dehoorne, 2014) en mettant en avant des avantages différenciatifs spécifiques au territoire (Durand *et al.*, 2015). Vents puissants et courants marins ont ainsi transformé les îles écossaises en locomotive des énergies renouvelables, à côté de leurs activités historiques dans le pétrole et le gaz⁵⁷⁵. Les innovations technologiques deviennent ainsi des instruments de l'indépendance énergétique insulaire en valorisant des ressources naturelles spécifiques qui étaient jusqu'ici inexploitées.

Devenus des laboratoires d'expérimentation, ces territoires préfigurent-ils le réseau électrique de demain, où les énergies renouvelables ont vocation à remplacer les énergies fossiles dans le mix énergétique ? Quel projet porte la transition énergétique des îles écossaises ?

Cet examen est issu d'un séjour de recherche de 7 semaines réalisé au sein du département innovation d'*Offshore Renewable Energy Catapult* (ORE Catapult) à Glasgow et au sein de l'*European Marine Energy Centre* (EMEC) à Stromness dans les îles Orcades. Il se base sur des sources diverses, travaux scientifiques, presse, articles d'opinion, discours politiques, entretiens avec des acteurs locaux, qu'il convient de critiquer et de confronter. Je tiens ici à remercier l'ensemble des acteurs qui ont pris soin de m'accueillir et de répondre à mes questions.

Section 1 : La dynamique du modèle énergétique décentralisé et insulaire.

Depuis les années 1990 l'Union européenne porte un intérêt pour ses territoires périphériques⁵⁷⁶. Pour André-Louis Sanguin (2007), « Les îles périphériques et ultrapériphériques de l'Union européenne ont radicalement changé de contexte en un peu plus de quarante ans [...] Au début du 21^{ème} siècle,

⁵⁷⁴ *Scottish Energy Strategy : The future of energy in Scotland*, Scottish Government, 2017.

⁵⁷⁵ <http://www.scottish-islands-federation.co.uk/the-clean-energy-for-eu-islands-initiative/> Consulté le 1er mars 2019

⁵⁷⁶ *L'Europe des îles*, Conférence des régions périphériques maritimes, Rennes, 1995.

elles sont devenues la périphérie d'une construction supranationale à dimension continentale, à savoir l'Union européenne. » Les îles sont perçues à la fois comme des territoires maltraités mais aussi comme des territoires d'expérimentation de nouvelles pratiques énergétiques⁵⁷⁷. Isolées et de petite taille, elles peuvent basculer plus rapidement qu'un autre territoire vers de nouvelles technologies, tout en permettant une démonstration à une échelle suffisamment grande pour faire école⁵⁷⁸. Cette « renaissance insulaire » est particulièrement visible dans les îles écossaises⁵⁷⁹. Marquées par les dépendances (économique et politique) et par la déprise, directement impactées par le réchauffement climatique⁵⁸⁰, les îles écossaises vont se montrer très proactives pour porter des projets territoriaux de développement économique, en évoluant vers des logiques nouvelles du développement durable. La montée en puissance des énergies renouvelables au début des années 2000 va (re)mettre au goût du jour l'intérêt stratégique des îles d'Ecosse par la prise en compte de la singularité de leurs ressources naturelles : le vent, les marées et les vagues⁵⁸¹.

Ces ressources territoriales constituent des « avantages différenciatifs » (Pecqueur, 2014) que les îles écossaises vont mettre en avant. Le modèle non-connecté des îles encourage la mise en place de stratégies de *leapfrogging* qui se caractérisent par l'expérimentation de technologies avant-gardistes de rupture (Fudenberg *et al.*, 1983). Ces stratégies offrent des occasions de développer des technologies directement en adéquation avec les contraintes propres aux pays insulaires en valorisant les ressources locales sans reproduire les schémas des pays industrialisés continentaux (Liotard, 2008). Cette dynamique de développement des énergies renouvelables se couple donc à une dynamique de réappropriation des ressources locales en portant des projets économiques hautement territorialisés pilotés par des acteurs locaux. Le modèle est celui des petites îles insulaires scandinaves énergétiquement autonomes et le discours s'inscrit dans une logique communautaire émancipatrice :

« Il y a encore quinze ans, ici, on vivait comme des chiens, dans un système féodal où nos conditions de vies ne dépendaient que d'un seul homme [...] Et puis les éoliennes sont

⁵⁷⁷ Un rapport récent de l'institut Jacques Delors insistait d'ailleurs sur l'importance des îles dans la politique énergétique européenne (Pellerin-Carlin *et al.*, 2017 : 58).

⁵⁷⁸ Voir ici la série documentaire « Les îles du futur pionnières de la transition énergétique » sur le site internet de la chaîne Arte. <http://ilesdufutur.arte.tv/> Consulté le 1^{er} mars 2019.

⁵⁷⁹ Les îles écossaises ont particulièrement bénéficié des fonds européens de cohésion, en particulier celles qui répondaient aux objectifs concernant l'adaptation économique des régions en retard de développement (la région Highlands and Islands étant classée dans l'objectif 1 jusqu'aux élargissements européens des années 2000).

⁵⁸⁰ « Cinq sites irremplaçables qui risquent de disparaître à cause du réchauffement », *Ouest-France*, 8 octobre 2018.

⁵⁸¹ L'Ecosse possède 25% du potentiel éolien offshore et marémoteur de l'UE et 10% de son potentiel en matière d'énergie des vagues. <https://www.sdi.co.uk/business-in-scotland/key-sectors/renewables> Consulté le 1^{er} mars 2019.

arrivées. Elles sont une bénédiction, l'instrument de notre liberté⁵⁸². » ; « *Islanders generally prefer not to rely on "mainland" suppliers (or politicians!) and seek self-sufficiency, while the island economies are generally described as "fragile". This can generate some "emotion" about the position of island communities*⁵⁸³. »

Les habitants fondent des associations locales, associant la collectivité à leur projet, et se financent par le financement participatif. Nous pouvons ici faire un lien direct avec les travaux en économie de la proximité, modèle qui encourage le développement d'activités créatives en lien direct avec le territoire par des acteurs locaux (Glon et Pecqueur, 2016). Les projets sont certes portés par les promesses de leurs promoteurs mais leur développement s'apparente néanmoins à un modèle d'expérimentation collective où le moteur réside dans la mobilisation des acteurs concernés (Callon *et al.*, 2015). Ce modèle décentralisé communautaire permet une maîtrise par les territoires de la production d'énergie et redonne du pouvoir d'agir aux citoyens, qui deviennent acteurs et plus seulement consommateurs, donnant corps à une certaine démocratie économique insulaire. Le sentiment d'être pionnier des habitants participe à l'effet d'entraînement et encourage les autres îles à développer des projets similaires.

Section 2 : Des îles écossaises pionnières dans le lancement de projets énergies renouvelables offshore.

Les énergies renouvelables offshore vont pleinement participer à cette dynamique insulaire et vont positionner les îles comme des vitrines technologiques de l'Écosse. « The development of renewables on the Scottish Islands [...] is an opportunity to establish Scotland as a world leader in marine technologies⁵⁸⁴. » Le lancement de projets technologiques innovants permet aux îles à la fois d'avancer dans un projet autonomiste, et en même temps, de trouver une forme de reconnaissance médiatique et politique. Selon Louis Marrou et Nina Soumimant (2011), ces projets sont en effet souvent des vitrines pour un pays, une région ou une filière industrielle. La transition énergétique offrirait ainsi un « rayonnement technopolitique » à ces territoires à travers la modernisation intellectuelle et technologique (Crusol, 2007).

Les îles écossaises sont depuis les années 1990 des territoires pionniers dans le domaine des énergies marines. Le développement de ces projets vitrines doit être replacé dans un contexte où les îles ont toujours eu un rôle symbolique dans l'histoire et la culture écossaise. Pour le journaliste Kevin

⁵⁸² Propos d'un habitant de l'île de Gigha dans « Renversant : l'énergie citoyenne remet l'Écosse à l'endroit », *TerraEco*, 21 novembre 2015.

⁵⁸³ Entretien avec George Dean, Directeur à *Islay Energy Trust*, 30 mai 2018.

⁵⁸⁴ *Scottish Islands Renewable Project*, Department of Energy & Climate Change, 2013.

McKenna, « *The history, traditions and folklore of Scotland's islands are woven into the nation's tapestry*⁵⁸⁵ », et à ce titre, les îles représentent dans l'imaginaire écossais l'indépendance et la force singulière de tout un peuple. Selon le professeur David McCrone :

« *Nowhere is "purer" than the islands (and highlands) in this account - where winds are more powerful and seas stronger. We then get historic technological expertise coupled to clean energy. I think one should not overplay the role of the islands (much of rural Scotland is on the mainland in any case) but in symbolic terms islands express the essence of these developments*⁵⁸⁶. »

Cette volonté de développer les énergies renouvelables témoigne d'une volonté des îles de préserver leurs intérêts vis-à-vis de toute pression visant à centraliser le pouvoir à Londres ou Edimbourg, les petites îles s'inscrivant dans une logique de rupture par rapport à l'assistance de la grande île britannique. Si, comme nous le verrons plus tard l'archipel des Orcades y fait figure de vitrine incontestée, la dynamique est aussi présente dans l'archipel des Shetland⁵⁸⁷, sur l'île d'Islay⁵⁸⁸ ou encore sur l'île d'Eigg⁵⁸⁹. La première installation de récupération de l'énergie produite par les vagues est construite sur l'île d'Islay entre 1998 et 2000. Nommée « Limpet 500 » (*Land Installed Marine Powered Energy Transformer*), la centrale fournit jusqu'à 150 kW d'électricité à l'île⁵⁹⁰. Elle se veut alors une réponse à l'importante demande d'énergie des distilleries de l'île (Currie, 2002). Par son aspect pionnier et son originalité (elle fournit de l'électricité verte aux distilleries des alentours produisant ainsi les whiskys les plus écologiques de la planète⁵⁹¹), la centrale houlomotrice offrit une couverture médiatique importante à Islay, notamment en France⁵⁹². Présentée comme « *small world leader in electricity*⁵⁹³ », l'île d'Eigg s'est quant à elle dotée depuis 2008 d'un nouveau système énergétique qui s'appuie sur une plateforme photovoltaïque (9,9 kWh), trois hydroliennes (112 kWh) et un parc éolien (24 kWh). Longtemps tributaires de la production d'énergies fossiles dans la mer du Nord, les îles écossaises voient, depuis ces projets pionniers, se multiplier les projets énergies marines, à l'instar de l'usine hydroliennes (2x100 kW) *Nova Innovation* installée à *Bluemull Sound* (Shetland) et reliée au réseau électrique en août 2016⁵⁹⁴. La construction d'une ferme hydroliennes de 30MW au large d'Islay

⁵⁸⁵ "After centuries of neglect, are Scotland's islands now on the road to recovery?", *The Guardian*, 8 octobre 2017.

⁵⁸⁶ Entretien avec David McCrone, Professeur des universités émérite, 15 mai 2018.

⁵⁸⁷ « Les Shetland, réservoir d'énergies renouvelables après le pétrole », *Challenges*, 19 février 2017.

⁵⁸⁸ « En Ecosse, le whisky sert à tout », *Courrier International*, 18 février 2010.

⁵⁸⁹ « L'île d'Eigg, force de la nature », *Libération*, 24 juin 2013.

⁵⁹⁰ Le projet Limpet visait à produire 500 kilowatts d'électricité, soit l'électricité nécessaire à 400 maisons, mais le résultat de sa production n'est aujourd'hui qu'à hauteur de 10 à 15% en moyenne de l'objectif annoncé.

⁵⁹¹ « En Ecosse, le whisky sert à tout », *Courrier International*, 18 février 2010.

⁵⁹² L'émission *Avenue* (France 3, 17 avril 2010) consacre un reportage sur l'île d'Islay. Source INA.

⁵⁹³ "BBC News", 30 mars 2017

⁵⁹⁴ "World first for Shetlands in tidal power breakthrough", *The Guardian*, 29 août 2016.

a été officiellement lancée en juin 2017 par le ministre de l'énergie Paul Wheelhouse.

Section 3 : La création d'un écosystème orcadien tourné vers la transition énergétique : la marque « made in Orkney ».

Parmi ces nombreuses îles, les Orcades sont devenues une sorte de modèle que l'Écosse aimerait généraliser sur l'intégralité de son territoire. « *If you want to know what Scotland could look like in 10 years then take the 90-minute ferry journey from Scrabster to Stromness and find out*⁵⁹⁵ » ; « *How Orkney leads the way for sustainable energy*⁵⁹⁶ ». Parler d'énergies marines au Royaume-Uni, c'est immanquablement associer l'Écosse et son archipel des Orcades. Nul autre archipel ne représente aussi bien cette dynamique insulaire écossaise. Dans l'agenda médiatique français, les énergies marines se marient ici avec un environnement hors-norme, et les Orcades avec une promesse d'une nouvelle expérience, d'une nouvelle vie. Nous retrouvons ici tout l'imaginaire et les stéréotypes que peuvent encore véhiculer les territoires insulaires sur les sociétés humaines (Barbu *et al.*, 2015).

« C'est au nord de l'Écosse que les eaux agitées de l'océan Atlantique rencontrent celles de la mer du Nord dans une parade incessante de bouillons, tourbillons et autres déchaînements de la nature⁵⁹⁷. » ; « Des îles battues par les vents, fouettées par les vagues. Des îles où il faut lutter contre les éléments, où les arbres ont définitivement renoncé à pousser. Des îles où l'on respire l'air du large et où, bientôt peut-être, on vivra grâce aux forces de la nature⁵⁹⁸. » ; « C'est encore là, dans ce modeste port jadis spécialisé dans la pêche au hareng, que débarquent chercheurs, ingénieurs et investisseurs attirés par l'émergence d'une énergie du futur⁵⁹⁹. »

Depuis des décennies, les Orcades sont la terre d'élection des promoteurs des énergies renouvelables. Le premier pas vers l'industrie moderne des énergies renouvelables a commencé avec les essais de la première éolienne connectée au réseau au Royaume-Uni à Costa Head, dans les Orcades en 1951. Inaugurée en 1987 en tant que machine expérimentale, la turbine de Bugar était alors la plus puissante de son époque (3 MW)⁶⁰⁰. A quelques kilomètres de Kirkwall, est aujourd'hui situé le centre d'excellence sur les énergies marines renouvelables, l'EMEC (*The European Marine Energy Centre*) créé en 2004.

⁵⁹⁵ « Orkney Islands provide a glimpse of a renewable future », *The Guardian*, 20 septembre 2011.

⁵⁹⁶ *The Guardian*, 20 janvier 2019.

⁵⁹⁷ L'EMEC, premier laboratoire des énergies marines, a trouvé son business model », *GreenUnivers*, 5 novembre 2013.

⁵⁹⁸ « Quand l'Énergie viendra de la mer », *La Croix*, 28 février 2006.

⁵⁹⁹ « Les îles Orcades se préparent à devenir l'eldorado européen de l'énergie marine », *Le Monde*, 05 décembre 2007.

⁶⁰⁰ Orkney Sustainable Energy Strategy, 2017/2025, Energy of Orkney, 2017.

Au-delà d'être un organisme tourné vers les nouvelles technologies énergétiques, l'EMEC est un laboratoire à ciel ouvert pour étudier la construction et la réussite d'une politique de développement local. La réussite de l'EMEC va en effet lancer une mode des sites d'essais dans toute l'Europe. Le modèle va vouloir être reproduit⁶⁰¹. Impulsé au départ par une initiative individuelle, le projet de sites d'essais dans les Orcades est rapidement pensé comme un projet collectif porté par plusieurs acteurs et groupes sociaux de l'archipel (l'investissement s'élève alors à environ 8,5 millions d'euros). Les acteurs s'inspirent des expériences menées dans les pays du Nord pour construire leur projet, notamment au sein du laboratoire national *Risø*, au Danemark, berceau du développement de l'éolien et modèle à suivre pour les îles septentrionales.

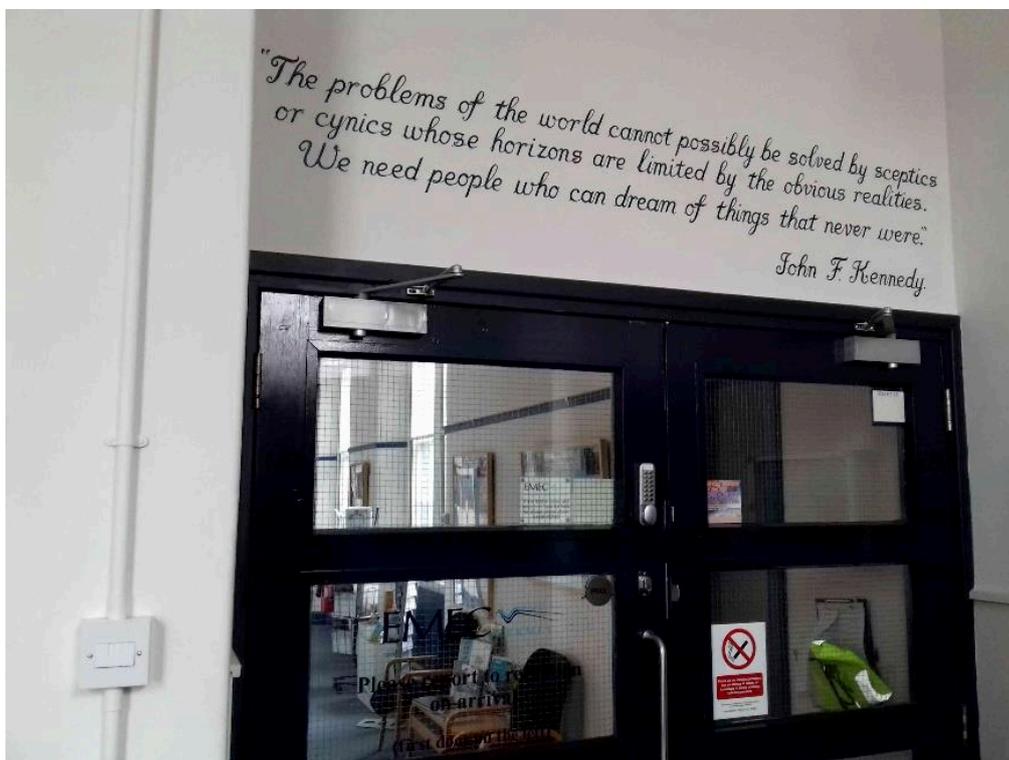


Figure 38. Le centre de recherche EMEC dédié aux énergies marines à Stromness dans les Orcades. Cliché de l'auteur, 2018.

L'EMEC se positionne immédiatement à l'échelle européenne afin de séduire les firmes étrangères, obtenir des subventions et pour renforcer l'aura internationale du site d'essais, témoignant de la volonté de l'archipel de bien s'insérer dans les réseaux européens⁶⁰². Ce projet a été amorcé par des actions qui visaient au départ à trouver un levier à des activités en déclin, comme l'activité

⁶⁰¹ On peut citer ici l'exemple du site d'essai *SEM-REV (France)*, du *Biscay Marine Energy Platform (Espagne)* ou encore du *Dutch Marine Energie Centre (Pays-Bas)*.

⁶⁰² Entretien avec Neil Kermod, Directeur à l'EMEC, 04 juin 2018.

poissonnière ou le pétrole⁶⁰³. L'EMEC doit être un outil de relance d'une région en perte de vitesse, et les énergies marines sont présentées comme des outils de redéploiement à fort potentiel. L'objectif principal pour les porteurs du projet est de retenir les jeunes dans les îles par la création d'emplois qualifiés, afin de leur « éviter un “gone south” pour trouver une nouvelle vie⁶⁰⁴ ». Le laboratoire a su rapidement capitaliser sur l'expérience locale en matière d'utilisation des énergies renouvelables et sur les compétences dans l'industrie de l'offshore, les champs pétroliers de mer du Nord étant aux portes des Orcades (Johnson *et al.*, 2013). L'EMEC a été la première pierre de la création d'un écosystème insulaire tourné vers les énergies marines. Un volet universitaire s'est ainsi rapidement greffé à la dynamique. Au-dessous du siège de l'EMEC, l'Université *Heriot-Watt* d'Edimbourg y possède depuis 1989 un petit campus universitaire spécifiquement dédié aux questions marines. Plusieurs entreprises de conseil accompagnant l'EMEC s'y sont installées et des industriels y séjournent pour les tests. Une « petite communauté insulaire tournée vers les énergies marines⁶⁰⁵ » va ainsi petit à petit se constituer portée par une population motivée et acquise au projet. La dynamique encourage la venue de jeunes diplômés au sein de la main d'œuvre locale poussant à la hausse le niveau des salaires⁶⁰⁶.

Enfin l'EMEC va donner une visibilité internationale aux Orcades en générant de l'intérêt médiatique. En devenant une marque territoriale, il a participé au premier plan à la valorisation de l'image des Orcades sur un plan national, européen et international. Les différentes ressources du territoire (naturelles, compétences, savoirs faire...) ont été suffisamment travaillées pour que les Orcades fassent valoir des « avantages différenciatifs » qui dépassent désormais la simple filière énergies marines. L'objectif est ici de bonifier et communiquer sur sa « marque territoriale » de manière à attirer des investissements ainsi que des entreprises dans une démarche promotionnelle (Houllier-Guibert, 2012). La multinationale Microsoft a ainsi récemment mis à flot un centre de données (data center) sous-marin au large de l'archipel des Orcades afin améliorer l'efficacité énergétique de ses *data centers*. L'expertise mondialement reconnue de l'EMEC dans les énergies marines, dans les énergies renouvelables et sa connaissance de la mer a été un facteur déterminant dans le choix de Microsoft de s'installer aux Orcades⁶⁰⁷. Grâce à sa forte production d'énergie renouvelable et à l'évolution des technologies en matière de stockage de l'électricité, les Orcades sont aujourd'hui le

⁶⁰³ Propos de Graeme Harrison, chef des opérations de *Highlands & Islands Enterprise*, dans *GreenUnivers*, 5 novembre 2013.

⁶⁰⁴ Entretien avec Neil Kermod, Directeur à l'EMEC, 04 juin 2018.

⁶⁰⁵ Propos de Mark Hamilton, directeur général de *Scotrenewables*, dans « L'Ecosse, poisson pilote des énergies marines », *Libération*, 21 octobre 2013.

⁶⁰⁶ “Orkney enjoys highest rise in disposable income in Scotland”, *The Scotsman*, 20 septembre 2016.

⁶⁰⁷ “Microsoft sinks data centre off Orkney”, *BBC news*, 6 juin 2018.

terrain d'expérimentations ambitieuses dans le domaine de l'hydrogène⁶⁰⁸. Après la vague des énergies marines, les îles Orcades se tournent maintenant vers celle, jugée porteuse, de l'hydrogène (Figure 39 et Figure 40).



Figure 39. Une station de ravitaillement en hydrogène dans la ville de Kirkwall dans les Orcades. Cliché de l'auteur, 2018.

⁶⁰⁸ Les Orcades ont lancé officiellement en mai 2018 le projet « Building Innovative Green Hydrogen Systems in Isolated Territories » (BIG HIT) qui vise à démontrer les avantages de l'utilisation de l'hydrogène propre comme source d'énergie flexible et vecteur dans des territoires isolés ou soumis à des contraintes. Le projet consiste à convertir de l'énergie hydrolienne en hydrogène pour des applications multiples de chaleur, d'énergie et de mobilité. <https://www.bighit.eu/about>



Figure 40. Présentation du projet hydrogène développé par l'EMEC lors du salon All Energy 2018. Cliché de l'auteur, 2018.

Conclusion

Les îles écossaises sont des terrains avant-gardistes d'innovation et de démonstration d'une gestion intelligente des réseaux et de la demande en électricité. Conçus comme de vrais projets de territoires, avec et pour les habitants, les projets énergies offshore permettent à leurs habitants de s'orienter vers un modèle énergétique plus sobre, plus économique et moins polluant. Au sud de la Manche, des communautés insulaires françaises cherchent elles aussi à tirer des avantages économiques et sociaux issus du large potentiel énergétique de leur environnement marin. Les travaux de la Fédération de petites îles européennes (*European Small Islands federation*) permettent aux acteurs d'échanger sur les bonnes pratiques, notamment en termes de transition énergétique⁶⁰⁹. Néanmoins, le modèle insulaire écossais reste spécifique et difficilement reproductible en France du fait de la hiérarchie et de la structure politique même de l'Etat :

« Les îles d'Ecosse ont un accès direct avec le gouvernement central, chose que nous n'avons pas en France. L'accès au pouvoir décisionnel des îles écossaises est beaucoup

⁶⁰⁹ Certaines îles du Ponant, Molène, Ouessant et Sein, se sont fixées l'objectif d'atteindre l'autonomie énergétique dans une dizaine d'années. <https://www.geo.fr/environnement/energie-les-iles-du-finistere-avancent-vers-le-100-renouvelable-192228> Consulté le 1^{er} mars 2019

plus simple. En France, la hiérarchie bloque⁶¹⁰ » ; « Cette autonomie des îles écossaises n'existe pas en France⁶¹¹ ».

Témoignant de ce particularisme écossais, le gouvernement écossais proposait en juin 2017 un projet de loi présenté comme historique à destination des îles. Celui-ci vise à encourager le développement de projets locaux en proposant une plus grande autonomie des îles. Pour Giuseppe Sciacca de la Conférence des Régions Périphériques Maritimes (CRPM) :

« En termes de développement des territoires, cette loi donne une marge d'initiatives aux pouvoirs publics locaux, à la fois en termes de fléchage des investissements et aussi en termes de développement des normes. C'est un premier pas vers l'autosuffisance énergétique qui est généralement liée à l'autonomie des pouvoirs. C'est ce qui est revendiqué aujourd'hui au niveau européen⁶¹². »

⁶¹⁰ Entretien avec Emilie Gauter, chargée de mission énergie à l'Association des îles du Ponant, le 22 mai 2018.

⁶¹¹ Entretien avec Camille Dressler, présidente de la Fédération des petites îles européennes (*European Small Islands Federation*), 5 juin 2018.

⁶¹² Entretien avec Giuseppe Sciacca, Secrétaire Exécutif de la Commission des Iles à la CRPM, 18 juillet 2018.

Références

- Barbu D., Meylan N., Volokhine Y. (éd.), 2015, *Mondes Clos. Les îles*, Infolio éditions, Gollion.
- Bouvier Y. (dir.), 2012, Les défis énergétiques du XXI^e siècle. Transition, concurrence et efficacité au prisme des sciences humaines, Bruxelles, P.I.E. Peter Lang, p. 103-110.
- Callon M., Rip A., Joly P-B, 2015, "Réinventer l'innovation?". - innovatiO | Numéro 1 : Innovation? une problématique pluridisciplinaire.
- Crusol J., 2007, « Les îles face aux enjeux du XXI^e siècle : statuts politiques, modernisation et capacité d'affronter la globalisation », dans Lambourdière, E., (dir.), *Les Caraïbes dans la géopolitique mondiale*, Paris, Ellipses, p. 87-133.
- Currie R., 2002, Hydrogen, Fuel Cells and the Optimisation of the LIMPET 500 on Islay, The University of Strathclyde.
- Dehoorne O., 2014, « Les petits territoires insulaires : positionnement et stratégies de développement », *Études caribéennes* [En ligne], 27-28 | Avril-Août 2014, mis en ligne le 14 août 2014, consulté le 28 août 2017. URL : <http://etudescaribeennes.revues.org/7250> ; DOI : 10.4000/etudescaribeennes.7250
- Durand L., Pecqueur B., Senil N., 2015, « La transition énergétique par la territorialisation », dans Scarwell, H-J. Leducq, D. Groux, A. (dir.), *Réussir la transition énergétique*, Lille, Presses Universitaires du Septentrion, Collection Environnement et société, p. 29-36.
- Fudenberg D. et al., 1983, Preemption, Leapfrogging, and Competition in Patent Races, *European Economic Review*, 1983, vol. 22, issue 1, p. 3-31.
- Glon E., Pecqueur B. (dir.), 2016, Au cœur des territoires créatifs, proximités et ressources territoriales, Presses universitaires de Rennes.
- Houllier-Guibert C., 2012, « De la communication publique vers le marketing des territoires : approche microsociologique de la fabrication de l'image de marque », dans *Gestion et management public*, volume 1/2,(2), p. 35-49.
- Liotard C., 2008, « L'électricité dans les îles : vers une production durable ? », dans Nadia Maizi, N. et Guerassimoff, G. *Îles et énergie : un paysage de contrastes*, Paris, Presses des Mines, Collection Libres Opinions, p. 143-170.
- Johnson K., Kerr S., Side J., 2013, "Marine renewables and coastal communities. Experiences from the offshore oil industry in the 1970s and their relevance to marine renewables in the 2010s", *Marine Policy*, Volume 38, p. 491-499.
- Marrou L., Soulimant N., 2011, « Baisse de la population et concept d'île renouvelable dans l'archipel des Açores », in F. Taglioni (dir.) *Insularité et développement durable*, Col. Objectifs Suds, Marseille, IRD Editions, p. 107-129.
- Pellerin-Carlin T., Vinois J-A., Rubio E., Fernandes S., 2017, Faire de la transition énergétique une réussite européenne. Démocratie, innovation, financement, social : Relever les défis de l'union de l'énergie, Institut Jacques Delors, Paris.

Pecqueur B., 2014, « Esquisse d'une géographie économique territoriale », *L'Espace géographique*, vol. tome 43, no. 3, p. 198-214.

Sanguin A-L., 2007, « Périphéricité et ultrapériphéricité insulaires dans l'Union européenne », *L'Espace Politique* [En ligne], 2 | 2007-2, mis en ligne le 03 août 2007, consulté le 19 juillet 2018. URL : <http://journals.openedition.org/espacepolitique/857> ; DOI : 10.4000/espacepolitique.85

Chapitre 10 - Optimiser un patrimoine existant par le projet de transition énergétique : cas appliqué aux digues multifonctionnelles néerlandaises⁶¹³

Optimising existing heritage through the energy transition project: case study of Dutch multifunctional dikes

Sylvain ROCHE, Doctorant CIFRE à la Région Nouvelle-Aquitaine, rattaché au laboratoire de sciences économiques GREThA (CNRS UMR 5113), Université de Bordeaux.
sylvain.roche@u-bordeaux.fr

Résumé

Cette étude présente une expérience technologique originale du système énergétique néerlandais. Nous montrons comment le développement des énergies marines aux Pays-Bas s'inscrit dans une politique d'adaptation d'un pays riche face à un double enjeu : un enjeu environnemental, celui de la montée du niveau de la mer et du risque de submersion, et un enjeu énergétique, celui de trouver des solutions innovantes pour décarboner son économie. La présence de digues est au cœur d'un processus de construction d'une trajectoire technologique spécifique : *the energy dikes*. Les Pays-Bas disposent en effet de ressources territorialisées (la présence de digues) que le pays cherche aujourd'hui à optimiser à travers une approche multifonctionnelle. En France, des expériences similaires sont actuellement menées avec l'énergie solaire.

Introduction

Les bouleversements climatiques semblent aujourd'hui assaillir de toutes parts un pays dont 26% des terres se trouvent sous l'altitude zéro. Une menace qui vient d'abord du large, puisque le niveau de la mer du Nord pourrait, selon une étude publiée fin 2017 par des chercheurs de l'Université d'Utrecht, s'accroître d'un mètre à un mètre quatre-vingts d'ici à 2100 (Winter *et al.*, 2017).

Dans ce pays menacé d'être englouti par les eaux, le changement climatique n'est pas considéré uniquement comme une contrainte ou un enjeu politique, mais aussi comme une opportunité

⁶¹³ Cette première recherche s'est poursuivie par la publication d'un article intitulé « L'avenir du solaire est-il dans le flottant ? » pour le media The Conversation en septembre 2019 : <https://theconversation.com/lavenir-du-solaire-est-il-dans-le-flottant-123245>

économique et technologique à saisir⁶¹⁴. Et à ce titre, le pays ne cesse d'être présenté comme un modèle à suivre en matière d'anticipation du changement climatique⁶¹⁵.

Symboles nationaux depuis les inondations de 1953, les digues des Pays-Bas doivent aujourd'hui être adaptées et améliorées (Veelen *et al.*, 2015). L'approche adoptée est celle de la « multifonctionnalité » (*multifunctional flood defences*), les digues devant non seulement protéger le pays des risques de submersion, mais aussi apporter des opportunités pour d'autres fonctions, comme le logement, les loisirs et la production d'énergie renouvelable (Van Stokkom *et al.*, 2005 ; 2nd Delta Committee, 2008). L'approche multifonctionnelle répond donc à une logique d'innovation combinatoire :

« Multifunctionality is more than just having a set of functions in one place, like a shopping mall or a high rise. It's about the mutual reinforcement of goals, reinventing multifunctionality is finding out what that really is⁶¹⁶. »

L'intérêt des Pays-Bas pour la « multifonctionnalité » s'explique par son besoin d'optimiser l'utilisation de l'espace en valorisant le foncier exploitable⁶¹⁷. L'objectif est ainsi de pouvoir répondre aux grands défis majeurs du XXI^e siècle à travers une seule et même infrastructure.

L'enjeu est particulièrement d'actualité aux Pays-Bas du fait de la dépendance persistante du pays envers les énergies fossiles⁶¹⁸. Les Pays-Bas étaient en 2017 le pays dont la part des énergies renouvelables dans la consommation finale brute d'énergie du pays était la plus éloignée des objectifs européens (6,4%)⁶¹⁹. Cette situation contraint les acteurs publics à ouvrir le champ des possibles en matière de technologies énergétiques⁶²⁰, que ce soit le choix de l'éolien en mer⁶²¹ ou celui de l'option

⁶¹⁴ <https://dutchreview.com/news/weather/effects-of-climate-change-in-the-netherlands/> Consulté le 11 mars 2019

⁶¹⁵ « Alors, pendant que la mer monte et que les fleuves gonflent, les Néerlandais investissent, expérimentent, bâtissent, remodelent encore et encore leur territoire. A leur manière, ils sont en train de repenser l'avenir de la planète. Et font figure de modèle pour le monde. » dans « Pays-Bas : Face à la montée des eaux, les Hollandais nous donnent des raisons d'espérer », *Le Magazine GEO*, 26 décembre 2018.

⁶¹⁶ <https://www.hollandtradeandinvest.com/publications/publications/reinventing-multifunctionality/05/11/reinventing-multifunctionality> Consulté le 11 mars 2019.

⁶¹⁷ Les Pays-Bas sont un petit pays de 41 528 km² de superficie, dont environ 7 745 km² sont occupés par des lacs, des étangs, des canaux et des cours d'eau. A titre de comparaison, la superficie de l'ancienne Région Aquitaine était de 41 309 km².

⁶¹⁸ Les Hollandais ont majoritairement recours au gaz lorsqu'il s'agit de se chauffer, les maisons étant pour la plupart connectées au réseau de gaz naturel national et cette énergie reste encore la plus abordable dans le pays. La localisation géographique des Pays-Bas confère au pays un potentiel en hydroélectricité assez faible.

⁶¹⁹ La moyenne européenne est de 16 %, bien au-dessus de celle des Pays-Bas. <https://ec.europa.eu/eurostat/fr/web/products-press-releases/-/8-12022019-AP> Consulté le 07 mars 2019.

⁶²⁰ Les Pays-Bas se sont dotés le 27 juin 2018 d'une loi d'une loi visant la neutralité carbone d'ici 2050. <https://www.government.nl/topics/climate-change/climate-policy> Consulté le 07 mars 2019.

⁶²¹ 1,118 MW de capacité offshore est installée aux Pays-Bas en 2018 selon Wind Europe. *Offshore Wind in Europe*, Key trends and statistics 2018, février 2019.

électronucléaire⁶²². Les acteurs publics néerlandais et les partenaires industriels ont pris en compte le potentiel des énergies marines dès les années 1980 (Willemse, 2007). Les Pays-Bas ont un avantage certain à développer ces technologies. Entouré d'eau, le pays semble être un endroit évident pour conduire des projets innovants avec les énergies marines renouvelables⁶²³.

En quoi la multifonctionnalité invite-elle à dessiner des expériences technologiques originales en matière de transition énergétique ?

Cet examen est issu d'un séjour de recherche de 5 semaines réalisé au sein de l'entreprise *Tocado International*⁶²⁴, basée à Den Oever, aux Pays-Bas. Je tiens ici à remercier l'ensemble des acteurs qui ont pris soin de m'accueillir et de répondre à mes questions. Nous insistons ici sur le fait que cette étude se veut avant tout exploratoire. Des travaux plus poussés mériteraient d'être réalisés, notamment avec l'Université d'Utrecht⁶²⁵.

Section 1 : Un pays qui cherche à faire de l'eau un nouvel allié

La gestion des ressources en eau est un défi majeur pour de nombreux territoires, pays et villes, qui encourage à lancer d'ambitieux projets d'innovation dans le secteur (Rosenzweig *et al.*, 2007).

La relation des Pays-Bas avec l'eau est différente de celle de tout autre pays au monde (De Bruin *et al.*, 2009). Le géographe Jacob Vossestein (2014) a décrit comment l'eau a façonné le paysage, la culture, l'économie et le mode de vie des néerlandais. D'une part, elle a toujours été source de richesses pour le pays via le commerce et la pêche. D'autre part, elle a provoqué beaucoup de catastrophes qui ont entraîné d'énormes pertes économiques et humaines. Sans ses digues protectrices, les deux tiers du pays seraient régulièrement submergés (Pilarczyk, 2007).

⁶²² « Pays-Bas : des nouvelles centrales nucléaires pour sauver le climat ? », *Courrier International*, 08 novembre 2018.

⁶²³ Pas moins de 10% de la demande d'électricité néerlandaise pourrait être produite par les énergies marines renouvelables (hors éolien offshore) selon l'atlas « Water as a source of renewable energy » (Bruggers. M.R *et al.*, 2008). Le potentiel techniquement exploitable de l'énergie marémotrice est estimé entre 20 MW (estimation basse) et 130 MW (estimation optimiste), dépendant en fonction de la disponibilité future des barrages et digues, tels que ceux d'Oosterschelde, de Brouwersdam et de l'Afsluitdijk. Le marché interne reste donc limité obligeant les entreprises néerlandaises à s'ouvrir rapidement sur les marchés extérieurs.

⁶²⁴ *Tocado* développe et fabrique des hydroliennes destinées à être déployées dans les rivières et les environnements océaniques.

⁶²⁵ Voir notamment les travaux menés actuellement par Sander Van Hees à l'Université d'Utrecht. <https://www.uu.nl/medewerkers/SRWvanHees> Consulté le 07 mars 2019.

L'eau est un secteur fortement institutionnalisé aux Pays-Bas (De Vries et Wolsink, 2009 ; Reinhard et Folmer, 2009). Intégrée au ministère néerlandais des infrastructures et de l'environnement (*Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat*), l'agence néerlandaise de la gestion des eaux d'État (*Rijkswaterstaat*) est responsable de la construction et de la maintenance des principales infrastructures néerlandaises (Van Der Duin *et al.*, 2011). Un nouveau plan national de l'eau (*National Water Plan 2016-2021*) a été présenté en décembre 2015 par le gouvernement néerlandais⁶²⁶. Son objectif est d'adapter les infrastructures de protection contre les inondations, le cadre de vie et l'économie du pays, aux nouveaux enjeux environnementaux. C'est dans ce cadre que le gouvernement a lancé en 2015 un nouveau plan d'envergure (*Plan Delta 2*) doté de 20 milliards d'euros sur trente ans pour protéger le territoire néerlandais contre une éventuelle montée des eaux due au changement climatique⁶²⁷. Son objectif est de renforcer, d'ici à 2050, la protection de 1 500 km de rivières (le pays en compte 1 700), et d'assurer que chaque habitant courre un risque minimal d'être exposé à une inondation (1 risque sur 100 000)⁶²⁸.

Conscients qu'ils ne peuvent rehausser indéfiniment les digues, les néerlandais ont changé progressivement de philosophie. Désormais, au lieu de chercher à endiguer l'eau à tout prix, ils essaient « d'apprendre à vivre avec elle⁶²⁹ ». Le défi est de concilier une nouvelle politique nationale d'adaptation avec une politique d'aménagement du territoire : « *Consequently, government authorities are increasingly seeking combined solutions by connecting tasks in planning and implementation*⁶³⁰. »

L'accent est donc mis sur l'élaboration de solutions techniquement plus robustes, de meilleurs systèmes de gestion des risques et l'amélioration de la planification spatiale. On voit que la motivation des Pays-Bas dans ce nouveau plan dépasse les simples considérations économiques de court terme pour se situer sur des objectifs humanistes de plus long terme : la protection des habitants, la limitation des risques liés au changement climatique, l'aménagement intelligent (et « hydrophile ») du

⁶²⁶ <https://www.government.nl/documents/policy-notes/2015/12/14/national-water-plan-2016-2021> Consulté le 04 mars 2019.

⁶²⁷ <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/begrotingen/2014/09/16/deltaprogramma-2015> Consulté le 04 mars 2019.

⁶²⁸ Le premier Plan Delta avait vu le jour en 1953, après une violente tempête qui fit quelque 2 000 morts, entraîna l'évacuation de 100 000 personnes et inonda 200 000 hectares. Le pays reste aujourd'hui marqué par cet épisode et ambitionne d'être un pionnier mondial dans la lutte contre les inondations. Soixante ans après ces inondations, le nouveau « programme Delta » veut faire des Pays-Bas le leader mondial en matière de prévention des inondations et d'adaptation au changement climatique.

⁶²⁹ Le développement de maisons flottantes reflète la réalité d'un pays qui est dans la nécessité de « vivre avec l'eau ».

⁶³⁰ "Our Water in the Netherlands, New National Water Plan 2016-2021", Ministry of Infrastructure and the Environment, Den Haag, 2015, p.9.

territoire. Il s'agit bien d'une politique orientée défense du territoire. Les Pays-Bas souhaitent désormais faire de leur ancien ennemi historique un nouvel allié⁶³¹.

Le secteur de l'eau est l'un des secteurs économiques les plus importants aux Pays-Bas. Il représente 10 milliards de dollars de chiffre d'affaires par an. On ne compte pas moins de 1 000 entreprises néerlandaises actives dans le secteur de l'industrie de l'eau. Celui-ci a connu une croissance de 13% depuis 2012⁶³². Il est par ailleurs désigné comme l'un des secteurs d'innovation offrant le plus grand potentiel d'exportation pour les Pays-Bas (*Water Top Sector*). C'est l'approche Delta technology⁶³³. Après des siècles de lutte contre les mers, le pays peut aujourd'hui se targuer d'être le delta « le plus sûr » du monde, exportant son savoir-faire partout sur le globe, de la Nouvelle-Orléans à l'Australie, en passant par le delta du Mékong. L'objectif de l'approche *Water Top Sector* est de s'assurer que les Pays-Bas continuent d'être un modèle mondialement reconnu de la maîtrise des eaux⁶³⁴, ses connaissances historiques dans la construction de barrages et de digues étant considérées comme un avantage comparatif à valoriser à l'international :

« The Netherlands is known worldwide as a water country : whether you're talking about dry feet, clean water or our maritime technology. We have a reputation to maintain [...] Not only for solving our own problems, but also for improving the competitive strength of the water sector and contributing to problem-solving worldwide⁶³⁵. »

Près de la moitié des entreprises dans le secteur de l'eau s'attendent ainsi à augmenter leur chiffre d'affaire de plus de 20% d'ici 2023⁶³⁶.

A cet enjeu hydraulique se couple une problématique industrialo-énergétique. En 2016, l'approvisionnement en énergie primaire du pays provenait à 91,8 % des combustibles fossiles, du nucléaire pour 1,4 %, des énergies renouvelables pour 6,2 % et des importations d'électricité pour

⁶³¹ « Zeeland lives with the water like nowhere else. For a long time we saw it as an enemy, but we now wish to embrace it as a friend. » Propos de Ben De Reu, membre du bureau de la province de *Zeeland* dans <https://www.zeeland.nl/digitaalarchief/zee1300662> Consulté le 04 mars 2019.

⁶³² *Dutch innovation sparks global opportunities in water technology*, *World Water*, juillet-août, 2018. https://www.netherlandswaterpartnership.com/sites/nwp_corp/files/2018-11/Netherlands_St2.pdf Consulté le 06 mars 2019.

⁶³³ L'approche *Delta Technology* vise à encourager le développement des innovations de rupture en territoire inondable. Le secteur des technologies Delta se découpe en 4 axes prioritaires : (a) Eco-engineering, (b) Water Safety (c) Smart Dikes et (d) Liveable Delta <https://www.government.nl/topics/water-management/water-top-sector/delta-technology> Consulté le 05 mars 2019. Consulté le 06 mars 2019.

⁶³⁴ <https://www.government.nl/topics/water-management/water-top-sector> Consulté le 05 mars 2019.

⁶³⁵ *Water innovations in the Netherlands*, Ministry of Infrastructure and Water Management, 2014.

⁶³⁶ *Dutch innovation sparks global opportunities in water technology*, *World Water*, juillet-août, 2018. https://www.netherlandswaterpartnership.com/sites/nwp_corp/files/2018-11/Netherlands_St2.pdf Consulté le 05 mars 2019.

0,6 %⁶³⁷. Les Pays-Bas restent donc largement dépendants de l'utilisation des énergies carbonées. En novembre 2016, 70% des émissions de CO₂ du secteur de l'électricité provenaient du charbon⁶³⁸. Ce constat oblige les acteurs publics à prendre des mesures ambitieuses pour développer les énergies renouvelables. La transition énergétique doit par ailleurs offrir des opportunités pour préserver et développer le modèle économique néerlandais. La transition énergétique doit pouvoir s'appuyer sur les savoir-faire et les transferts technologiques hérités de l'industrie *oil and gas* néerlandaise :

« Many of the technologies developers that are at a higher TRL level draw expertise and/or financial support from the traditional offshore oil & gas companies. The recent collapse of oil prices is starting to have effect, forcing some developments to scale down. At the same time it is also recognised that diversifying into renewables may offer new opportunities for the oil and gas industry in the future. Especially in the supply chain this is a noticeable trend. » (Scheijgrond et Nieland, 2016 : 6)

La transition énergétique est donc aussi présentée comme un relais de croissance pour une industrie pétrolière et gazière en perte de vitesse. Nous pouvons ici faire un parallèle intéressant avec le cas écossais.

Section 2 : Inscrire les énergies marines dans un processus de multifonctionnalité technologique.

Le 1^{er} Plan Delta a produit des bijoux de technologies et d'innovations, donnant aux Pays-Bas une expertise et un savoir-faire sans comparaison dans le secteur des digues. La présence de ce patrimoine technologique constitue une ressource territoriale spécifique que les acteurs néerlandais souhaitent aujourd'hui valoriser.

La prise en compte des préoccupations environnementales a conduit à une nouvelle approche des digues (*greening flood protection*⁶³⁹). Les recherches sont aujourd'hui tournées vers des concepts de digues évolutives pouvant contenir plusieurs usages (Moreau, 2019). Un certain nombre de secteurs doivent ainsi être (re)pensés dans une approche « multifonctionnelle » afin de concilier les différents objectifs du développement durable.

C'est l'approche « *multifunctional green infrastructures* » (Sinnett *et al.*, 2016) qui peut se définir

⁶³⁷ Agence internationale de l'énergie. Pays-Bas: [Balances pour 2016](#) Consulté le 05 mars 2019.

⁶³⁸ En novembre 2016, 70% des émissions de CO₂ du secteur de l'électricité provenaient du charbon. Notons ici une importante différence avec le cas français où le secteur électrique est largement décarboné par l'utilisation du nucléaire (86% en 2018).

⁶³⁹ <http://publications.deltares.nl/EP3587.pdf> Consulté le 05 mars 2019.

comme :

« The potential for green infrastructure to have a range of functions, to deliver a broad range of ecosystem services. Multifunctionality can apply to individual sites and routes, but it is when the sites and links are taken together that we can achieve a fully multifunctional green infrastructure network » (Natural England, 2009: 22).

Les digues sont considérées comme des infrastructures très intenses en capacités d'innovation technologiques et architecturales⁶⁴⁰. Le concept de digues multifonctionnelles intègre la protection contre les inondations à des fonctions complémentaires telles que les infrastructures, le logement, les loisirs, des espaces écologiques et la production d'énergies renouvelables. Pionnière lors de son inauguration en 1966, l'usine marémotrice de la Rance répond aux critères de la multifonctionnalité. Il s'agit d'un centre de production d'énergie renouvelable, d'un site touristique industriel et d'un pont routier ayant permis de diviser par trois la distance et le temps de parcours entre Dinard et Saint-Malo. Elle assure enfin des fonctions d'interface fluvio-maritime grâce son écluse (Sonnac, 2015).

Les recherches de multifonctionnalité des digues impliquent l'intervention de nouveaux acteurs sur l'ouvrage, comme les acteurs des énergies renouvelables, ouvrant des synergies entre les acteurs traditionnels de la protection des inondations et ceux de la production d'énergies renouvelables. Le concept de *energy dikes* définit le couplage entre l'enjeu de la protection anti-submersion et celui de production d'énergie⁶⁴¹.

Longue de 32 kilomètres, l'Afsluitdijk, située au nord d'Amsterdam, est un ouvrage datant de 1932 qui isole un lac d'eau dessalée, l'IJsselmeer, des assauts de la mer du Nord. C'est une structure à caractère multifonctionnel qui sert à la fois de digue de protection, de pont routier et de site touristique industriel. Cet ouvrage de 90 mètres de large, qui relie le village de Den Oever à Zurich, a changé la physionomie du pays. Fierté de tout un peuple, le monument porte cette inscription : « *Een volk dat leeft bouwt aan zijn toekomst* » (Un peuple qui vit construit son avenir). A sa valeur d'usage (la protection anti-submersion) se couple donc une importante valeur symbolique et patriotique (celui de matérialiser le génie néerlandais). En 2006, il s'est avéré que la digue ne répondait plus aux normes de sécurité, à cause de son vieillissement et des changements climatiques. La décision fut prise de renforcer la digue et ses écluses ainsi que de lui confier de nouvelles fonctions innovantes, dont celle

⁶⁴⁰ Il existe d'autres exemples de défenses côtières majeures en Europe, comme le projet MOSE à Venise ou la barrière de la Tamise à Londres.

⁶⁴¹ « An energy dike is a water security infrastructure project that combines the traditional functionality of a dike or dam (namely, water security) with self-sustaining sustainable electricity production » <https://www.redstack.nl/en/projects/39/energising-deltas> Consulté le 04 mars 2019.

de produire de l'énergie décarbonée. L'objectif est ainsi de « moderniser » la vitrine technologique des Pays-Bas en lui appliquant les nouvelles priorités écologiques⁶⁴². En février 2015, le centre d'essais néerlandais des marées (*Dutch Tidal Testing Centre*) a placé trois turbines T1 de l'entreprise Tocado sur la digue d'Afsluitdijk⁶⁴³. Les turbines ont une capacité de plus de 300 KW, suffisante pour produire de l'électricité pour environ 100 ménages néerlandais. L'idée est d'installer des turbines sur les digues, à l'endroit où le tirant d'eau est le plus fort, afin de profiter des courants de marée créés artificiellement par la digue d'Afsluitdijk. Les piles rapprochées au niveau des écluses permettent d'accélérer le courant à la sortie de l'ouvrage. Les chenaux sont équipés de plusieurs hydroliennes (Figure 41 et Figure 42). Les digues agissent ainsi comme des concentrateurs d'énergie marémotrice. Une vitesse augmentée signifie une plus grande quantité d'électricité délivrée pour chaque hydrolienne installée. C'est le concept de *tidal energy dikes*.



Figure 41. Les hydroliennes T1 de Tocado installées sur les écluses de la digue d'Afsluitdijk. Cliché de l'auteur, 2016.

⁶⁴² <https://www.zeeland.nl/digitaalarchief/zee1300662> Consulté le 04 mars 2019.

⁶⁴³ Une première turbine prototype était installée depuis 2008.



Figure 42. Les turbines T1 de Tocardo relevées pour la maintenance. Cliché de l'auteur, 2016.

L' Afsluitdijk, véritable barrage entre eau douce (le lac intérieur de l'IJssel) et eau salée (la mer du Nord), est aussi le lieu idéal pour le tester l'énergie osmotique (*blue energy* en anglais). Une installation expérimentale (50 kW) a ainsi été inaugurée le 26 novembre 2014 par le roi Willem-Alexander. L'objectif de ce programme est de démontrer la rentabilité économique de cette énergie avant d'envisager la construction d'une première centrale à l'horizon 2020. Selon ses développeurs, la société *REDstack* et l'Université de Twente, l'énergie osmotique pourrait fournir 10% de l'électricité nécessaire aux Pays-Bas et l'Afsluitdijk à elle seule pourrait générer de l'électricité à 500 000 ménages⁶⁴⁴.

⁶⁴⁴ <https://www.utwente.nl/en/news/!/2014/11/349878/first-blue-energy-power-plant-opened-ut-made-large-contribution> Consulté le 06 mars 2019

Section 3 : Optimiser un patrimoine existant par l'innovation énergétique.

La méthode néerlandaise utilisée pour capter l'énergie des courants de marées avec les digues (*energy tidal dikes*) est directement dérivée de celle utilisée au moyen-âge. Déjà à l'époque médiévale, les ponts sont des endroits intéressants pour y installer des moulins (Figure 43). Les ponts ont beaucoup d'arches et rétrécissent de façon importante la section de la rivière, renforçant le courant sous les ponts (Viollet, 2005). Ce système permet de démultiplier les forces et d'actionner des meules plus grosses⁶⁴⁵.

A Bordeaux, sous le vieux pont de pierre, une plate-forme flottante a été installée et permet d'évaluer le potentiel de l'énergie des courants (Figure 44). Les caractéristiques environnementales font de ce site l'un des plus appropriés en Europe pour le test d'hydroliennes⁶⁴⁶. Il est soumis à de très forts courants de marées accélérés par la présence des piles du pont de Bordeaux. Les objectifs de la transition énergétique ont ainsi octroyé une fonction supplémentaire au pont : celui de participer à la production décentralisée d'énergie renouvelable.



Figure 43. Moulins du Pont du Marché à Meaux", Jean-Pierre Frédéric Barrois (1786-après 1869), huile sur toile, 64 x 80 cm, 1835 (Meaux, musée Bossuet, inv. 177/2008-2). Huile sur toile, 1835. (Musée Bossuet, Meaux. inv. 177/2008-2).

⁶⁴⁵ <https://chartes.hypotheses.org/3242> Consulté le 06 mars 2019.

⁶⁴⁶ <http://seeneoh.com/> Consulté le 06 mars 2019.



Figure 44. La plateforme flottante d'hydroliennes Seeneoh utilise les arches du pont de pierre de Bordeaux pour maximiser la puissance des hydroliennes submergées dans la Garonne. Cliché de l'auteur, 2019.

Mais ce sont aujourd'hui essentiellement les nouvelles technologies solaires qui invitent en France à réinventer les infrastructures du passé. Alors que les centrales solaires au sol vont se multiplier, le ministère de l'Environnement souhaite limiter les conflits d'usage⁶⁴⁷. Au regard des surfaces qu'il nécessite, le développement des centrales solaires peut en effet engendrer des conflits d'usage avec les terres agricoles et affecter la biodiversité. Les transitions énergétiques du passé ont développé des sources d'énergie toujours plus concentrées (bois, charbon, pétrole et gaz, puis uranium), limitant considérablement les surfaces mobilisées par les systèmes énergétiques. La transition énergétique actuelle s'inscrit dans un schéma inverse : remplacer les énergies fossiles à forte densité énergétique par des énergies renouvelables bien moins denses - qui mobilisent plus de surface. La centrale solaire la plus puissante de France (300 MW) est ainsi implantée à Cestas, près de Bordeaux, sur 260 hectares (soit l'équivalent de 370 terrains de football). Trouver de nouveaux terrains pour développer des projets est donc devenu la principale préoccupation des développeurs d'énergies renouvelables.

⁶⁴⁷ La Programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE) prévoit de multiplier par quatre la capacité installée de l'énergie solaire, avec un objectif PV haut de 44,5 GW d'ici 2028. Nous y reviendrons dans la conclusion générale. <https://www.lechodusolaire.fr/la-ppe-enfin-publiee-avec-un-objectif-pv-haut-de-445-gw-dici-2028/> Consulté le 07 mars 2019.

Ces problématiques encouragent donc les développeurs à faire preuve d'imagination et à valoriser le patrimoine existant. Notamment en intégrant le solaire flottant à des « zones délaissées », lacs, bassins, canaux d'irrigation ou réservoirs de traitement d'eau, afin de donner une « deuxième vie » à ces espaces. Il s'agit ensuite de combiner ces centrales photovoltaïques à d'autres activités, afin d'optimiser l'espace.

Pour limiter l'emprise au sol des centrales solaires et valoriser une surface déjà artificialisée pour un autre usage, la Société du Canal de Provence (SCP) a travaillé avec le CEA sur un projet de centrale photovoltaïque flottante recouvrant le canal de Provence⁶⁴⁸. Les plans d'eau et les canaux gérés par la SCP constituent de vastes superficies qui peuvent facilement être recouvertes de panneaux solaires. Les résultats de ce projet baptisé « Canalsol » étant probants, elle encourage la SCP à installer aujourd'hui une centrale photovoltaïque flottante sur le vaste réservoir à ciel ouvert du Vallon Dol, situé sur les hauteurs de Marseille⁶⁴⁹. L'énergie solaire invite aussi à réinviter les anciennes mines et des bassins de rétention d'eau des barrages hydrauliques de montagne.

L'association du solaire flottant et de l'hydroélectricité permet aux installations photovoltaïques de profiter des infrastructures offertes par les centrales hydroélectriques, comme les stations et les lignes de transmission. D'un autre côté, le solaire flottant réduit l'évaporation des lacs de barrage, accroissant de facto la production des barrages hydroélectriques. À ce titre, le solaire flottant permet aux industriels de l'hydraulique de mieux adapter les barrages au changement climatique, la montée des températures entraînant une plus forte évaporation de l'eau. Enfin, les panneaux peuvent être démantelés rapidement sur l'eau, limitant l'empreinte écologique des installations.

EDF, qui exploite 20 GW de barrages hydrauliques, dispose de centaines de retenues d'eau, dont certaines ne sont pas directement en conflits d'usage (notamment ceux où la pêche et la baignade sont interdites pour des raisons de sécurité). Dans le département des Hautes-Alpes, un projet de centrale flottante d'une puissance de 19,8 MW est porté par le groupe EDF. Engie quant à elle a identifié un potentiel d'environ 200 MW sur des rétentions d'eau lui appartenant. Mais c'est bien l'entreprise Akuo Energy qui mettra en service en septembre prochain la première centrale solaire flottante de France. D'une puissance de 17 MW, elle est dotée de 47 000 panneaux solaires et constitue la plus grande installation solaire sur l'eau de France (Figure 45).

⁶⁴⁸ Les centrales photovoltaïques entrent en concurrence avec d'autres usages des terres. Pour accélérer le déploiement du solaire, d'autres gisements doivent donc être explorés.

⁶⁴⁹ « Bientôt des centrales solaires sur l'eau », *La Provence*, 11 novembre 2017.

S'inscrivant dans cette logique d'optimisation inter-technologique, la Corée du Sud envisage de construire d'ici à 2020 la plus grande ferme solaire flottante du monde (102,5 MW) à proximité de la plus puissante centrale marémotrice du monde (254 MW). Ces différents exemples témoignent du caractère modernisateur, cumulatif et combinatoire, des transitions énergétiques.



Figure 45. En septembre, la première centrale photovoltaïque flottante de France sera opérationnelle à Piolenc, dans le Vaucluse, 2019. Cliché de Gérard Julien pour l'AFP.

Les principaux objectifs de ces projets pionniers sont de montrer leur compatibilité avec d'autres usages, de mieux étudier les éventuels impacts environnementaux des installations (notamment sur les frayères à poisson), tout en permettant de déployer la technologie à une échelle plus industrielle. La concurrence entre les technologies est devenue une complémentarité inter-filières.

Ces dynamiques combinatoires entre des technologies énergétiques étaient aussi déjà imaginées dès le moyen-âge⁶⁵⁰. Le XIXe siècle fut aussi une période riche d'expériences en matière de complémentarités technologiques, de trajectoires diverses qui ont été en partie oubliées⁶⁵¹. C'est ce

⁶⁵⁰ Ainsi les moulins à vent au moyen âge vinrent renforcer le potentiel hydraulique exploitable, leur puissance étant généralement plus grande que celle des moulins à eau (de 10 à 30CV par moulin), mais ils utilisaient une source d'énergie beaucoup plus irrégulière (Voir Makkai L, *Productivité et exploitation des sources d'énergie, XIIIe et XVIIIe siècles*, Rapport inédit, semaine du Prato, 1971).

⁶⁵¹ L'électricité est un vecteur énergétique nouveau à la fin du XIX^e siècle et toutes les sources d'énergie traditionnelles tentent de s'adapter à cette nouveauté. Les moteurs éoliens existants, qu'il s'agisse de moulins à

processus de coexistence qui est à l'origine des transitions énergétiques. Pendant la transition, qui dure plusieurs décennies, les énergies dominantes coexistent avec des solutions alternatives, les nouvelles technologies de l'énergie, qui vont se développer et prendre le relais progressivement.

Ce processus de « marinsation » des technologies de l'énergie n'est pas nouveau. Depuis plus de cinquante ans, la mer est devenue progressivement un terrain libre et immense qui prend le relais d'un espace terrestre en cours de saturation : dès les années 1950 avec les plates-formes pétrolières offshore et à partir des années 1990 avec l'éolien marin (d'abord « posé » puis désormais « flottant »). Même l'électronucléaire ne semble pas aujourd'hui échapper à cette vague marinsante, avec tous les risques technologiques et environnementaux que cela comporte⁶⁵².

L'enjeu environnemental, celui de la montée du niveau de la mer et du risque de submersion, couplé aux nouvelles exigences énergétiques, pousserait l'homme vers une « colonisation » de la mer, nouvelle frontière pour répondre aux problèmes énergétiques, affronter les défis de surpopulation et de pollution. Désormais, « le monde est un polder », comme l'écrivait en 2005 le biologiste Jared Diamond dans son ouvrage *Effondrement. Comment les sociétés décident de leur disparition ou de leur survie*. Il faut en effet rappeler que 71 % de la surface terrestre est maritime.

Comprendre l'intérêt soudain pour le solaire flottant nécessite donc de replacer cette technologie dans un phénomène plus vaste de marinsation des innovations et de nos sociétés. Le solaire flottant s'interconnecte aux grands systèmes techniques existants (énergie, logement, transport...) - tout en invitant à les repenser, à les réinterpréter au regard du défi énergétique et maritime.

vent traditionnels multi-usager (meunerie, scierie, huilerie...) ou de multiples de pompage, s'adaptent difficilement à ce nouveau vecteur et proposent des solutions souvent des complexes et donc coûteuses. Voir la conférence de François Jarrige, « Oubliées les énergies alternatives ? », cycle Modernité en crise, Cité des sciences et de l'industrie, 03 mai 2016. <https://www.dailymotion.com/video/x4ckbd7> Consulté le 07 mars 2019.

⁶⁵² https://www.francetvinfo.fr/replay-radio/un-monde-d-avance/une-inquietante-centrale-nucleaire-flottante-dans-l-arctique-russe_3443493.html Consulté le 30 mai 2019.

Conclusion

Le développement des énergies marines aux Pays-Bas est une réponse technologique d'un pays riche face à un double enjeu : la montée du niveau de la mer et la nécessité d'encourager le développement d'énergies décarbonées. Les ingénieurs ont adapté les innovations aux forces et spécificités du territoire. La recherche d'optimisation du patrimoine technologique existant (les digues) par le processus de « multifonctionnalité » a encouragé les ingénieurs à développer un concept original : *the energy dikes*.

Les installations solaires, notamment sur l'eau, permettent aussi de moderniser les « anciennes » installations énergétiques du XX^e siècle, telles que les barrages hydrauliques ou les usines marémotrices, en s'y associant. D'un côté le solaire invite à transformer à travers un discours écologique le patrimoine énergétique hérité (celui des barrages hydrauliques de montagne et du nucléaire), et d'un autre côté, il ancre profondément la France dans une trajectoire énergétique qui se veut résolument terrestre.

L'histoire de l'énergie n'est donc pas celle de transitions, mais d'additions successives de nouvelles sources d'énergie primaire (Fressoz, 2014). Il s'agit donc désormais d'entretenir ces patrimoines énergétiques, de les faire évoluer, de les réinventer, au prisme des nouvelles énergies vertes. Cette dynamique est symbolique d'une transition énergétique qui cherche à s'inscrire dans un double agenda : celui de la nouveauté et de la rupture (les énergies renouvelables) et celui de la tradition et de l'héritage (le patrimoine existant).

Références

Bruggers. M. et al., 2008, Water als bron van duurzame energie - Inspiratieatlas van mogelijkheden (in Dutch), Deltares.

De Bruin. K *et al.*, 2009, "Adapting to climate change in The Netherlands: an inventory of climate adaptation options and ranking of alternatives", *Climatic Change* 95(1) : 23-45.

De Vries. J, Wolsink. M, 2009, "Making space for water: spatial planning and water management in the Netherlands", *In Planning for climate change: strategies for mitigation and adaptation for spatial planners* by S. Davoudi & J. Crawford & A. Mehmood.

Fressoz Jean-Baptiste, "Pour une histoire désorientée de l'énergie", 25^{èmes} Journées Scientifiques de l'Environnement - L'économie verte en question, Feb 2014, Créteil, France. {hal-00956441}

Gallouj Camal, 2004, « Innovation et trajectoires d'innovation dans le grand commerce : une approche lancastérienne », *Innovations*, n. 19 (1), p. 75-99.

2nd Delta Committee, 2008, "State committee for sustainable coastal development", *Samen werken met water*. Den Haag, Hollandia Printing

Moreau Anne-Laure, 2019, « La digue multifonctionnelle : Une alternative pour intégrer le risque d'inondation dans l'aménagement urbain », *Digues Maritimes et Fluviales de Protection contre les Inondations*, Version de la communication (soumise, finale) DOI : 10.5281/zenodo.2278401.

Natural England, 2009, *Green Infrastructure Guidance* : <http://publications.naturalengland.org.uk/publication/35033>

Pilarczyk Krystian W., 2007, "Flood protection and management in the Netherlands", *In Extreme Hydrological Events: New Concepts for Security*, Eds. O.F. Vasiliev, P.H.A.J.M. van Gelder, E.J. Plate, M.V. Bolgov, Springer Netherlands.

Reinhard Stijn, Folmer Henk, 2009, Water Policy in the Netherlands: Integrated Management in a Densely Populated Delta, The RFF Press Water Policy Series, Routledge.

Rosenzweig. C *et al.*, 2007, "Managing climate change risks in New York city's water system: assessment and adaptation planning", *Mitig Adapt Strategies Glob Chang* 12, p. 1391-1409.

Scheijgrond. P, Nieland. C, 2016, *International ambitions of the Dutch Energy from Water sector*, By MET-Support, For Netherlands Water Partnership.

Sinnett Danielle, Smith Nick, Burgess Sarah, 2016, *Burgess Sarah, Handbook on Green Infrastructure Planning, Design and Implementation*, University of the West of England, Edward Elgar Pub, Cheltenham.

Sonnec Ewan, 2015, « L'usine marémotrice a-t-elle contribué au développement du nautisme en Rance maritime ? », *Norois*, 236, p. 57-68.

Van Stokkom Hein T.C., Smits Antonius J.M., Leuven Rob S.E.W., 2005, "Flood Defense in The Netherlands A New Era, a New Approach", *Water International*, Volume 30, Issue 1, p. 76-87.

Van der Duin Patrick, Sule Maya, Bruggeman Willem, 2011, "Deltas for the future: lessons learned from a water innovation programme", *Irrigation and Drainage* 60(Suppl. 1), p. 122-128.

Veelen Van, Voorendt Peter, Van der zwet Chris, 2015, "Design challenges of multifunctional flood defences. A comparative approach to assess spatial and structural integration". *Research in Urbanism Series*, [S.l.], v. 3, p. 275-292.

Viollet Pierre-Louis, 2005, Histoire de l'énergie hydraulique : moulins, pompes, roues et turbines de l'Antiquité au XX^e siècle, Presses de l'école nationale des Ponts et Chaussées, Paris.

Vossesstein Jacob, 2014, *The Dutch and their Delta: Living Below Sea Level*, XPat Scriptum Publishers.

Willemse R., 2007, *Blue Energy (salinity power) in the Netherlands*, Create Acceptance, Work package 2- Historical and recent attitude of stakeholders.

Winter, R. C., Reerink, T. J., Slangen, A. B. A., de Vries, H., Edwards, T., and van de Wal, R. S. W., 2017, "Impact of asymmetric uncertainties in ice sheet dynamics on regional sea level projections", *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 17, p. 2125-2141.

Conclusion de la troisième partie

Cette troisième partie a apporté une dimension exploratoire à ce travail de thèse. Elle a exposé, grâce à une approche multiscalaire, la diversité et l'originalité d'expériences actuellement en cours en Europe dans le domaine des énergies marines renouvelables.

A travers l'exemple du GECT Nouvelle-Aquitaine-Euskadi-Navarre, de l'Ecosse et des Pays-Bas, nous avons souligné comment les spécificités et particularismes territoriaux (les ressources naturelles, le cadre institutionnel, le patrimoine technologique existant, les savoir-faire...) ont influencé le processus de changement technologique. D'une part, les ressources territoriales constituent des « avantages différenciatifs » qui encouragent la répartition géographique de l'offre énergétique. D'autre part, l'innovation technologique s'adapte aux caractéristiques géographiques et aux ressources territoriales. L'innovation énergétique s'opère donc dans un processus de territorialisation.

Dans le chapitre 7, nous avons montré comment les énergies marines ont émergé comme un projet interrégional mobilisateur pour l'Eurorégion Nouvelle-Aquitaine-Euskadi-Navarre. La frontière franco-espagnole n'est plus perçue comme un handicap mais comme un atout à valoriser. Elle est une ressource territorialisée grâce au potentiel de complémentarités et d'innovations qu'elle porte en germe (notamment, dans notre cas, par l'exploitation du littoral atlantique). La démarche se veut être une application des politiques de spécialisation intelligente (*smart specialisation*) à l'échelle eurorégionale dans le cadre de la mise en place de la stratégie « Europe 2020 ».

Bien que cruciales, les ressources naturelles (le vent, les marées et les vagues) ne sauraient expliquer à elles seules les trajectoires écossaise (chapitres 8 et 9) et néerlandaise (chapitre 9) dans les énergies marines. D'un point de vue strictement contextuel, l'abandon rapide du charbon, couplé à la crise pétrolière que traverse la mer du Nord, a ouvert une fenêtre d'opportunité inédite pour le développement des énergies renouvelables au Royaume-Uni et aux Pays-Bas. Cette conjoncture favorable n'existe pas en France (le charbon ne pèse que 1,6% de la production d'électricité en France et l'industrie offshore y est absente). Le Royaume-Uni et les Pays-Bas sont engagés comme la France dans une transition énergétique mais avec des points de départ différents : 55% de l'électricité du Royaume-Uni en 2016 est d'origine fossile. Aux Pays-Bas, 70% des émissions de CO₂ du secteur de l'électricité provenaient du charbon en 2016. A titre de comparaison, 86% du secteur électrique français était décarboné par l'utilisation du nucléaire en 2018.

Plus encore qu'une stratégie d'indépendance énergétique et d'ambitions environnementales (le développement des énergies marines renouvelables pour pallier la fermeture des centrales à charbon), c'est une préoccupation industrielle qui anime les acteurs britanniques et néerlandais. Le démantèlement des champs pétroliers et le développement des énergies offshore constituent une opportunité de relai d'activité en mer du Nord. Les entreprises du pétrole ont un poids financier suffisant pour lancer des projets industriels de grande envergure. C'est dans ce cadre qu'un consensus existe en Ecosse et aux Pays-Bas sur l'idée que la prochaine vague d'investissements dans le secteur énergétique proviendra des énergies renouvelables, notamment des synergies et des interactions pouvant se réaliser entre l'industrie du *oil and gas* et l'industrie des énergies marines⁶⁵³ :

« The skills and expertise which have made the North Sea Oil and Gas industry such a world-class success can be harnessed to drive the renewable sector [...] The Scottish Government is confident that the knowledge and expertise from oil and gas will be a huge competitive advantage to the marine industry of renewable technologies⁶⁵⁴. »

« Many of the technologies developers that are at a higher TRL level draw expertise and/or financial support from the traditional offshore oil and gas companies. The recent collapse of oil prices is starting to have effect, forcing some developments to scale down. At the same time it is also recognised that diversifying into renewables may offer new opportunities for the oil and gas industry in the future. Especially in the supply chain this is a noticeable trend⁶⁵⁵. »

Nous avons également vu comment la transition énergétique encourage la modernisation des trajectoires technologiques et des discours promotionnels. En Ecosse, les énergies marines renouvelables sont inscrites dans un discours indépendantiste qui participe à la réinterprétation historique du premier « mythe » énergétique écossais, celui de l'exploitation du pétrole *offshore*, dans un discours renouvelé et modernisé (par le projet libéral, européen et écologique), puisque porté cette fois sur le développement d'énergies vertes (énergie éolienne offshore ou marémotrice). Dans les îles écossaises, le développement de projets énergies marines est légitimé par un discours autonomiste et communautaire. L'imaginaire de l'abondance maritimo-énergétique se couple avec l'imaginaire de liberté insulaire.

Aux Pays-Bas, nous avons vu comment le patrimoine existant (les digues) est incorporé dans une stratégie d'optimisation technologique afin de pouvoir répondre aux grands défis écologiques que

⁶⁵³ Selon une étude de Scottish Enterprise, la diversification de l'industrie du *oil and gas* serait directement profitable à 24 secteurs, dont l'éolien en mer et les énergies marines. *Scottish Oil and Gas Diversification Opportunities*, Scottish Enterprise, Glasgow, 2017.

⁶⁵⁴ "Scotland's Economy: the case for independence", *The Scottish Government*, 2013

⁶⁵⁵ Scheijgrond Peter, Nieland Carliette, *International ambitions of the Dutch Energy from Water sector*, By MET-Support, For Netherlands Water Partnership, 2016.

connait le pays : la lutte contre la submersion et la décarbonisation. C'est à ce titre que nous avons montré tout l'intérêt des approches en termes de « multifonctionnalité ». Des expériences analogues sont en cours en France autour des canaux fluviaux et de l'énergie solaire.

Dans chaque cas, il y a donc une rupture avec le passé, mais également une continuité qui s'établit. Ceci nous enseigne que le patrimoine existant (les exemples traités dans la thèse : une plateforme pétrolière offshore, une digue ou un pont) constitue potentiellement une ressource territoriale stratégique pour répondre à des objectifs de transition énergétique et de stratégies d'innovation.

CONCLUSION GENERALE

L'approche que nous avons privilégiée dans ce travail de thèse avait pour objectif d'apporter un nouvel éclairage sur les dynamiques de changement du système énergétique en prenant comme cas d'étude les EMR. L'essentiel de notre propos s'est articulé autour de la réponse à une question en apparence assez simple : Que s'est-il passé au tournant des années 2000 pour qu'ingénieurs, experts, élus politiques et industriels perçoivent dans les EMR un totem de la transition énergétique et du passage vers une nouvelle économie maritime ?

S'inscrivant dans une démarche de recherche-action à vocation collaborative, ce travail a abouti à la rédaction de dix articles (présentés sous la forme de dix chapitres dans la thèse) offrant à la Région Nouvelle-Aquitaine un panorama sur la situation institutionnelle actuelle des EMR en France et en Europe. A travers ces différentes études de cas, nous avons ainsi tenté d'analyser la triple dimension du système énergétique (technologique, économique et social), en mettant en lumière l'importance des discours et du processus de problématisation/légitimation dans ses transformations.

La méthodologie s'est basée sur l'analyse d'un système énergétique global constitué de deux sous-systèmes en interaction : le système associé aux technologies d'une part et le système institutionnel dans lequel elles doivent s'insérer d'autre part. La complémentarité des deux approches d'investigation historique et économique a contribué à une démarche interdisciplinaire originale.

Les énergies marines renouvelables sont au cœur d'une nouvelle politisation de la mer

Deux facteurs essentiels expliquent la volonté de développer les EMR au tournant des années 2000 : une nouvelle géostratégie des ressources océaniques maritimes (les EMR montrent que la mer peut offrir autre chose que des activités traditionnelles) et la crise systémique des 3E (qui a entraîné une intensification de l'innovation dans le secteur des énergies renouvelables). C'est ce couplage qui a fait entrer les EMR dans une phase de *technology trigger* (lancement de la technologie) où toutes les conditions du succès semblaient alors réunies. Cette phase « euphorique » et « euphorisante » (nourrie par le régime des promesses technologiques) s'est construite à partir de plusieurs dynamiques entremêlées : une dynamique internationale, une dynamique européenne, une dynamique nationale et une dynamique des territoires (portée notamment par les régions). A l'interface des politiques énergétiques (celles de la transition énergétique) et des politiques maritimes (celles de la croissance

bleue), les EMR ont été légitimées au moment où la mer est devenue un terrain pour (re)construire des discours visionnaires, avant-gardistes et technopolitiques.

Nous avons démontré que les EMR ont bien été au cœur d'une nouvelle dynamique de politisation de la mer à l'échelle internationale. Les EMR ont « transversalisé » des politiques publiques et territorialisé des enjeux nouveaux. La nécessité d'une politique maritime intégrée apparaît au même moment que la dynamique des EMR. Nous ne pouvons pas parler de concomitance mais bien d'une dynamique commune. Pensons ici à la problématique de partage de l'espace maritime, qui est un point clef des politiques maritimes. En France, la question se pose avec l'apparition des premières controverses autour de l'éolien en mer au début des années 2000. Cette thèse défend l'idée que les énergies marines ont été un des moteurs de cette inspiration à passer à une dimension maritime supérieure, en invitant les acteurs publics à repenser la gestion des espaces maritimes, marqués par une concentration croissante des activités en mer côtière.

L'approche économique du sujet a fait ressortir l'importance du facteur coût économique comme l'un des déterminants majeurs de l'évolution des systèmes énergétiques contemporains. Le « *cycle du hype technologique* » s'est dégonflé au moment où les promoteurs des EMR se sont confrontés aux réalités de l'élaboration technique, à la mise sur le marché et à la concurrence des autres technologies de l'énergie, faisant entrer ces technologies dans une phase de « *trough of disillusionment* » (gouffre des désillusions). Le houlomoteur, l'hydrolien et l'énergie thermique des mers sont des acteurs vaincus de la compétition inter-technologique d'un système des énergies renouvelables de plus en plus concurrentiel⁶⁵⁶. Nous avons néanmoins insisté sur le fait que cette situation peut être seulement temporaire. Des ruptures technologiques non envisagées jusqu'ici peuvent se réaliser dans un futur plus ou moins proche⁶⁵⁷. Les approches en termes de multifonctionnalité doivent être encouragées afin de trouver de nouveaux usages à ces technologies⁶⁵⁸.

⁶⁵⁶Pour Laurent Schneider-Maunoury, Président de Naval Energies, « Il n'y a pas de futur pour l'hydrolien commercial [...] Cette technologie est en compétition avec l'éolien et le photovoltaïque, qui ont vu leurs coûts de production chuter à 50 ou 60 euros le mégawattheure [...] L'hydrolien, en fonctionnement normal, arrivera toujours à des coûts significativement supérieurs [...] Le potentiel mondial de l'hydrolien est de 101 gigawatts (GW) si tous les spots sont utilisés, contre 24 000 pour l'éolien ». Cité dans « L'hydrolien contre vents et marées », *L'Usine Nouvelle*, 25 octobre 2018.

⁶⁵⁷Nous avons notamment mis en avant l'importance des recherches actuelles s'inspirant du biomimétisme dans le cas de l'énergie des vagues. Nous retrouvons une dynamique similaire autour de l'hydrolien. Voir « L'hydrolienne de Boulogne-sur-Mer bientôt commercialisée », *La Tribune*, 20 mars 2019.

⁶⁵⁸L'ETM peut coupler la production d'électricité avec d'autres services utilisant l'eau froide, comme l'alimentation des installations d'aquaculture ou de dessalement d'eau de mer. L'hydrolien, l'énergie des vagues et l'ETM peuvent produire de l'hydrogène.

La filière des énergies marines répond à une construction politique et non à une cohérence technologique

Au regard de la pluralité des trajectoires technologiques examinées, des problématiques technico-économiques et des controverses sociotechniques propres à chaque technologie, la filière des EMR apparaît comme un « regroupement parapluie », une coalition artificielle sans cohérence technologique affirmée entre des univers techniques différents. D'un côté nous retrouvons l'éolien en mer, technologie maîtrisée, qui est entré dans une phase opérationnelle dès les années 1990. Il s'inscrit dans une dynamique très business, répondant aux standards du système énergétique continental (les parcs offshore répondent à une logique centralisée et productiviste, satisfaisant les approches capitalistiques des acteurs financiers). Notre travail de thèse a souligné que l'éolien offshore s'est institutionnalisé indépendamment des autres EMR. D'un autre côté, des technologies plus innovantes et moins matures (type hydrolien ou houlomoteur), inscrites dans une dynamique beaucoup plus R&D, relevant de la décentralisation énergétique et de la petite production d'électricité. Mal adaptées au standard énergétique des pays continentaux, ces filières techniques doivent aujourd'hui trouver des environnements favorables afin de mûrir dans de bonnes conditions. Les zones insulaires sont des territoires propices au développement de ces technologies.

Les EMR sont organisées en filières techniques séparées, bâties sur des histoires et des logiques différentes qui se sont réunies par opportunité (créer des synergies inter-filières et inter-réseaux pour créer un effet de masse) et par opportunisme (mettre « du bleu » sur des activités qui étaient jusqu'ici invisibles). Les acteurs promotionnels ont présenté comme allant de pair des technologies qui n'avaient pas les mêmes agendas et objectifs, mais qui ont trouvé un intérêt commun d'être regroupés pour se légitimer et avancer ensemble. Nous défendons l'idée que cette filière est née d'un « malentendu productif » qui a arrangé à la fois les acteurs traditionnels des énergies renouvelables (la mer étant vue comme un nouveau terrain libre et immense pour prendre le relais d'un espace terrestre en cours de saturation) et les acteurs du maritime (qui y ont vu une opportunité pour réenchanter une industrie maritime en quête d'un nouveau souffle). En France, la filière a été construite comme un effet d'entraînement. Annoncer l'existence d'une filière des EMR, c'était déjà la faire apparaître.

Dans cette optique d'entraînement, c'est bien l'éolien offshore qui devait emmener avec lui les autres filières moins matures. Il devait jouer le rôle de locomotive des EMR. En citant un expert des énergies renouvelables : « On a fait un package que nous avons appelé énergies marines renouvelables où nous

avons englobé en force l'éolien offshore. C'était de la pure stratégie communicationnelle⁶⁵⁹. » Or les rapports de force et la concurrence inter-technologique se sont rapidement tissés autour de la dynamique de l'éolien offshore. C'est sa classification ou non comme une énergie marine qui a cristallisé les contentieux entre les réseaux.

Nous avons montré que la France est une nation pionnière dans le domaine des EMR (celle mythologisée de l'usine de la Rance et des études avant-gardistes sur l'ETM) qui a cherché à renaître dans ce secteur à travers la politique de ses champions et du colbertisme industriel. En citant un représentant du Secrétariat général de la mer :

« On croit encore en 2009, et cela explique aussi beaucoup les investissements dans les énergies marines, que l'on peut recréer dans des secteurs émergents ce qu'on a fait et réussi dans les années 1960 et 1970 [...] Nous étions à la fois dans le grand projet industriel et aussi l'émergence d'une filière qui se reconnaît et identifie, et qui peut porter le savoir-faire français à l'international⁶⁶⁰. »

Certes, il est toujours plus simple de réécrire l'histoire après coup, mais en tout état de cause, aucun champion national des EMR (et plus largement des énergies renouvelables) n'a toujours émergé en France. L'Etat s'est avéré en effet jusqu'ici inefficace pour favoriser la construction d'un champion national de la transition énergétique alors que c'était bien l'objectif affiché à la fin des années 2000. (« Nous voulons faire de la France le leader des énergies renouvelables, au-delà même de l'objectif européen de 20 % de notre consommation d'énergie en 2020⁶⁶¹ »).

Les deux fabricants de turbines qui devaient devenir la vitrine de l'éolien offshore français à l'international ont été vendus à des multinationales étrangères. D'un côté Alstom, qui devait produire les turbines d'EDF EN, a été rachetée par General Electric en 2015. De l'autre, la société Adwen (la filiale d'Areva pour l'éolien en mer), qui devait fournir les turbines pour Engie et Iberdrola, a été acquise en 2016 par Gamesa, entreprise elle-même détenue par Siemens⁶⁶².

⁶⁵⁹ Entretien avec Jean-Michel Germa, Fondateur de La Compagnie du Vent, 17 avril 2017.

⁶⁶⁰ Entretien avec Eric Banel, Administrateur des Affaires maritimes. Conseiller pour l'Économie maritime et portuaire au SGMer. Conseiller technique (mer et Outre-mer) au cabinet des ministres Jean-Louis Borloo et Nathalie Kosciusko-Morizet, 21 février 2018.

⁶⁶¹ Discours de monsieur le Président de la République Nicolas Sarkozy à l'occasion de la restitution des conclusions du Grenelle de l'Environnement, Jeudi 25 octobre 2007. <http://discours.vie-publique.fr/notices/077003284.html> Consulté le 21 mars 2019.

⁶⁶² La turbine française Adwen a depuis été abandonnée et remplacée par la technologie Siemens Gamesa.

En février 2012, nous pouvions pourtant lire dans le journal *l'Usine Nouvelle* :

« La France a raté, pour l'instant, le virage du photovoltaïque et de l'éolien à terre. Pour l'éolien offshore, elle a la chance de pouvoir compter sur deux puissants meneurs de jeu : Areva, qui a racheté le fabricant éolien allemand Multibrid en 2009, et Alstom, qui a acquis l'espagnol Ecotechnia en 2007. Avec l'appel d'offres lancé à l'été 2011, les deux groupes sont en mesure de « bétonner » leur marché domestique avant de partir à la conquête du monde...⁶⁶³ ».

La politique industrielle des EMR a échoué jusqu'ici. La tentation technopolitique n'est pas allée au-delà des discours.

Vers un nouveau panthéon électrique ?

Ce travail de thèse a continuellement insisté sur le fait que les filières énergétiques restent soumises à une forte compétition inter-technologique, s'observant généralement en début de cycle de vie d'une technologie ou dans des phases de crise et de transition.

Annoncée en novembre 2018 par le Président de la République Emmanuel Macron et le ministre de la Transition écologique et solidaire François de Rugy, puis publiée le 25 janvier 2019, la Programmation Pluriannuelle de l'Energie (PPE) doit constituer le fondement de l'avenir énergétique de la France pour les prochaines années dans un objectif de neutralité carbone d'ici 2050⁶⁶⁴. Son examen nous confirme une diminution « maîtrisée » du nucléaire (50% d'ici 2035) et des ambitions réalistes pour les énergies renouvelables (

Tableau 5). Ou plus spécifiquement pour les filières techniques qui affichent une maturité leur permettant d'être compétitives avec le prix de l'électricité de référence, à savoir le prix du nucléaire⁶⁶⁵. Il est ici évident que l'Etat a fait le choix de donner une priorité aux renouvelables matures et compétitives et non aux filières jugées émergentes et plus incertaines, comme les EMR⁶⁶⁶.

Tout comme la prospective technologique, l'évolution du coût économique des différentes filières énergétiques reste difficile à évaluer. Au regard du décalage entre les promesses des années 2000 et la

⁶⁶³ « Areva - Alstom : partage des eaux dans l'éolien », *L'Usine Nouvelle*, 16 février 2012.

⁶⁶⁴ <https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/programmations-pluriannuelles-lenergie-ppe> Consulté le 19 mars 2019.

⁶⁶⁵ Il s'agit de multiplier par 2,5 la capacité installée des éoliennes terrestres et de quintupler celle de l'énergie solaire.

⁶⁶⁶ Aucun objectif n'est déclaré pour l'hydrolien, l'énergie des vagues et l'énergie thermique. Comme mentionné dans la PPE : « Les technologies liées à l'hydrolien ne semblent pas suffisamment matures pour motiver un développement commercial dans des conditions économiques soutenables avant la fin de la PPE. »

réalité en 2019 dans le champ des EMR, il paraît aujourd’hui fort ambitieux de se projeter à plus de dix ans, ce qui oblige le prospectiviste à raccourcir l’horizon énergétique pour préparer les innovations technologiques dans ce secteur marqué par de fortes incertitudes institutionnelles (le calendrier de fermeture des centrales nucléaires reste fragile et soumis aux aléas politiques) et de fortes inerties technico-économiques (la forte résistance des technologies installées).

	2018	2023	2028
Photovoltaïque	7,7	20,6	35,6-44,5
Eolien terrestre	15	24,6	34,1-35,6
Eolien en mer	2	2.4	4,7-5,2

Tableau 5. Objectifs de la PPE en matière de production d’électricité renouvelable par filière (en GW installés).
Source : PPE, 2019.

En citant l’économiste Jean-Marie Chevalier (2017 : 5) : « s’il est un secteur emblématique, ces dernières décennies, de la difficulté à anticiper la façon dont il va évoluer à l’échelle mondiale, c’est bien celui de l’énergie ». A ceci Pierre Radanne (2005) parle d’un véritable « désarroi de la prospective » quand il s’agit de dessiner le futur énergétique. Bien qu’indispensables pour fixer un cap, les prévisions énergétiques (comme la PPE) ont généralement ce principal défaut de considérer la technologie comme une entité isolée qui n’évolue que par ses propres composantes techniques. Notre thèse a montré que la composante sociotechnique est tout aussi importante.

Même si l’avenir énergétique en France reste en partie une énigme, nous avons souhaité présenter une cartographie actuelle de trois filières spécifiques : l’énergie solaire, l’énergie nucléaire et l’énergie éolienne offshore. Cette-dernière doit pouvoir nous aider à mieux comprendre la nouvelle compétition énergétique actuellement en gestation en France et en Europe.

1. La revanche d’Hélios

Dans les années 1970-1980, dans une période de grande turbulence énergétique, le solaire fut volontairement présenté comme « une filière d’avenir⁶⁶⁷ ». Le Centre national de la recherche scientifique (CNRS) réalisait des progrès majeurs dans l’énergie solaire au point d’avoir acquis une certaine avance sur ses voisins européens (Ramunni et Deflandre, 2007). Néanmoins, le choix porté

⁶⁶⁷ Voir à ce titre la thèse de Sophie Pehlivanian, *Histoire de l’énergie solaire en France. Science, technologies et patrimoine d’une filière d’avenir*, sous la direction de Denis Varaschin, Université Savoie Mont-Blanc, 2014.

vers l'énergie nucléaire (qui mobilise une grande partie des moyens financiers et humains) et le contre-choc pétrolier de 1986 amenèrent la France à abandonner ses recherches sur l'énergie solaire, jugées trop coûteuses et non rentables (nous avons pu voir une dynamique similaire avec l'énergie thermique des mers en Polynésie française). Longtemps présentée comme émergente et régulièrement renvoyée dans un futur lointain, la filière solaire ne pouvait alors justifier d'une maturité suffisante pour concurrencer le nucléaire. Le réacteur nucléaire matérialisait la technologie du présent qui correspondait au temps de la maturité et du concret.

Les évolutions technologiques ont rendu aujourd'hui l'énergie solaire moins chère à produire, de plus en plus rentable, et les dernières découvertes promettent un bilan environnemental bien meilleur et une rentabilité accrue. Des chantiers de grande ampleur sont lancés un peu partout dans le monde (sur terre⁶⁶⁸, sur mer⁶⁶⁹ et désormais même dans l'espace⁶⁷⁰). Le cœur pétrolier du monde investit massivement dans le solaire, attestant de la force de frappe symbolique de l'énergie solaire (le solaire vu comme l'énergie de l'après-pétrole)⁶⁷¹. En France, le lancement d'un plan solaire par EDF en juin 2017 (dit plan « Place au Soleil ») témoigne d'une démocratisation du solaire en France⁶⁷².

Notre conviction est que le soleil serait en train de gagner la suprématie du système des énergies renouvelables, en étant désormais présenté comme l'énergie de référence de l'économie post-carbone. Il peut désormais même se targuer de concurrencer économiquement le système des énergies fossiles, dont la filière nucléaire française⁶⁷³. Pour le sociologue Alain Gras, il est aujourd'hui incontestable que l'énergie solaire est en train de passer le *momentum* :

« Nous sommes aujourd'hui dans une période de transition entre l'insertion et l'expansion de l'énergie solaire. Ce macro-système technique a mis plusieurs années à se construire. Aujourd'hui il connaît une dynamique solide et bien définie. L'énergie solaire est en passe de passer le *momentum*, la transition entre l'insertion et l'expansion, ce

⁶⁶⁸ « Chili : inauguration de la première centrale solaire thermique d'Amérique Latine », *Sciences et Avenir*, 13 mars 2019.

⁶⁶⁹ « Aux Seychelles, l'énergie viendra des panneaux solaires flottants », *FranceInfo*, 20 avril 2018.

⁶⁷⁰ « La Chine veut placer des fermes solaires en orbite spatiale », *Les Echos*, 23 février 2019.

⁶⁷¹ « L'Arabie Saoudite veut devenir le leader mondial des énergies renouvelables », *La Tribune*, 23 juin 2015.

⁶⁷² <https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/place-au-soleil-sebastien-lecornu-lance-mobilisation-accelerer-deploiement-lenergie-solaire> Consulté le 19 mars 2019.

⁶⁷³ Dans son étude « Trajectoires d'évolution du mix électrique 2020-2060 » présenté en décembre 2018, l'Ademe souligne qu'à ce rythme de croissance, les nouveaux projets solaires, dont les coûts de production baissent régulièrement, n'auraient plus besoin de subvention à compter de 2030. Selon l'AIE, « La baisse rapide des coûts des modules et systèmes photovoltaïques ces dernières années a ouvert de nouvelles perspectives pour utiliser l'énergie solaire comme une source majeure d'électricité dans les prochaines années et décennies ». L'Agence précise que le prix de l'électricité produite à partir de panneaux solaires devrait ainsi baisser de 25 % d'ici 2020, 45 % en 2030 et 65 % en 2050. <https://www.iea.org/newsroom/news/2014/september/how-solar-energy-could-be-the-largest-source-of-electricity-by-mid-century.html> Consulté le 15 mars 2019.

moment où l'objet technique n'est plus uniquement un fait technologique mais avant tout un fait social. Il lui reste encore à résoudre la problématique de l'intermittence qui peut être rapidement solutionnée avec les avancées actuelles autour des technologies de stockage⁶⁷⁴. »

Alors que le photovoltaïque semble être devenu un domaine réservé des entreprises chinoises⁶⁷⁵, le solaire thermodynamique⁶⁷⁶ (dit solaire à concentration) semble mobiliser les acteurs français. Drôle de destin pour cette filière technique qui, après avoir fait rayonner la France des années 1970-1980 avec le four solaire d'Odeillo (cet outil de recherche pour la physique des matériaux a été mis en service en 1970) et la centrale Thémis (mise en service 1983 en puis arrêtée en 1986)⁶⁷⁷ s'inscrit aujourd'hui dans une phase de « *slope of enlightenment* » (pente de l'illumination) dans la trajectoire du solaire⁶⁷⁸. La trajectoire de la filière solaire thermodynamique, tout comme celle des EMR, nous montre que la transition énergétique inscrit les filières techniques dans une temporalité ambiguë (la construction du futur énergétique à travers le prisme du passé) que nous qualifions de « futurologie énergétique inversée ».

2. La fragilité d'Arès

Le poids du nucléaire continue à rendre la bifurcation vers les renouvelables plus délicate en France. Avec 16,3 % d'énergies renouvelables, la France est en 2017 le troisième pays (derrière la Macédoine et les Pays-Bas) dont la part des énergies renouvelables dans la consommation finale brute d'énergie du pays est la plus éloignée des objectifs fixés dans le cadre du paquet climat-énergie à l'horizon 2020 mis en place en 2009⁶⁷⁹. Une note récente du Commissariat général au développement durable (CGDD) consacrée aux dépenses de R&D en 2017⁶⁸⁰ indiquait que nucléaire concentrait ainsi 53%⁶⁸¹

⁶⁷⁴ Entretien avec Alain Gras, Professeur des universités émérite, 11 février 2019.

⁶⁷⁵ Selon les chiffres de l'Agence internationale pour l'énergie (AIE), Pékin représentait en 2016 la moitié de la demande de panneaux photovoltaïques dans le monde, et fabriquait 60 % de la production annuelle globale. <https://www.iea.org/newsroom/news/2017/october/solar-pv-grew-faster-than-any-other-fuel-in-2016-opening-a-new-era-for-solar-pow.html> Consulté le 21 mars 2019.

⁶⁷⁶ Une centrale solaire thermodynamique concentre les rayons du Soleil à l'aide de miroirs afin de chauffer un fluide caloporteur qui permet en général de produire de l'électricité.

⁶⁷⁷ Voir Pierre Teissier « Le solaire passif à l'ombre de la politique énergétique française, 1945-1986 », *Annales historiques de l'électricité*, vol. 11, no. 1, 2013, p. 11-25.

⁶⁷⁸ « Le four solaire d'Odeillo revient en pleine lumière », *Les Echos*, 19 juillet 2017.

⁶⁷⁹ Ce chiffre est extrait d'une étude publiée en 2018 par l'Office statistique de l'Union européenne Eurostat. https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Renewable_energy_statistics Consulté le 15 mars 2019.

⁶⁸⁰ <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/les-depenses-publiques-de-r-et-d-en-energie-en-2017-rebond-des-moyens-alloues-la-recherche-sur-le> Consulté le 15 mars 2019.

⁶⁸¹ 93 % de cette somme est consacrée à la fission nucléaire et 7 % à la fusion nucléaire (hors financements internationaux, notamment ceux du projet ITER).

des financements publics en France, ce qui en fait le premier secteur devant les nouvelles technologies de l'énergie (33%).

Cette résistance du nucléaire ne doit pas pour autant masquer les difficultés grandissantes que connaît le nucléaire. Le nucléaire n'échappe pas aux nouvelles réalités économiques de l'après PPE⁶⁸². Selon le rapport *Energy, Electricity and Nuclear Power Estimates for the Period up to 2050* présenté en septembre 2018 par l'Agence internationale de l'énergie atomique (*International Atomic Energy Agency*), l'énergie nucléaire fait actuellement face à une baisse de compétitivité qui pourrait se traduire par une chute de plus de 10% du parc mondial de réacteurs d'ici à 2030. Ce chiffre corrobore l'étude *Nuclear Power : Strategic Asset, Liability or Increasingly Irrelevant ?* du *World Nuclear Industry Status Report* : les centrales nucléaires ont apporté 7 GW de nouvelles capacités aux réseaux électriques dans le monde en 2017 et les énergies renouvelables 157 GW (soit la plus grande progression jamais enregistrée pour les renouvelables).

L'avenir du nucléaire doit donc être confronté au regard de la maturité désormais acquise par les énergies renouvelables⁶⁸³. Dans son étude *Renewable Power Generation Costs in 2017*, l'Agence internationale de l'énergie renouvelable (*International Renewable Energy Agency*) estime que toutes les énergies renouvelables seront compétitives face aux fossiles d'ici 2020 témoignant « d'un véritable changement de paradigme dans la compétitivité des différentes options de production d'électricité ». En France, la situation n'est guère confortée. En effet, le coût du nucléaire de 2^{ème} génération (les centrales actuellement en service) est estimé à 42€/MWh d'ici 2025 par l'ADEME⁶⁸⁴. Pour le nouvel EPR de 3^{ème} génération, les estimations varient entre 60 et 90€/MWh⁶⁸⁵.

3. Déchainer Poséidon

A l'heure où l'énergie solaire s'inscrit désormais en France dans le présent, les énergies marines (éolien offshore compris) sont encore quant à elles dans le registre de l'abstrait. Aucune installation

⁶⁸² « L'ADEME ouvre le débat sur la compétitivité des futurs EPR », *Les Echos*, 10 décembre 2018.

⁶⁸³ L'Irena estime que toutes les énergies renouvelables seront compétitives face aux fossiles en 2020. Les coûts de production de l'éolien et du photovoltaïque devraient encore baisser pour atteindre 0,03 à 0,10 \$/kWh, estime l'Agence internationale des énergies renouvelables. A ces prix, ils deviennent compétitifs face aux énergies fossiles (entre 0,05 et 0,17\$/kWh).

⁶⁸⁴ Voir l'étude « Trajectoires d'évolution du mix électrique 2020-2060 » présenté en décembre 2018.

⁶⁸⁵ Pour l'économiste Patrick Criqui : « Les estimations les plus optimistes pour l'horizon 2020-2025 sont de l'ordre de 60 euros le Mwh mais il est assez clair qu'il y a des très fortes incertitudes : ça peut aller jusqu'à 90 euros du Mwh ». Cité dans « L'électricité nucléaire, ruineuse ou bon marché? Le débat fait rage », *Capital*, 13 juin 2018.

d'envergure ne marque visuellement le littoral français (hormis l'éolienne prototype de la société Idéol⁶⁸⁶) alors que la filière connaît un boom généralisé à l'échelle mondiale⁶⁸⁷.

Présenté comme « la vitrine » low-cost de l'éolien marin français⁶⁸⁸, l'appel d'offres de Dunkerque doit pouvoir répondre aux exigences technico-économiques de la nouvelle PPE, en s'alignant sur les prix compétitifs des autres filières énergétiques⁶⁸⁹. Si les appels d'offres de 2011 et 2013 s'inscrivaient dans un discours technopolitique où les aspects économiques et énergétiques étaient secondaires (il s'agissait avant tout d'impulser la construction une filière industrielle nationale autour de champions nationaux), l'appel d'offres de Dunkerque de 2019 va s'inscrire quant à lui dans une logique avant tout économique et budgétaire. Il est le premier appel d'offres à intégrer le processus dit « de dialogue concurrentiel » censé contribuer à une forte baisse des coûts de production⁶⁹⁰. En citant le ministre de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie François De Rugy : « Nous espérons que l'appel d'offres éolien offshore de Dunkerque sera le premier à produire de l'électricité au prix du marché, sans subvention⁶⁹¹ ».

L'appel d'offres de Dunkerque peut se définir comme un appel d'offres internationalisé et concurrentiel, ouvert aux grands groupes étrangers, destiné à produire beaucoup d'énergie et pas chère avec la meilleure technologie disponible⁶⁹². En privilégiant la compétitivité-prix au contenu industriel local, cet appel d'offres marque là aussi une bifurcation par rapport aux appels d'offres précédents⁶⁹³.

⁶⁸⁶ Il s'agit d'une éolienne flottante prototype de 2 MW testée depuis septembre 2018 au large du Croisic.

⁶⁸⁷ La Banque mondiale, institution financière pour le développement des pays émergents, a annoncé, le 6 mars, le lancement d'un programme d'envergure en faveur de l'éolien en mer.

⁶⁸⁸ « Dunkerque Comment les candidats au parc éolien offshore voient-ils le projet dunkerquois ? », *La Voix du Nord*, 24 janvier 2019.

⁶⁸⁹ Cet appel d'offres, le troisième lancé par l'Etat français pour développer les éoliennes marines posées, vise à construire un parc d'une capacité d'environ 500 mégawatts au large de la ville de Dunkerque. Le lauréat doit être désigné courant 2019, pour une mise en service du parc à l'horizon 2022.

⁶⁹⁰ Dunkerque est le premier appel d'offres à intégrer le processus dit « de dialogue concurrentiel » censé contribuer à une forte baisse des coûts de production. Définie en août 2016 par décret, cette nouvelle procédure de mise en concurrence est censée raccourcir les délais d'instruction et réduire les coûts. Le dialogue concurrentiel associe les candidats en amont de l'élaboration du cahier des charges définitif. Sélectionnés sur des critères de capacités techniques et financières, les candidats participent à un échange avec les pouvoirs publics, pendant plusieurs mois, afin de mieux définir les contours du projet. A l'issue de cette phase, le cahier des charges définitif est élaboré et les candidats sont invités à soumettre leur offre. <https://www.legifrance.gouv.fr/eli/decret/2016/8/17/DEVR1608834D/jo/texte> Consulté le 21 mars 2019.

⁶⁹¹ Propos du ministre François de Rugy, en ouverture des Assises européennes de la transition énergétique, 22 janvier 2019, Dunkerque.

⁶⁹² Selon le journal *Les Echos*, 70 points sur 100 seront attribués en fonction du prix proposé (contre 40 en 2013). Dans « Eolien en mer : l'Etat met la pression sur les industriels », *Les Echos*, 23 janvier 2019.

⁶⁹³ Le volet industriel et social comptait pour 40 % de la note finale lors de l'appel d'offres de 2013. <https://www.banquedesterritoires.fr/eolien-en-mer-le-premier-appel-doffres-est-lance> Consulté le 21 mars 2019.

Dunkerque marque un saut d'étape technologique (*leapfrogging*) qui témoigne d'une trajectoire française singulière. La France n'a toujours pas d'éolienne installée sur son littoral mais elle va probablement obtenir l'un des parcs les moins chers d'Europe, ou du moins l'un des meilleurs rapports qualité-prix⁶⁹⁴. La trajectoire française n'a pas suivi un enchaînement classique d'étapes de maturation de la filière (celle-ci a débuté dès les années 1990 dans le pays d'Europe du Nord). Ce sont les expériences étrangères et la dynamique européenne (le marché extérieur) qui ont fait mûrir l'éolien en France, et non la dynamique interne (le marché national). Dunkerque nous confirme que le processus industriel basé sur les économies d'échelle (l'objectif étant de faire baisser les coûts des technologies par le nombre de projets afin d'aboutir à des prix de l'énergie compétitifs) s'est réalisé à une échelle européenne et non nationale. La baisse des coûts de l'éolien offshore à l'international fut en effet si brutale qu'elle remet aujourd'hui en question la crédibilité des scénarios réalisés il y a seulement quelques mois⁶⁹⁵. Pour un responsable des énergies marines : « La vitesse de la baisse du coût de l'éolien marin n'a pas été prévue. Le fait que nous sommes passés de 3-4 MW par éolienne il y a 8 ans à 8-10 aujourd'hui a joué sur l'effet de taille. Personne ne voyait une baisse des coûts aussi rapide⁶⁹⁶. » Avec des prix annoncés autour de 60€/MWh, les professionnels de l'éolien marin espèrent convaincre le gouvernement de réviser à la hausse les objectifs de la PPE pour cette filière, en misant sur le succès de l'appel d'offres de Dunkerque.

Outre cette maturité technico-économique, la concurrence entre les opérateurs pour Dunkerque est l'autre témoin de ce dynamisme. Plus de neuf consortiums sont aujourd'hui positionnés sur le projet. La présence de grandes multinationales du pétrole (ils étaient absents lors des appels d'offres de 2011 et 2013) est symbolique de cette bifurcation dunkerquoise. Le retour du groupe Total à Dunkerque (celui-ci s'inscrit dans une stratégie de diversification dans l'électricité verte) confirme ici notre thèse d'une trajectoire des énergies marines qui s'inscrit en France dans un phénomène de « *hype-hope-disappointment* »⁶⁹⁷.

Cette séquence de Dunkerque montre bien que l'éolien maritime continue d'être attractif et de faire rêver. Les acteurs de l'éolien restent confiants dans la capacité de l'Etat français à suivre ses engagements et à sécuriser le marché de l'éolien en mer. Les industriels continuent à croire que la France reste une opportunité à saisir. Cette confiance persistante témoigne que l'éolien en mer est déjà une filière institutionnalisée en France. La désillusion ne se fait pas aujourd'hui sur l'intérêt que

⁶⁹⁴ Selon un expert des énergies marines, la construction d'un parc dans le Nord-Pas-de-Calais reste techniquement plus complexe (et donc plus cher) qu'aux Pays-Bas ou au Royaume-Uni.

⁶⁹⁵ Dans son étude « Trajectoires d'évolution du mix électrique 2020-2060 » présentée en décembre 2018, l'ADEME table sur un coût de 100€/MWh pour 2025 et de 60€/MWh pour 2040.

⁶⁹⁶ Entretien avec Boris Fedorovsky, Conseiller Technique et Economique au GICAN, 11 février 2019.

⁶⁹⁷ Total avait déjà tenté l'aventure de l'éolien en mer en France à la fin des années 1990, avant de se retirer au milieu des années 2000 (chapitre 4).

portent les industriels sur cette filière (le marché est mature) mais plutôt sur les projections en termes de vitesse du changement technologique.

Pour toutes ces raisons, l'appel d'offres de Dunkerque marque une bifurcation dans la trajectoire des EMR en France. En tant que rupture assumée, il marque un recul des traditions et des héritages (le poids des champions nationaux et du colbertisme industriel) au profit de la rationalité économique et de la concurrence (modèle qui se veut plus libéral et européen) exhortée par la PPE.

Date d'attribution de l'appel d'offre	2019	2020	2021	2022	2023	2024	>2025
Eolien posé	500 MW Dunkerque	1000 MW Manche Est - Mer du Nord			250 - 500 MW selon les prix		1 projet de 500 MW par an, posé ou flottant, selon les prix et le gisement
Eolien flottant			250 MW Bretagne	500 MW Méditerranée		1000 - 1500 MW	

Tableau 6. Le calendrier prévisionnel pour l'éolien en mer. Source : PPE, 2019.

La trajectoire française dans l'éolien s'inscrit dans une récurrence d'opportunités industrielles manquées. Opportunité manquée en France dans les années 1990 autour de l'éolien terrestre. Opportunité manquée dans les années 2000-2010 autour de l'éolien en mer posé. La question est désormais de savoir si la France prendra la vague de l'éolien offshore flottant dans les prochaines années⁶⁹⁸. La conquête de la côte n'ayant toujours pas été réalisée par l'éolien posé, il est déjà nécessaire d'aller vers le large par des techniques de plus en plus pointues et sophistiquées. L'éolien posé se veut une réponse à la saturation des sites terrestres. L'éolien flottant se veut une réponse à la saturation future des sites côtiers par l'éolien posé⁶⁹⁹. Ces dynamiques témoignent d'un discours qui pousse aujourd'hui Prométhée⁷⁰⁰ vers un horizon marin qui ne cesse de reculer.

⁶⁹⁸ Le ministre de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie François De Rugy annonçait en novembre 2018 lors des Assises de l'économie de la mer le lancement de deux appels d'offres de 250 MW pour l'éolien offshore flottant (Bretagne Sud et Méditerranée).

⁶⁹⁹ L'éolien flottant est aussi une technologie adaptée à la façade méditerranéenne (à la différence de la mer du nord).

⁷⁰⁰ La majorité des débats contemporains autour du développement des techniques font référence au mythe de Prométhée. Prométhée a volé le feu sacré à Zeus pour le donner aux hommes, et le feu, c'est l'énergie, le moyen de démultiplier le pouvoir des hommes sur le milieu naturel. Voir Alain Gras, *Le Choix du feu. Aux origines de la crise climatique*, Fayard, Paris, 2007.

La transition énergétique à l'heure des bifurcations nationales

Depuis les barrages hydrauliques de montagne au choix du solaire aujourd'hui, en passant par le programme électronucléaire, la France a construit une trajectoire énergétique qui se veut résolument terrestre⁷⁰¹. Le système énergétique français terrestre n'a pas été conçu, organisé et dimensionné pour recevoir de grosses infrastructures électriques⁷⁰², et à ce titre, la « maritimisation » du système énergétique nécessite de repenser la configuration du réseau, voire du système (dont le cas des énergies les plus décentralisatrices comme l'hydrolien ou l'énergie des vagues). Le système énergétique français a été conçu comme un système terrestre. Il a été conçu pour que le réseau soit faible au niveau du littoral. Nous défendons l'idée que la PPE confirme une stratégie de modernisation écologique d'une trajectoire énergétique qui se veut avant tout terrestre et tout-électrique⁷⁰³.

Comme nous l'avons montré avec les cas écossais et néerlandais, le développement de l'éolien est présenté en Europe du Nord comme un relais de croissance pour une industrie du *oil and gas offshore* en perte de vitesse. En France, cet impératif ne se pose pas. La France ne dispose pas d'une industrie pétrolière qui aurait pu encourager la « maritimisation » de son système énergétique » (et l'industrialisation d'un littoral dédié globalement aux activités récréatives), tout en encourageant les transferts entre l'offshore pétrolier et celui des EMR⁷⁰⁴. De plus, que ce soit au Royaume-Uni ou aux Pays-Bas, l'éolien en mer est présenté comme la solution la plus efficace pour décarboner l'économie. En France, le nucléaire, énergie peu émettrice de CO₂, rend ce discours promotionnel moins vendeur, et ceci depuis les années 2000 comme nous avons pu le voir. L'opportunité du changement climatique et du paradigme de la décarbonisation a paradoxalement servi au nucléaire pour lutter contre les énergies renouvelables sur le même terrain⁷⁰⁵. C'est à ce titre que le développement des EMR (et plus particulièrement de l'éolien maritime), va directement se heurter en France au système énergétique

⁷⁰¹ Bien que La Rance nous soit familièrement présentée comme une énergie marine, nous avons montré que cette infrastructure s'inscrit dans un héritage modernisé des barrages hydrauliques de montagnes. Son ingénierie, tout comme sa culture technique associée, s'est construite au cœur des Alpes.

⁷⁰² Hormis pour les liaisons électriques transmanche. Voir Christophe Bouneau, « De l'insularité électrique à l'intégration européenne : l'interconnexion France-Angleterre à la fin du XX^e siècle ». In Bonin, H., Taliano-Des Garets, F., & Trouvé, M. (Eds.), *Le Royaume-Uni, l'Europe et le monde. Villeneuve d'Ascq*, Presses universitaires du Septentrion, 2015, 93-104.

⁷⁰³ Pour Jean-Bernard Lévy, Président-directeur général d'EDF, « Ce projet de PPE fait clairement de l'électricité l'énergie de l'avenir. C'est une excellente nouvelle pour EDF ». Cité dans « Malgré les difficultés économiques, l'exécutif bienveillant à l'égard d'EDF », *Le Monde*, 15 février 2019.

⁷⁰⁴ Selon une étude de *Scottish Enterprise*, la diversification de l'industrie du *oil and gas* serait directement profitable à 24 secteurs, dans l'éolien en mer et les énergies marines. Voir le rapport « *Scottish Oil and Gas Diversification Opportunities* », Glasgow, 2017.

⁷⁰⁵ <http://www.sfen.org/rgn/rapport-giec-respecter-accord-paris-necessitera-nucleaire> Consulté le 21 mars 2019.

nucléaire (*lock-in*), élément historiquement construit du système énergétique français. La séquence manquée de l'appel d'offres pour l'éolien marin de 2004 est ici éloquente.

Pays	Nombre de parcs connectés	Capacité cumulée (en MW)	Nombre de turbines connectées
Total	105	18,499	4,543
Royaume-Uni	39	8,183	1,975
Allemagne	25	6,380	1,305
Danemark	14	1,329	514
Belgique	7	1,186	274
Pays-Bas	6	1,118	365
Suède	4	192	79
Finlande	3	71	19
Irlande	1	25	7
Espagne	2	10	2
France	2	2	2
Norvège	1	2	1

Tableau 7. Cartographie de l'éolien offshore en Europe à la fin de l'année 2018. Source : WindEurope, 2019.

Aussi, au regard de la diversité des trajectoires examinées, cette thèse soutient l'idée que nous vivons actuellement une nouvelle séquence de bifurcations des trajectoires énergétiques nationales (après celles des années 1970-1980) à l'échelle européenne. La PPE inscrit la transition énergétique de la France dans une trajectoire qui se veut profondément terrestre en pariant sur le binôme nucléaire/solaire. Les Britanniques, quant à eux, s'inscrivent dans une transition énergétique qui se veut ouvertement maritime en faisant le choix de l'éolien offshore (30 GW d'ici 2030)⁷⁰⁶ au moment où leurs ambitions nucléaires subissent d'importants revers⁷⁰⁷.

⁷⁰⁶ La ministre britannique de l'Énergie et de la Croissance verte, Claire Perry, a dévoilé, le jeudi 7 mars 2019, le contrat de filière pour l'éolien en mer. Le Royaume-Uni, qui veut rester le premier marché européen en la matière, vise une capacité de 30 gigawatts d'ici 2030, ce qui représenterait un cinquième des capacités mondiales. Porter la part de l'éolien en mer à plus de 30% permettrait aux énergies renouvelables dans leur ensemble de peser plus lourd que les énergies fossiles dans la production d'électricité. <https://www.gov.uk/government/news/offshore-wind-energy-revolution-to-provide-a-third-of-all-uk-electricity-by-2030> Consulté le 15 mars 2019.

⁷⁰⁷ Toshiba s'est retiré du projet de centrale nucléaire de Moorside en novembre 2018. Hitachi a fait de même pour les projets Wylfa Newydd et Oldbury en janvier 2019. Il ne reste donc plus qu'un seul des projets à avoir réellement démarré, celui d'Hinkley Point mené par EDF avec une participation chinoise. Mais le chantier a pris un retard énorme et affiche déjà des surcoûts. La mise en service prévue initialement pour 2017 a été retardée à 2025. <http://www.journaldelenvironnement.net/article/nucleaire-coup-dur-pour-le-secteur-electrique-britannique,94663> Consulté le 22 mars 2019.

Apports et perspectives de recherche

1. Apports de la thèse

Un des principaux apports de cette thèse vient de notre méthodologie d'analyse. Nous avons en effet abordé l'objet technique à travers une démarche que nous qualifions « d'hologrammique⁷⁰⁸ ». Les énergies marines ont été questionnées à travers dix regards différents, dans une approche de nature systémique : celle de l'intégration technico-économique et sociotechnique des nouvelles technologies de l'énergie.

De plus, cette thèse conduit à relativiser la notion d'innovation de rupture et de destruction créatrice en mettant en évidence des phénomènes de résurgence technologique pouvant durer plusieurs décennies (voire plusieurs siècles dans le cas de l'énergie des marées) dans l'exploitation de sources d'énergies renouvelables. Mises à la marge du paradigme dominant de production d'électricité des années 1980 (choix du nucléaire en France, contre-choc pétrolier, absence d'une trajectoire écologique structurante...), nous avons montré que les énergies marines renouvelables sont redevenues paradigmatiques dans le contexte de crise des 3E des années 2000. Cette thèse s'inscrit de ce fait dans les travaux récents en histoire des techniques (Edgerton, 2013 ; Lamard et Stoskopf, 2018) qui remettent en question le cheminement linéaire du processus technologique et du déterminisme de l'innovation. L'invention d'une nouvelle technologie ne conduit pas toujours à la disparition des anciennes. Les processus fondamentaux dans la dynamique de changement du système énergétique ne sont pas la création et la nouveauté, mais plutôt l'imitation et la réinterprétation.

La corrélation du double phénomène « d'émergence-interruption-résurgence » technologique et de « *hype-hope-disappointment* » doit alors questionner le mythe contemporain de l'accélération technologique, c'est-à-dire l'idée selon laquelle « tout irait de plus en plus vite, de manière de moins en moins contrôlée »⁷⁰⁹. Si effectivement les technologies numériques se diffusent à une vitesse extrêmement rapide, il en va différemment des grands systèmes techniques qui se caractérisent par une grande inertie. Les technologies de rupture de l'énergie sont arrivées à maturité. Il s'agit désormais de les entretenir, de les faire évoluer, de les réinventer. Les éoliennes terrestres ont évolué

⁷⁰⁸ Edgar Morin (2001 : 282) définit l'hologramme comme « une image où chaque point contient la presque totalité de l'information sur l'objet représenté. Le principe hologrammique signifie que non seulement la partie est dans le tout, mais que le tout est inscrit d'une certaine façon dans la partie ».

⁷⁰⁹ « Nous sommes à un changement de civilisation, nous ne parlons plus d'innovation incrémentale mais d'innovation de rupture et d'une innovation que nous n'avons pas vu venir. » Propos de Laurent Alexandre lors de la 5^e édition du Sommet économique du Grand Sud (Bordeaux), 26 mai 2015. Cité dans *La Tribune*, le 28 mai 2015.

en éoliennes offshore posées. Les éoliennes offshore évoluent aujourd'hui en éoliennes offshore flottantes. Philippe Bihoux dans son article « Les technosciences, ou l'utopie corrompue. Quand l'idéologie du progrès capture notre avenir » (2015) décrit bien cette confusion dans l'analyse des systèmes techniques :

« Contrairement aux apparences et à ce que pourrait laisser penser l'apparition régulière dans notre quotidien d'artefacts nouveaux, notre système industriel ne se modifie pas aussi vite que cela [...] Ainsi sommes-nous toujours à l'ère du charbon - la première source d'électricité - et du pétrole... Cet effet de « parc installé » crée une inertie terrible, et nous ne devons pas nous laisser tromper par la vitesse de déploiement de la téléphonie mobile ou d'Internet. Car il est plutôt « simple » d'empiler un nouveau macro-système technique sur les autres - avant qu'ils ne s'interconnectent, les réseaux existants ayant ensuite besoin du nouveau réseau (par exemple, les réseaux énergétiques sont désormais très dépendants des échanges de données en temps réel, tandis que les réseaux de télécommunications sont eux-mêmes alimentés en énergie électrique) -, mais beaucoup plus difficile de remplacer un macro-système technique existant. »

C'est pourquoi, par exemple, au-delà des enjeux techniques ou financiers, le développement des énergies renouvelables s'opère dans un discours qui valorise autant que possible les standards du système énergétique continental : ceux de la centrale et du parc (solaire et éolien par exemple). Et c'est bien là que l'histoire des techniques et l'économie du changement technologique acquièrent une dimension technopolitique.

Enfin, cette thèse a montré que « l'économie des promesses technologiques⁷¹⁰ » devrait être mieux intégrée dans les travaux théoriques et appliqués en économie du changement technologique. Il est de plus en plus avéré que les promesses technologiques (portées notamment par l'économie digitale), fondées sur les discours futurologiques et les effets d'annonce, sont devenues un pilier essentiel du financement de l'innovation. Notre examen sur les énergies marines démontre qu'elles déterminent en partie les dynamiques du changement technologique. Or, leur étude relève encore trop de la sociologie de l'innovation et de la communication marketing.

Pour toutes ces raisons, ce travail doctoral sur les EMR doit aujourd'hui nous encourager à reconsidérer l'économie du changement technologique sous l'angle du développement durable et de la transition énergétique.

2. Perspectives de recherche

⁷¹⁰<https://www.ihest.fr/la-mediatheque/dossiers-123/quand-la-science-entre-en/pierre-benoit-joly-l-economie-des> Consulté le 04 avril 2019.

En prolongement de l'étude du développement des filières des énergies renouvelables, notre analyse gagnerait à être prolongée et consolidée par des travaux similaires sur d'autres technologies, comme l'hydrogène par exemple. Nous retrouvons en effet des similitudes entre la filière des EMR et la filière de l'hydrogène. Tout d'abord, le principe de la filière hydrogène associé à la technique de la pile à combustible est connu depuis près de deux siècles. Ensuite, c'est une technologie qui connaît aujourd'hui un nouveau « cycle de hype » aux promesses fleurissantes⁷¹¹, encourageant les industriels et les acteurs publics à investir dans cette technologie. L'hydrogène répondrait à la fois à des enjeux énergétiques (celle de la décarbonisation), à des enjeux industriels (rénicher une industrie automobile en quête d'un nouveau souffle) et technopolitiques (construire une filière de l'hydrogène pour faire rayonner la France à l'international). En juin 2018, quelques mois avant de quitter son ministère, Nicolas Hulot lançait un « plan Hydrogène » qui se voulait ambitieux : 100 millions d'euros par an pendant cinq ans pour « faire de la France un leader mondial de cette technologie⁷¹² » :

« L'hydrogène peut devenir l'un des piliers d'un modèle énergétique neutre en carbone [...] La France est à la pointe sur cette filière, et je veux lui donner les moyens de conserver son avance au cœur d'une compétition mondiale déjà féroce car elle constitue un atout pour notre indépendance énergétique mais également un immense gisement d'emplois. Le plan Hydrogène doit être l'impulsion qui va mettre en mouvement cette filière d'excellence pour démocratiser, à terme, les usages de cette énergie dans notre quotidien⁷¹³. »

Dix ans plus tôt, Jean-Louis Borloo lançait un plan Energies Bleues de 100 millions (le choix de ce même chiffre dans les deux cas est lui-même parlant) qui se voulait tout aussi ambitieux : « faire de la France le leadership des énergies marines⁷¹⁴ ». Par ce travail de thèse, nous connaissons aujourd'hui la suite donnée à cette histoire.

Une autre piste de recherche prometteuse porterait sur la poursuite et l'approfondissement des travaux de coopération à l'échelle européenne. Nous avons montré que la coopération territoriale

⁷¹¹ Dans son étude *Développons l'Hydrogène pour l'économie française* (2018), l'Association Française pour l'Hydrogène et les Piles à Combustible (AFHYPAC) mentionne que « l'hydrogène décarboné et les piles à combustible permettraient également de créer une industrie à part entière qui, en 2030, représenterait un chiffre d'affaires d'environ 8,5 Md€, pour plus de 40 000 emplois, et compenserait les éventuelles pertes d'emplois qui pèsent aujourd'hui notamment sur le secteur de l'automobile. En 2050, ce chiffre pourrait atteindre 40 milliards d'euros et plus de 150 000 employés. » <http://www.afhypac.org/presse/developpons-l-hydrogene-pour-l-economie-francaise-1078/> Consulté le 21 mars 2019.

⁷¹² Propos de Nicolas Hulot lors de la présentation du plan Hydrogène, le 1er juin 2018. <https://www.gouvernement.fr/argumentaire/plan-hydrogene-faire-de-notre-pays-un-leader-mondial-de-cette-technologie> Consulté le 20 mars 2019.

⁷¹³ Propos de Nicolas Hulot lors de la présentation du plan Hydrogène, le 1er juin 2018. <https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/plan-hydrogene-outil-d-avenir-transition-energetique> Consulté le 20 mars 2019.

⁷¹⁴ Propos de Jean-Louis Borloo, dans Radio France Internationale, le 11 juillet 2009.

offre des opportunités stratégiques pour développer des projets autour des EMR et de la croissance bleue. Pour la Région Nouvelle-Aquitaine, sur le plan opérationnel, cette thèse met en avant l'importance de la coopération avec les basques espagnols. Il s'agit là de l'un des apports les plus importants de cette thèse pour la collectivité régionale. En effet, dans le cadre de l'Eurorégion Nouvelle-Aquitaine-Euskadi-Navarre, il existe une véritable opportunité de coopération entre les acteurs transfrontaliers sur des sujets transverses communs comme la croissance bleue. Nous avons pris soin de le rappeler continuellement au cours de ces derniers mois, que ce soit à travers une publication scientifique⁷¹⁵, un article de presse⁷¹⁶ ou des communications institutionnelles⁷¹⁷. Les politiques de croissance bleue offrent de nombreuses potentialités de rapprochement qui ne demandent qu'à être saisies par les acteurs frontaliers⁷¹⁸. Dans ce contexte, un travail de recherche dans le secteur des politiques publiques d'innovations transfrontalières mériterait aussi d'être porté par le Campus eurorégional Bordeaux-Euskampus afin d'encourager les fertilisations croisées entre l'Université de Bordeaux et l'Université de Bilbao sur la thématique de la croissance bleue.

Enfin, nous pensons qu'un travail de recherche complémentaire sur les îles mériterait pourrait être engagé. C'est dans ce sens que nous avons pris soin de construire un projet de post-doc intitulé : « Rendre autonomes les territoires insulaires par la rupture technologique : quels transferts envisageables entre les îles écossaises et les îles françaises ? (énergies offshore, hydrogène et *underwater data centers*) ». Dans un objectif de collaboration diplomatique franco-écossaise⁷¹⁹ et de recherche-action à l'échelle européenne, nous sommes en effet persuadés que la transition énergétique des territoires insulaires constitue plus que jamais un levier décisif en matière de compétitivité économique, de diplomatie et de sécurité. Cela suppose qu'une priorité forte soit donnée à la valorisation des travaux académiques réalisés sur ces questions. Nous avons montré que

⁷¹⁵ Roche, Sylvain, Guillaume Connan, et Marc Moulin. « Construire une politique publique d'innovation transfrontalière à l'heure de « la spécialisation intelligente ». Une application à la filière énergies marines renouvelables dans l'Eurorégion Nouvelle-Aquitaine-Euskadi-Navarre », *Politique européenne*, vol. 62, no. 4, 2018, pp. 8-32. <https://www.cairn.info/revue-politique-europeenne-2018-4-page-8.html> Consulté le 21 mars 2019.

⁷¹⁶ Voir mon intervention dans le journal *Sud-Ouest* du 03 décembre 2018 : En Nouvelle-Aquitaine, les énergies marines dans le brouillard : <https://www.sudouest.fr/2018/12/03/en-nouvelle-aquitaine-les-energies-marines-dans-le-brouillard-5621886-706.php> Consulté le 11 mars 2019.

⁷¹⁷ Nous avons particulièrement insisté sur le volet coopératif lors de notre intervention devant la section Veille et Prospective du Conseil Économique, Social et Environnemental de Nouvelle-Aquitaine en vue de la réalisation d'une étude sur « L'économie maritime en Nouvelle-Aquitaine » pour l'Observatoire des Mutations Économiques régional. Janvier 2019.

⁷¹⁸ La Région Nouvelle-Aquitaine a signé en avril 2019 un contrat de partenariat avec l'entreprise Tecnalia, notamment pour développer les synergies sur les EMR <https://www.nouvelle-aquitaine.fr/communiques-presse/lundi-8-avril-bordeaux-convention-cooperation-entre-region-fondation-tecnalia-force-frappe-pour.html#gref> Consulté le 09 avril 2019.

⁷¹⁹ La ministre chargée des affaires européennes, Nathalie Loiseau a reçu le 18 février 2019 la Première ministre de l'Écosse Nicola Sturgeon afin d'encourager le développement de nouvelles coopérations d'intérêt mutuel. <https://www.diplomatie.gouv.fr/fr/dossiers-pays/royaume-uni/evenements/article/royaume-uni-entretien-de-nathalie-loiseau-avec-la-premiere-ministre-ecossaise> Consulté le 20 mars 2019.

les territoires d'Outre-mer représentent un atout indéniable pour lancer des politiques de *leapfrogging* technologique car les îles restent, pour le moment, encore largement dépendantes d'un pétrole au prix exorbitant (dépassant les 600 €/MWh dans certaines îles isolées du Pacifique). Ces territoires représentent de plus un intérêt géostratégique certain. Ce projet de post-doctorat se donne ainsi pour mission principale d'approfondir plus particulièrement les chapitres 3, 6 et 9 de la thèse. L'objectif final ici est de savoir si les modèles techno-territoriaux des îles écossaises sont applicables dans les îles françaises. Il vise ainsi à répondre à un double enjeu :

- (1) L'enjeu des innovations de rupture dans le domaine énergétique.
- (2) L'enjeu de l'autonomie énergétique des territoires insulaires.

La problématique étant éminemment transversale, interministérielle et stratégique, des acteurs britanniques nous ont déjà fait part de leur volonté d'appuyer ce projet post-doc. Nous espérons que ce projet retiendra l'attention d'acteurs français, comme les clusters maritimes d'Outre-mer, le Comité France Maritime, le Conseil national de la mer et des littoraux (CNML) ou encore le Ministère des Armées.

Les prochains mois ne manqueront pas de nourrir les débats et réflexions autour de l'avenir de l'océan. Dix ans après le Grenelle de la mer, de nombreux évènements grand public ayant trait à la mer seront organisés un peu partout en France. Une exposition interactive intitulée « Climat Océan » sera inaugurée le 09 novembre 2019 au Musée maritime de La Rochelle. Initiée par des passionné(e)s, une grande exposition réunira à Nantes toute la planète bleue du 29 juin au 10 juillet 2019. Avec l'exposition « La Mer XXL », les organisateurs se donnent pour objectif de matérialiser toutes les promesses des océans pour notre futur⁷²⁰.

Il y a fort à parier que les énergies de l'océan soient de nouveau à l'affiche.

⁷²⁰ <https://www.lamerxxl.com/> Consulté le 20 mars 2019.

Références

Bihouix, Philippe, 2015, « Les technosciences, ou l'utopie corrompue. Quand l'idéologie du progrès capture notre avenir », *Revue du Crieur*, vol. 2, no. 2, p. 112-127.

Chevalier Jean-Marie 2017, « Le prix de l'énergie, une analyse du système des acteurs et des facteurs d'évolution », dans *Les prévisions énergétiques, science, science-fiction et innovation, Hommage à Thomas More, Futuribles*, Janvier-Février, 2017, n 416, p 5-22.

Edgerton David, 2013, *Quoi de neuf ? Du rôle des techniques dans l'histoire globale*, Seuil, Paris.

Lamard Pierre, Stoskopf Nicolas (dir.), *La transition énergétique : un concept historique ?*, Presses Universitaires du Septentrion, 2018.

Morin Edgar, 2001, *La méthode. 5 L'humanité de l'humanité*, Points, Paris.

Radane Pierre, 2005, *Energies de ton siècle ! : Des crises à la mutation*, Lignes De Repères, Gambais.

Ramunni Girolamo, Deflandre Jean, 2001, « Faire face à la crise du pétrole : l'énergie solaire au CNRS », *La revue pour l'histoire du CNRS* [En ligne], 4 | 2001, mis en ligne le 20 juin 2007, consulté le 20 mars 2019.

WindEurope, 2019, *Offshore Wind in Europe. Key trends and statistics 2018*, Bruxelles.

ANNEXES

Tableau récapitulatif des participations à des colloques universitaires

INTITULE DU COLLOQUE	COMMUNICATION	LIEU	DATE
Mobiliser et dépenser l'énergie, de l'Antiquité à nos jours	-	Maison des Sciences de l'Homme d'Aquitaine, Bordeaux	8-10 septembre 2015
Patrimoines naturels, socio-économiques et culturels des territoires insulaires	<i>Pourquoi et comment le sujet de l'énergie thermique des mers (ETM) s'est-il construit comme un enjeu stratégique de territoire pour les Outre-mer ?</i>	Université des Antilles, Fort-de-France.	17 mai 2017
Journée scientifique sur les Énergies Marines Renouvelables (EMR) Aspects économiques, sociétaux, et juridiques	<i>Caractéristiques des choix politiques, technologiques et industriels des Pays-Bas dans le champ des EMR</i>	CNRS, Paris	24 mai 2017
La mer convoitée : métiers, usages et régulations	<i>Comment un enjeu industriel émergent devient-il un enjeu public ? L'institutionnalisation avortée des premiers projets éoliens offshore en France dans les années 2000</i>	Université de Nantes	08 et 09 juin 2017
L'énergie des marées hier, aujourd'hui, demain	<i>Réinventer la filière marémotrice : l'encombrant héritage du succès de La Rance dans la résurgence du marémoteur en France</i>	Ecole Nationale Supérieure d'Architecture de Bretagne, Rennes	20-21-22 juin 2017
Discours sur la mer, résistances des pratiques	<i>Faire des énergies marines renouvelables (EMR) la vitrine médiatique d'une ambition politique : le cas du Grenelle de la mer et du plan Energies Bleues</i>	Université de Bretagne Occidentale, Brest	23 et 24 novembre 2017
Face à la puissance : Une histoire des énergies alternatives et renouvelables à l'âge industriel (XIX ^e -XX ^e siècles)	<i>Transformer l'utopie en réalité : un examen retro-prospectif de la filière houlomotrice</i>	Université de Bourgogne, Dijon	22-23 mars 2018
Risques géopolitiques, crises et ressources naturelles du XX ^e siècle à nos jours : Approches transversales et apport des sciences humaines	<i>L'ETM et les Outre-mer : quelle géopolitique de l'énergie ?</i>	Maison de la Recherche, Paris	30 mars 2018
La production d'énergies d'origine renouvelable en milieux aquatiques	-	Université de Pau et des Pays de l'Adour, Bayonne	07 septembre 2018
Doctoriales transdisciplinaires des ressources	-	Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne	29 mars 2019

Tableau récapitulatif des entretiens réalisés

Nota Bene : Tous les entretiens ont été réalisés par nos soins. Ceux-ci ont été directement mentionnés dans le corps de texte. Ces entretiens avaient pour objectif de reconstituer la manière dont les acteurs percevaient la trajectoire des EMR en France et en Europe, le rôle qu'ils jouaient ou souhaitaient jouer dans le développement des technologies, ainsi que les problématiques qui légitimaient leurs actes. Trois méthodes d'entretien ont été utilisées : l'entretien en face à face (f/f), l'entretien téléphonique (tel) et l'entretien par questionnaire électronique (mail). Nous insistons sur le fait que les questions ont été élaborées en fonction de la problématique de chaque article qui compose cette thèse.

NOM	PROFESSION, ROLE	ORGANISME	DATE	METHODE D'ENTRETIEN
Banel Éric	<i>Administrateur des Affaires maritimes. Conseiller pour l'économie maritime et portuaire. Conseiller technique (mer et Outre-mer) au cabinet des ministres Jean-Louis Borloo et Nathalie Kosciusko-Morizet</i>	SGMer	21 février 2018	(f/f) Paris
Bessière Claude	<i>Directrice Innovation</i>	INGEROP	19 juillet 2017	mail
Bouvier Yves	<i>Maître de conférences en histoire contemporaine</i>	Université Paris - Sorbonne	24 août 2017	tel
Buchet Christian	<i>Directeur du Centre d'étude de la mer. Secrétaire Général du comité national de suivi du Grenelle de la mer</i>	Institut catholique de Paris	25 septembre 2017	(f/f) Paris
Canevet Michel	<i>Sénateur du Finistère</i>	Assemblée nationale	30 août 2018	tel
Carollo Patrice	<i>Chef de la mission Mer de 2005 à 2010</i>	Région Bretagne	22 janvier 2017	tel
Costes Ferdinand	<i>Chef de la mission énergie du conseil Régional de Bretagne,</i>	Conseil Régional de Bretagne	31 novembre 2017	(f/f) Rennes
De Laleu Vincent	<i>Chef de Projet - Synthèse Veilles EnR</i>	EDF R&D	28 juillet 2016	(f/f) Châtou
De Mullenheim Sylvain	<i>Development manager</i>	Naval Group	21 décembre 2017	tel
De Roeck Yann-Hervé	<i>Directeur général</i>	FEM	09 février 2017	(f/f) Brest
Dean George	<i>Directeur</i>	Islay Energy Trust	30 mai 2018	mail
Dressler Camille	<i>Présidente</i>	Fédération des petites îles européennes	05 juin 2018	tel
Dupilet Dominique	<i>Conseiller général du canton de Boulogne-sur-Mer-Nord-Ouest (de 1979 à 2015) et Président du Conseil général du Pas-de-Calais (de 2004 à 2014)</i>	Conseil général du Nord-Pas-de-Calais	15 octobre 2018	tel

NOM	PROFESSION, ROLE	ORGANISME	DATE	METHODE D'ENTRETIEN
Durand Rémy	<i>Responsable du service environnement</i>	Conseil régional de la Réunion	05 juin 2017	tel
Fedorovsky Boris	<i>Conseiller Technique et Economique</i>	GICAN	11 février 2019	(f/f) Paris
Gauter Emilie	<i>Chargée de mission énergie</i>	Association des îles du Ponant	22 mai 2018	tel
Germa Jean-Michel	<i>Fondateur</i>	La Compagnie du Vent	17 avril 2017	(f/f) Bordeaux
Gioda Alain	<i>Chercheur et historien du climat</i>	Université de Montpellier	12 juillet 2017	tel
Giuly Éric	<i>Président du cabinet de conseil en stratégies de communication. Président du groupe de travail 2, Grenelle de la mer</i>	Groupe CLAI	04 octobre 2017	tel
Gouletquer Philippe	<i>Directeur scientifique adjoint. Secrétaire du groupe 2, Grenelle de la mer</i>	IFREMER	02 octobre 2017	tel
Gouverneur Philippe	<i>Directeur de 2001 à 2010</i>	Enertrag	24 octobre 2018	tel
Gras Alain	<i>Professeur des universités émérite</i>	Université Panthéon-Sorbonne	11 février 2019	(f/f) Paris
Jodet Lionel	<i>Directeur de programme Évaluation des investissements publics</i>	CGI	06 septembre 2016	(f/f) Paris
Kermode Neil	<i>Directeur</i>	EMEC	04 juin 2018	(f/f) Stromness
Lantz Joanna	<i>Chef de projet ETM</i>	Akuo Energy	12 mars 2017	(f/f) Paris
Le Visage Christophe	<i>Président</i>	Stratégies Mer et Littoral SAS	11 mai 2017 et 08 août 2017	(f/f) Rennes
Legrand Christian	<i>Maire de 1995 à 2014</i>	Municipalité de Veulettes-sur-Mer	17 octobre 2018	tel
Lettry Marion	<i>Déléguée générale adjointe en charge des filières électriques</i>	SER	29 novembre 2018	(f/f) Paris
L'Hostis Denez	<i>Président d'honneur</i>	FNE	21 novembre 2017	tel
McCrone David	<i>Professeur des universités émérite</i>	University of Edinburgh	15 mai 2018	mail
Monnier Matthieu	<i>Responsable du Pôle Industrie, Offshore, Techniques et Territoires</i>	FEE	30 novembre 2018	(f/f) Paris
Montassine Gérard	<i>Représentant environnemental</i>	Comité de pêche des Hauts-de-France	25 octobre 2018	tel
Paillard Michel	<i>Chef de projet Énergies Marines (retraité)</i>	IFREMER	07 février 2017	(f/f) Brest
Petit Jean-François	<i>Directeur général</i>	RES	06 novembre 2018	tel

NOM	PROFESSION, ROLE	ORGANISME	DATE	METHODE D'ENTRETIEN
Poupon Patrick	<i>Directeur</i>	Pôle Mer Bretagne	20 décembre 2017	(f/f) Brest
Refait Alexandre	<i>Responsable technique PAT ETM</i>	Université de la Réunion	30 juin 2017	tel
Roche Catherine	<i>Professeur des Universités</i>	Université du Littoral Côte d'Opale	07 novembre 2018	tel
Ruer Jacques	<i>Directeur adjoint Développement des Technologies (retraité)</i>	SAIPEM-SA	16 janvier 2017 et 8 novembre 2018	tel
Sciacca Giuseppe	<i>Secrétaire exécutif de la commission des îles</i>	CRPM	18 juillet 2018	tel
Siu Gérard	<i>Président</i>	Cluster Maritime de la Polynésie	07 mars 2017	tel
Templier Cendrine	<i>Représentante associative</i>	Surfrider Fondation Europe	21 décembre 2017	tel
Vallat Francis	<i>Président d'honneur</i>	CMF	23 janvier 2017	(f/f) Paris
Villate Jose Luis	<i>Directeur des énergies marines</i>	Tecnalia	06 novembre 2017	mail
Wattez Ambroise	<i>Business Development Manager</i>	SBM Offshore	30 mai 2017	tel

Nous tenons aussi à remercier les personnes qui n'ont pas été explicitement citées dans la thèse mais qui nous ont accordé du temps et de l'intérêt en acceptant nos demandes d'entretien (téléphonique ou en face à face). Ces échanges ont largement contribué au cheminement de notre réflexion et ont souvent été riches en informations et en anecdotes. Parmi ces personnes :

- Ajuria Olatz, Project manager à l'agence énergétique du Gouvernement Basque (Ente Vasco de la Energía).
- Allard Christian, Militant français du parti national écossais SNP, ancien député au Parlement écossais, élu d'opposition à la municipalité d'Aberdeen.
- Allison Stuart, Economic Development Department à Orkney Islands.
- Anvrin Patrick, Directeur en charge des transports à la CRPM.
- Billerey Jérôme, Président de la Commission Régions Ultramarines au SER.
- Boillet Nicolas, Maître de conférences en droit public à l'UBO.
- Bornemann Brigitte, Directrice des publications du site de veille Energies de la mer.

- Blandin Mathieu, Responsable de l'activité EMR et éolien offshore à Valorem.
- Camp Edwige, Professeur de civilisation britannique à l'Université de Valenciennes.
- Campillo Igor, Directeur de la fondation Euskampus.
- Claireaux Karine, Maire Saint-Pierre-et-Miquelon, Présidente du Conseil national de la mer et des littoraux (CNML).
- Davodet Raymont, Fondateur de l'association contre les éoliennes en mer (ACLEM) en 2004.
- De Roeck Yann-Hervé, Président de FEM.
- Fatras Christian, Conseiller économique du service économique de l'Ambassade de France à Londres.
- Faucheu Yvan, Directeur du programme Energie au CGI.
- Grosseti Michel, Directeur de recherche au CNRS et directeur d'études à l'EHESS.
- Hormaeche José Ignacio, Directeur du Cluster de Energía (Basque Energy Cluster).
- Houel Gautier, Attaché économique au service économique de Londres pour le ministère de l'Économie et des Finances.
- Jouin Patrick, Directeur général des services à la Région Pays de la Loire de 2004 à 2013.
- Kalaydjian Régis, Economiste à l'IFREMER.
- Kerr Sandy, Directeur à Heriot-Watt University's International Centre for Island Technology (ICIT).
- Laffont Alexandra, Policy officer à la Mission opérationnelle transfrontalière (MOT).
- Luczkiewicz Alexandre, Responsable des relations et des actions Outre-mer au CMF.
- Maison Philippe, Responsable environnement à la Surfrider Foundation Europe.
- McLean Niall, Project Engineer à Wave Energy Scotland.
- Moncany de St-Aignan Frédéric, Président du CMF.
- Parlier Yves, Navigateur et Président de la société Beyond the Sea.
- Périssé Damien, Directeur des affaires maritimes à la CRPM.
- Pourcher Thomas, Président EP Conseil et stratégie.
- Provost de la Fardinière Romain, Délégué général Renouvelables et délégué général pour le Moyen Orient auprès d'Evolen.
- Salter Stephen, Professeur des universités émérite (University of Edinburgh).
- Thomas Hervé, Délégué général chez Armateurs de France.
- Torre Enciso Yago, Directeur du site d'essai Biscay Marine Energy Platform (BIMEP).
- Renhas Yves-Henri, Chargé de mission politique maritime et littoral au SGMer.
- Riblier Eudes, Président de l'Institut Français de la Mer.
- Ungaro Florence, Project Manager à l'EMEC.
- Van Breugel Hans, Président et chef exécutif de Tocardo.

- Vidal Denis, Chercheur associé au centre d'Études de l'Inde et de l'Asie du Sud (CEIAS), Enseignant associé à l'EHESS.

Tableau récapitulatif des séjours de recherche

INSTITUTION D'ACCUEIL	LIEU	DATE	REFERENT(S)
Tocardo International	Den Oever, Pays-Bas	1 ^{er} novembre - 1 ^{er} décembre 2016	Sjoerd Keijser (Responsable développement commercial)
Cluster De Energia (Basque Energy Cluster)	Bilbao, Espagne	11 octobre - 17 novembre 2017	Marcos Suárez García (Responsable développement commercial)
The Offshore Renewable Energy Catapult (ORE Catapult)	Glasgow, Royaume-Uni	25 avril - 1 ^{er} juin 2018	David Wallace (Senior Strategy Manager) et Simon Cheeseman (Sector Lead, Wave and Tidal Energy)
European Marine Energy Centre (EMEC)	Stromness, Royaume-Uni	4 juin - 8 juin 2018	Nicolas Wallet (Responsable du programme européen)
Cluster Maritime Français (CMF)	Paris, France	22 octobre - 30 novembre 2018	Marie-Noëlle Tiné-Dyèvre (Directrice adjointe)

Tableau récapitulatif des manifestations scientifiques organisées

S'exprimer clairement sur nos recherches est indispensable pour développer des collaborations, susciter l'intérêt des non-spécialistes, intéresser les médias et décrocher des financements. C'est à ce titre que nous avons souhaité ouvrir notre recherche sur les enjeux maritimes et énergétiques à la société civile, inscrivant aussi notre processus doctoral dans une démarche de sciences participatives et citoyennes.

La Fête de la Science fut un cadre idéal pour débiter dans la vulgarisation. Je tiens ici à remercier particulièrement Vincent Guigueno et Norbert Fradin pour avoir répondu favorablement à mon invitation en 2017. L'organisation d'une soirée conférence au musée des Arts et métiers nous a permis de nous confronter à un public plus large et plus expert dans le domaine des sciences et techniques⁷²¹. Une journée d'étude consacrée à la transition énergétique en Nouvelle-Aquitaine fut organisée en avril 2017 avec notre collègue politiste Sébastien Chailleux. L'objectif était de réunir chercheurs, politiques

⁷²¹ <https://www.arts-et-metiers.net/musee/cap-sur-les-energies-marines> Consulté le 06 avril 2014.

et acteurs de la société civile durant une demie journée, et d'échanger ensemble sur les enjeux de la transition énergétique et de la gouvernance territoriale en région.

Nous tenons ici à remercier l'institution Cap Sciences⁷²² (et plus particulièrement son chargé de coopération Simon Lahitete) pour l'intérêt qu'elle a porté à nos projets tout au long de cette thèse. Nous remercions aussi Anne Lassègues, responsable du service culture pour le campus sciences technologies de l'Université de Bordeaux, et Victor Haumesser, chargé des conférences et des débats au musée des Arts et métiers.

CADRE	INTITULE DE LA MANIFESTATION	LIEU	DATE
Fête de la Science	<i>Cap sur les énergies marines !</i>	Cap Sciences, Bordeaux	8 octobre 2016
Journée d'étude	<i>Extraction des ressources : quelle transition énergétique pour la région Nouvelle-Aquitaine ?</i>	Cap Sciences, Bordeaux	10 avril 2017
Rencontres du Café des Techniques	<i>La mer, nouvel eldorado énergétique</i>	Musée des arts et métiers, Paris.	18 mai 2017
Fête de la Science	<i>Quel avenir pour le patrimoine maritime à l'heure du XXI^e siècle ?</i>	Cap Sciences, Bordeaux	7 juin 2017
Café économique de Pessac	<i>Les énergies marines et croissance bleue : quel développement économique pour demain ?</i>	Cinéma Jean Eustache, Pessac	12 décembre 2017
Café-débat	<i>L'océan : vers une croissance bleue ?</i>	Librairie Georges, Talence	21 mars 2018

⁷²² Cap Sciences est un Centre de médiation de Culture Scientifique Technique et Industrielle (CCSTI) de la région Nouvelle-Aquitaine situé à Bordeaux.

CAFÉ-DÉBAT

université
de BORDEAUX



Mercredi
21
mars

18h30

“ L’OCÉAN : VERS UNE CROISSANCE BLEUE ? ”

Librairie Georges
300 Cours de la Libération à TALENCE
(Tram B > arrêt Forum) - Entrée libre et gratuite



Dans le cadre de la programmation des Rencards du Savoir de l'université de Bordeaux et du Forum mondial de l'eau.

Les années 2000 marquent la « redécouverte » de la mer dans une crise généralisée : sociale, environnementale, économique et énergétique.

Le XXI^e siècle nous est dès lors présenté comme « le siècle de l'océan ».

La « Croissance bleue » serait-elle le nouvel eldorado ? Les énergies marines seraient-elles notre avenir ?

Mais le défi océan a ses limites : les objectifs de croissance économiques doivent être conciliables avec la préservation du milieu marin.

Animé par Yoann Frontout, médiateur scientifique.

Intervenants

Sylvain ROCHE, doctorant au groupe de recherche en économie théorique et appliquée Gretha, université de Bordeaux

Amélie COLLE, chargée d'études à Vertigo Lab

Yves PARLIER, navigateur et fondateur de la société Beyond the Sea

Service culture de l'université de Bordeaux / T 05 40 00 24 21 - culture@u-bordeaux.fr

Foto: 2018 - università di Bordeaux, service culturel / Crédit: @Yann Leclercq

Quel avenir pour le patrimoine maritime à l'heure du XXI^e siècle ?

dans le cadre de la Fête de la science 2017

entrée libre dans la limite des places disponibles

samedi 7 octobre 2017 - > 15h-17h

Cap Sciences - Hangar 20 - Quai de Bacalan - 33300 Bordeaux



Intervenants :

Vincent Guigueno, conservateur en chef au Musée national de la Marine de Paris.

Norbert Fradin, initiateur du Musée de la Mer et de la Marine de Bordeaux.



université
de **BORDEAUX**

Conférence organisée et animée par Sylvain Roche, doctorant CIFRE à la Région Nouvelle-Aquitaine, université de Bordeaux, laboratoire GREThA.



Quel avenir pour le patrimoine maritime à l'heure du XXI^e siècle ?

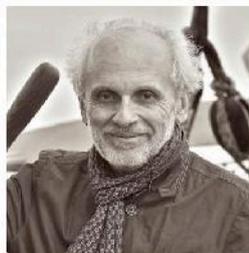
À l'heure où le Musée national de la Marine de Paris ferme ses portes pour 5 ans de rénovation et à l'heure où Bordeaux se (re)dote d'un espace culturel pleinement dédié aux enjeux océaniques, il semble intéressant d'inviter le public à débattre sur l'histoire et le devenir du patrimoine maritime national et régional.

Ces nouveaux espaces culturels invitent en effet à ré-imaginer le rapport « homme/océan », dans une perspective à la fois patrimoniale, scientifique, environnementale, économique et territoriale.

L'objectif est ainsi de rendre familières au public de nouvelles réalités maritimes à l'heure du défi écologique et de la transition numérique.



Vincent Guigueno est un ingénieur civil et un historien français. Spécialiste de l'histoire maritime et notamment des phares, il est connu par la publication d'ouvrages grand public sur l'histoire des phares français. En 2012, il est commissaire de l'exposition Phares qui est proposée au Musée national de la Marine. Il intègre le corps des conservateurs du patrimoine en janvier 2015 et rejoint le Musée national de la Marine. En 2016, il est le lauréat du prix André Giret de l'Académie de marine du fait de ses travaux concernant le domaine maritime.



D'origine charentaise, **Norbert Fradin** a démarré sa carrière de promoteur immobilier en s'installant à Bordeaux dans les années 80. De son activité professionnelle est née une véritable passion pour l'histoire et l'architecture, en particulier médiévale, ce qui l'a conduit à sauver et rénover plusieurs châteaux. Aujourd'hui, il revient à sa passion d'enfance, la mer, puisqu'il réalise le Musée de la Mer et de la Marine de Bordeaux, qui verra le jour en juin 2018 aux Bassins à Flot. Destiné à raconter toutes les plus belles aventures de la mer, ce musée fera retrouver à Bordeaux l'héritage de son glorieux passé maritime.



Sylvain Roche est doctorant en sciences économiques à l'université de Bordeaux. Il réalise une thèse en économie de l'innovation sur la thématique des énergies marines renouvelables, et plus largement, sur les questions liées à la croissance bleue. Sensible aux problématiques environnementales et aux enjeux de la vulgarisation scientifique, il est membre du conseil d'administration de l'Association pour la sauvegarde du phare de Cordouan depuis 2013.

contact : sylvain.roche@u-bordeaux.fr T 06 32 76 43 31

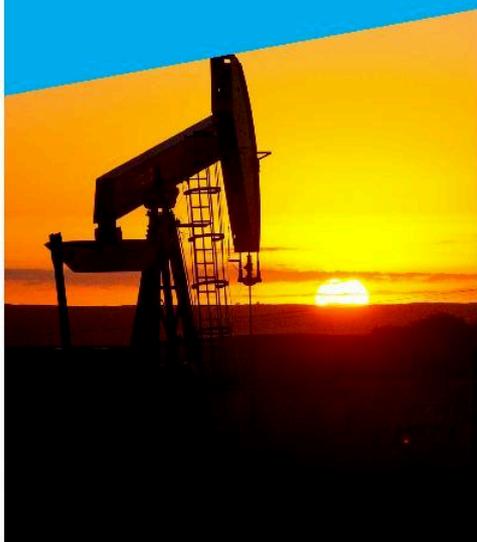
Journée d'étude

Extraction des ressources : quelle transition énergétique pour la région Nouvelle-Aquitaine ?

lundi 10 avril 2017 > 13h30-17h

Cap Sciences, hangar 20, quai de Bacalan, 33300 Bordeaux

Entrée libre dans la limite des places disponibles



Organisée par :

Sylvain Roche, doctorant CIFRE à la Région Nouvelle-Aquitaine, rattaché au laboratoire GREThA, université de Bordeaux

Sébastien Chailleux, chercheur associé au centre Emile Durkheim, Science-Po Bordeaux



www.universite-bordeaux.fr

Programme de la journée

Ouverture de la journée d'étude :

Claude Dupuy, directeur adjoint du laboratoire GREThA, université de Bordeaux
Raphaël Dupin, directeur de Cap Sciences

13h30 Table ronde sur transition énergétique et ressources terrestres : quelle transition énergétique pour la région et de quelle manière ?

Modérateur : Sébastien Chailleux, chercheur associé au Centre Emile Durkheim,
Sciences-Po Bordeaux.

Intervenants :

Xavier Lopez, responsable de l'unité Géosciences Aquitaine, Vermilion.

Pascal Bourgois, co-animateur du collectif Gironde en Transition.

Michel Combarnous, professeur émérite des universités, membre de l'Académie
des sciences et co-rédacteur du rapport du comité scientifique régional sur le
changement climatique.

Arnaud Sergent, chercheur Irstea et président du conseil scientifique du pôle de
compétitivité Xylofutur.

15 h *Pause*

15h30 Table ronde sur transition énergétique et ressources marines : quel rôle pour l'estuaire de la Gironde vis-à-vis de la transition énergétique ?

Modérateur : Sylvain Roche, doctorant CIFRE à la Région Nouvelle-Aquitaine,
rattaché au laboratoire GREThA, université de Bordeaux.

Intervenants :

Philippe Maison, manager environnement pour la Surfrider Foundation Europe.

Michel Le Van Kiem, chef du département de l'Innovation à Bordeaux Port Atlantique.

Philippe Plisson, député maire de Saint-Caprais de Blaye, président de la CLE du
SAGE Estuaire.

Patrick Point, directeur de Recherche émérite CNRS.



Fête de la science 2016

Cap sur les énergies marines !

Café des sciences

samedi 8 octobre 2016 > 15h à 17h

Cap Sciences - Hanger 20 - Quai de Bacalan - 33300 Bordeaux

Intervenant :

Sylvain ROCHE, doctorant CIFRE, Nouvelle Aquitaine,
université de Bordeaux, GREThA, sylvain.roche@u-bordeaux.fr



Liste des tableaux

Tableau 1. Résumé analytique de la thèse.....	35
Tableau 2. Liste des parcs européens existants en 2002. Source : Henderson <i>et al.</i> , 2003.....	158
Tableau 3. Les 10 projets ayant répondu à l'appel d'offres de 2004. Sources : CRE et communication personnelle.	175
Tableau 4. Evolution de la situation énergétique de la Martinique, de la Guadeloupe et de la Réunion de 2008 à 2016. Sources : OMEGA/AME, 2017 ; OREC Guadeloupe, 2017 ; SPL Énergies Réunion/OER, 2017. Réalisé par auteurs.....	223
Tableau 5. Objectifs de la PPE en matière de production d'électricité renouvelable par filière (en GW installés). Source : PPE, 2019.	329
Tableau 6. Le calendrier prévisionnel pour l'éolien en mer. Source : PPE, 2019.	335
Tableau 7. Cartographie de l'éolien offshore en Europe à la fin de l'année 2018. Source : WindEurope, 2019.....	337

Liste des figures

Figure 1. Dessins d'hydroliennes et d'éoliennes flottantes imaginées dans les années 1970-1980.....	18
Figure 2. Inauguration de l'usine d'hydroliennes de Naval Group à Cherbourg en juin 2018. Clichés de l'auteur, 2018.	20
Figure 3. Représentation simplifiée du système énergétique et de ses différentes filières techniques. Réalisée par auteur.	25
Figure 4. Les trois dimensions de la filière énergétique. Réalisée par auteur.....	26
Figure 5. « Windmills of your mind », <i>Lloyds List</i> , 22 août 1996.	28
Figure 6. « Energie : la mer, plus forte que l'atome !? », <i>C dans l'air</i> , 18 août 2011. Capture d'écran INA. Production Maximal Productions et France Télévision. Reproduit avec autorisation.....	31
Figure 7. Projet d'implantations des digues pour l'utilisation de l'énergie des marées. Dans <i>Eloge de Monsieur Jacques Aman et communication, Philippe-Auguste et l'énergie marémotrice</i> , par Henri Legohérel, Académie de Marine, Communications et Mémoire, n.1, Octobre 1993.....	77
Figure 8. « Une usine marémotrice sur la côte ouest du Cotentin ? », <i>Le Marin</i> , 22 octobre 1982.....	81
Figure 9. « L'indomptable énergie des flots », <i>L'Express</i> , 10 juin 1988.	85
Figure 10. Les usines marémotrices dans le monde en 2017. Source : EDF, 2017.	89
Figure 11. Concept de marélienne. Source : EDF, 2017.	94
Figure 12. Les hydroliennes sont inscrites dans la filiation des moulins à marée médiévaux et des éoliennes contemporaines. Sources : <i>Le Télégramme</i> , 24 mars 1999 et <i>Les Echos</i> , 17 mars 2003.....	96
Figure 13. « La mer batterie », <i>Libération</i> , Ecofutur, 19 novembre 2012. Crédit photo Philippe Lesprit. Plainpicture. Reproduction autorisée.	104
Figure 14. Bouée fonctionnant à l'énergie des vagues imaginée par Terence Duffy (1886).....	108
Figure 15. Stephen Salter et David Jeffrey devant un prototype houlomoteur en 1974. Crédit photo Jamie Taylor, University of Edinburgh.....	112
Figure 16. Le Pelamis testé sur le site de l'EMEC, en Ecosse. Wikimedia Commons. Domaine public, 2008.....	115
Figure 17. Le projet S3 actuellement développé par l'entreprise SBM Offshore. Crédit photo SBM Offshore, 2018.	121
Figure 18. Prototype à Terre Energie Thermique des Mers - PAT ETM. Crédit photo Université de la Réunion, 2014.....	132
Figure 19. NEMO, la centrale ETM développée par Naval Group et Akuo Energy en Martinique. Crédit photo DCNS, 2014.....	135
Figure 20. Coupe schématique de l'usine « aquathermique » de Georges Claude et Paul Boucherot, dans <i>Je sais tout, la Grande Revue de Vulgarisation Scientifique</i> , n°254, février 1927.	138
Figure 21. « Ergocéan va consacrer 60 millions aux études d'un projet de centrale à Tahiti », <i>Ouest-France</i> , 24 juin 1983.	140
Figure 22. Les représentants de Lockheed Martin et de leur client, le groupe de tourisme chinois Reignwood, entourent le secrétaire d'État américain. Crédit photo Lockheed Martin, 2013.	145
Figure 23. « Un parc éolien bientôt installé près du Havre », <i>Les Echos</i> , 8 février 2002.	166
Figure 24. « Le premier parc éolien en mer sera construit au large de la Seine-Maritime », <i>Les Echos</i> , 20 septembre 2005.....	176
Figure 25. Cours du baril de pétrole en dollars (moyennes mensuelles). Source : <i>France-Inflation.com</i>	178
Figure 26. Comparaison entre la production électrique de la centrale nucléaire de Paluel et le parc éolien offshore de Veulettes-sur-Mer, dans 20h le journal, France 2, 15 septembre 2005. Production, France 2, Paris. Reproduit avec autorisation.....	183
Figure 27. Répartition des charges de la CSPE en 2015. Source : Atlante, 2016.	213
Figure 28. Les éoliennes rabattables Vergnet ont résisté à l'ouragan IRMA. Crédit photo Vergnet.	219

Figure 29. Histogramme des mix énergétiques de quatre pays européens. Extrait de Witowski Petra, "North-Western European power market coupling project launched", S&P Global Platts, 2014.....	236
Figure 30. Les étapes des stratégies de spécialisation intelligente. Sources : Foray <i>et al.</i> (2009), reprise par Colletis-Wahl (2018).	245
Figure 31. Les étapes de construction de l'Eurorégion Nouvelle-Aquitaine-Euskadi. Réalisée par auteurs.....	247
Figure 32. Atelier de travail « <i>From Seanergies to Seanergy</i> » à Bilbao. Crédit photo Tecnalia, 2016. .	250
Figure 33. Brochure du SNP " <i>It's his oil, it's her oil</i> ", 1972. Crédit photo Scottish Political Archive. Reproduit avec autorisation.....	266
Figure 34. Reproduction de la plateforme pétrolière offshore Murchison au Aberdeen Maritime Museum. Cliché de l'auteur, 2018. Reproduit avec l'autorisation du Aberdeen Maritime Museum. ...	274
Figure 35. La section du Aberdeen Maritime Museum consacrée aux énergies marines renouvelables. Cliché de l'auteur, 2018. Reproduit avec l'autorisation du Aberdeen Maritime Museum.....	275
Figure 36. La section du National Museum of Scotland consacrée à l'énergie des vagues. Cliché de l'auteur, 2018. Reproduit avec l'autorisation du National Museum of Scotland.	279
Figure 37. Un prototype houlomoteur de Stephen Salter exposé exposé au National Museum of Scotland. Cliché de l'auteur, 2018. Reproduit avec l'autorisation du National Museum of Scotland. ..	279
Figure 38. Le centre de recherche EMEC dédié aux énergies marines à Stromness dans les Orcades. Cliché de l'auteur, 2018.	295
Figure 39. Une station de ravitaillement en hydrogène dans la ville de Kirkwall dans les Orcades. Cliché de l'auteur, 2018.	297
Figure 40. Présentation du projet hydrogène développé par l'EMEC lors du salon All Energy 2018. Cliché de l'auteur, 2018.....	298
Figure 41. Les hydroliennes T1 de Tocardo installées sur les écluses de la digue d'Afsluitdijk. Cliché de l'auteur, 2016.	309
Figure 42. Les turbines T1 de Tocardo relevées pour la maintenance. Cliché de l'auteur, 2016.	310
Figure 43. Moulins du Pont du Marché à Meaux", Jean-Pierre Frédéric Barrois (1786-après 1869), huile sur toile, 64 x 80 cm, 1835 (Meaux, musée Bossuet, inv. 177/2008-2). Huile sur toile, 1835. (Musée Bossuet, Meaux. inv. 177/2008-2).	311
Figure 44. La plateforme flottante d'hydroliennes Seeneoh utilise les arches du pont de pierre de Bordeaux pour maximiser la puissance des hydroliennes submergées dans la Garonne. Cliché de l'auteur, 2019.	312
Figure 45. En septembre, la première centrale photovoltaïque flottante de France sera opérationnelle à Piolenc, dans le Vaucluse, 2019. Cliché de Gérard Julien pour l'AFP.....	314

TABLE DES MATIERES

Remerciements	5
Sommaire	7
Liste des sigles et abréviations	9
INTRODUCTION GENERALE	13
Hypothèses de recherche.....	16
Axe de recherche 1 : Cycles de vie et trajectoires de l'innovation énergétique	16
Axe de recherche 2 : Les déterminants du succès de l'innovation énergétique.....	21
Axe de recherche 3 : Discours et représentations collectives	29
Présentation du manuscrit de thèse	36
La construction d'une approche théorique	36
1. S'appuyer sur les apports de l'économie du changement technologique.....	36
2. ... et sur ceux de l'économie de l'énergie.....	38
3. Un objet d'étude qui nécessite de s'ouvrir aux sciences, technologies et société (STS).....	39
Méthodologie de la thèse	40
1. Une thèse CIFRE qui s'inscrit dans une démarche de recherche-action collaborative	40
2. Terrain d'enquête.....	43
i. <i>L'enquête sociologique</i>	43
ii. <i>Le traitement des sources</i>	44
3. Le choix de la thèse sous forme d'articles	45
4. S'inscrire dans une dimension exploratoire comparative.....	46
Organisation du manuscrit de thèse	49
Références	53
PREMIERE PARTIE - Le phénomène de réveil et de résurgence technologique au regard de trois filières techniques	62
Introduction de la première partie.....	64
Chapitre 1 - Réinventer la filière marémotrice : l'encombrant héritage du succès de la Rance dans la résurgence du marémoteur en France.....	66
Résumé	66
Introduction.....	66
Section 1 : L'émergence d'une filière technologique nouvelle dans une « France hydraulique » (1918-1939)	69
1. Inscrire la houille bleue dans la lignée de la houille blanche	69
2. Une dynamique interrompue par le contexte de crise économique (1929-1939)	71
Section 2 : Matérialiser cette nouvelle filière technologique autour d'un projet national : l'usine marémotrice de la Rance (1941-1967)	72
1. La résurgence réussie du marémoteur en France après la Seconde Guerre mondiale	73
2. Faire d'un prototype technologique une vitrine nationale : l'usine de la Rance	76
Section 3 : La tentative de résurgence avortée du marémoteur dans un contexte de crise du système	

énergétique (1973 - fin des années 1990).....	79
1. S'appuyer sur la crise du système énergétique pour relancer le marémoteur.....	79
2. La difficile démocratisation du système technique marémoteur.....	82
Section 4 : Vivre ou divorcer avec l'héritage du passé : la tentative de résurgence du marémoteur au XXI ^e siècle à travers le paradigme du développement durable et de la diversification technologique.	85
1. Une résurgence impulsée par la dynamique du développement durable.	86
2. Refaire ou défaire la Rance ? La résurgence du marémoteur à travers le prisme du pluralisme technologique	88
i. <i>Le choix du « big is beautiful » : actualiser et repenser le « marémoteur traditionnel ».</i>	88
ii. <i>Le choix du « smart is beautiful » : divorcer de la Rance</i>	92
Conclusion	95
Références	97
Chapitre 2 - Transformer les vagues en énergie : utopie ou réalité ?	102
Résumé	102
Introduction	102
Section 1 : Le temps de la créativité et du machinisme triomphant (1799-1974)	105
Section 2 : Le temps de l'invention et de la crise énergétique (1974-1998).....	110
Section 3 : Le temps de l'innovation et de la crise environnementale (1998-2014)	114
Section 4 : Le temps de la nécessaire rupture systémique (depuis 2014)	117
Conclusion	122
Références	125
Chapitre 3 - L'énergie thermique des mers dans les outre-mer français : un enjeu stratégique de territoire ?	128
Résumé	128
Introduction	128
Section 1 : Les Outre-mer à l'avant-poste de l'ETM	129
1. Le lancement des projets ETM dans un contexte de concurrence territoriale	129
2. La dynamique contrastée du projet réunionnais.	131
3. La Martinique : une vitrine territoriale de la dynamique caribéenne ?.....	134
Section 2 : L'ETM comme outil stratégique de puissance technopolitique	136
1. L'héritage comme outil de légitimation	136
2. Un nouveau « champion national » comme outil de crédibilisation.	140
3. Faire d'un enjeu industriel un enjeu géopolitique.	142
Conclusion	146
Références	148
Conclusion de la première partie	150
DEUXIEME PARTIE - L'institutionnalisation délicate des énergies marines renouvelables en France et dans ses territoires d'outre-mer.....	152
Introduction de la deuxième partie.....	153
Chapitre 4 - Comment un enjeu industriel émergent devient-il un problème public ?	
L'institutionnalisation avortée des premiers projets éoliens offshore en France (1997-2007)	155
Résumé	155
Introduction.....	155

Section 1 : L'émergence d'un nouvel enjeu de politiques publiques : l'éolien en mer à la conjonction de dynamiques multi-scalaires (1997-2001).....	157
1. Les dynamiques étrangères.....	157
i. <i>Respecter les directives contraignantes de Bruxelles</i>	158
ii. <i>Rendre légitime l'enjeu de l'éolien marin par la dynamique du retard</i>	160
2. Les dynamiques intérieures.....	161
i. <i>Le littoral français comme eldorado européen à conquérir</i>	161
ii. <i>La stratégie de diversification des acteurs français du oil and gas offshore</i>	163
iii. <i>Le programme Eole 2005 comme dynamique d'impulsion de l'éolien en mer</i>	165
Section 2 : Traduire dans le langage institutionnel les enjeux de l'éolien en mer (2001-2005).....	167
1. Le lancement d'une politique gouvernementale favorable aux énergies renouvelables	167
2. Quand l'éolien en mer est d'abord un problème public multi-sectoriel à traiter : le rapport Dupilet (2001) ..	169
3. L'intégration de l'enjeu de l'éolien marin dans l'agenda gouvernemental : le rapport du SGMer (2002)	171
4. Le choix de l'appel d'offres pour réguler le problème de l'éolien marin (2003-2005).....	172
Section 3 : Le temps de l'échec (2005-2007)	176
1. La non-légitimation technico-économique et sociotechnique d'une innovation de rupture.....	176
i. <i>L'appel d'offres était-il le bon outil ?</i>	176
ii. <i>L'éolien en mer comme innovation sociotechnique</i>	179
2. L'éolien en mer pris en otage par le nucléaire ?.....	181
Conclusion	184
Références	188
Chapitre 5 - Faire des énergies marines renouvelables la vitrine médiatique d'une ambition politique : le cas du Grenelle de la mer et du plan « énergies bleues »	191
Résumé	191
Introduction.....	192
Section 1 : Faire monter les énergies marines à Paris	194
1. L'impulsion du Grenelle de l'environnement.....	194
2. Le Grenelle de la mer comme réponse politique à un besoin de mer.....	196
Section 2 : Un nouvel imaginaire collectif sans instruments d'action publique.....	198
1. Energie et mer au cœur d'une représentation symbolique.....	198
2. Les EMR : des objets-frontière au cœur d'un consensus.....	201
3. Faire des énergies marines un élément de « puissance technologique »	203
Conclusion	203
Références	207
Chapitre 6 - Rayonner par la technique : des îles d'outre-mer au cœur de la transition énergétique française ?	209
Résumé	209
Introduction.....	210
Section 1 : La fragilité du modèle énergétique insulaire	212
Section 2 : La technologique comme outil de l'autonomie énergétique des îles d'outre- mer	214
Section 3 : Des laboratoires vitrines de la transition énergétique.....	217
Conclusion	222

Références	227
Conclusion de la deuxième partie	232
TROISIEME PARTIE - L'ancrage territorial et la diversité du processus d'innovation.....	234
Introduction de la troisième partie	236
Chapitre 7 - Construire une politique publique d'innovation transfrontalière à l'heure de « la spécialisation intelligente » : une application à la filière énergies marines renouvelables dans l'Eurorégion Nouvelle-Aquitaine-Euskadi-Navarre	238
Résumé	238
Introduction	238
Section 1 : La refonte des politiques de coopération transfrontalière par la stratégie de spécialisation intelligente	240
1. La coopération transfrontalière comme laboratoire d'innovations	241
2. La stratégie de spécialisation intelligente comme nouveau cadre des politiques publiques eurorégionales ...	243
Section 2 : La mise en œuvre d'une politique d'innovation eurorégionale : une application à la filière énergies marines renouvelables dans le GECT Nouvelle-Aquitaine-Euskadi-Navarre	246
1. L'eurorégionalisation des énergies marines renouvelables par une RIS3 transfrontalière	247
2. La dynamique des appels à projets pour impulser la coopération	249
Conclusion	252
Références	255
Chapitre 8 - S'appuyer sur le passé pour construire l'avenir : l'exemple du projet nationaliste écossais dans le domaine des énergies renouvelables offshore	260
Résumé	260
Introduction	260
Section 1 : Faire de ses richesses naturelles un nationalisme énergétique.	263
Section 2 : Moderniser le nationalisme énergétique par le projet de transition écologique	267
Section 3 : Moderniser le nationalisme énergétique par le projet libéral européen.	271
Section 4 : Faire rayonner l'Ecosse par les nouvelles technologies énergétiques	275
Conclusion : la rupture dans la continuité ?	280
Références	283
Chapitre 9 - Territorialiser la transition énergétique européenne : quand les îles écossaises veulent montrer l'exemple	289
Résumé	289
Introduction	289
Section 1 : La dynamique du modèle énergétique décentralisé et insulaire.	290
Section 2 : Des îles écossaises pionnières dans le lancement de projets énergies renouvelables offshore.	292
Section 3 : La création d'un écosystème orcadien tourné vers la transition énergétique : la marque « made in Orkney ».....	294
Conclusion	298
Références	300
Chapitre 10 - Optimiser un patrimoine existant par le projet de transition énergétique : cas appliqué aux digues multifonctionnelles néerlandaises.....	302
Résumé	302

Introduction.....	302
Section 1 : Un pays qui cherche à faire de l'eau un nouvel allié	304
Section 2 : Inscrire les énergies marines dans un processus de multifonctionnalité technologique.	307
Section 3 : Optimiser un patrimoine existant par l'innovation énergétique.....	311
Conclusion	316
Références	317
Conclusion de la troisième partie.....	320
CONCLUSION GENERALE	324
Les énergies marines renouvelables sont au cœur d'une nouvelle politisation de la mer	324
La filière des énergies marines répond à une construction politique et non à une cohérence technologique	326
Vers un nouveau panthéon électrique ?.....	328
1. La revanche d'Hélios.....	329
2. La fragilité d'Arès.....	331
3. Déchainer Poséidon	332
La transition énergétique à l'heure des bifurcations nationales.....	336
Apports et perspectives de recherche	338
1. Apports de la thèse.....	338
2. Perspectives de recherche.....	339
ANNEXES	345
Tableau récapitulatif des participations à des colloques universitaires	345
Tableau récapitulatif des entretiens réalisés	346
Tableau récapitulatif des séjours de recherche	350
Tableau récapitulatif des manifestations scientifiques organisées.....	350
Liste des tableaux.....	359
Liste des figures.....	360
TABLE DES MATIERES.....	363

