

Ces énergies venues de la mer... ... l'émergence d'une nouvelle filière industrielle

« Entretiens Jacques Cartier » - La place de l'hydraulique dans le panel des énergies renouvelables
ENSE3 - Grenoble - 20 & 21 novembre 2012

Ifremer



Michel Paillard
Chef de projet Énergies Marines Renouvelables
Ifremer - Centre de Brest
Courriel : michel.paillard@ifremer.fr

Essais TIDALSTREAM - Bassin de Brest - © Ifremer/Olivier Dugornay

Les énergies marines DES SOURCES VARIÉES D'ÉNERGIE



Ifremer

Le potentiel des énergies marines renouvelables

Un potentiel considérable
 Définir : **Potentiel naturel théorique** (dont celui non exploitable techniquement)
Potentiel techniquement exploitable (en croisant avec les contraintes environnementales et sociétales et variable avec le développement des filières) (exemple éolien flottant, totalement absent il y a 10 ans, qui ouvre un vaste nouveau potentiel exploitable)
 Pour l'ensemble des EMR : Potentiel naturel théorique de l'ordre de 100000 TWh/an (d'après l'IPCC - International Panel for Climate Change)

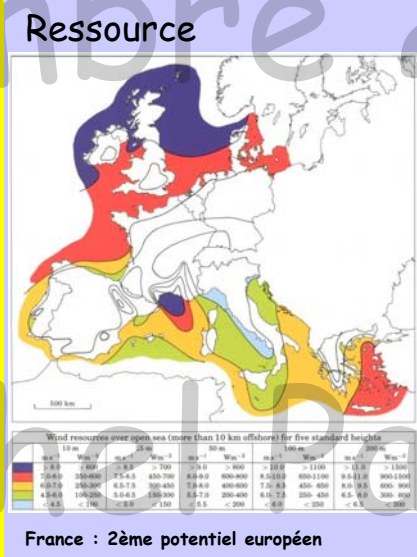
- Eolien offshore posé : potentiel de 150GW en Europe près des côtes (500TWh/an)
- Eolien offshore flottant : potentiel plusieurs milliers de TWh/an à préciser -> contraintes /distance - stockage
- Marémoteur : ressource mondiale : 380 TWh/an
- Hydrolien : potentiel mondial techniquement exploitable : 450 TWh/an
- Houle : potentiel techniquement exploitable Europe : 1400 TWh/an
- ETM : potentiel naturel (Différence de température 20°) : 80000 TWh/an !

Nb : ces valeurs sont à manier avec précaution. Les ressources naturelles sont élevées. Leur exploitation industrielle nécessite, pour la plupart, encore beaucoup de R&D.

Priorité (Ancre, FEM, ...) : Affiner les évaluations des potentiels exploitables méthodologies, modélisation de la ressource (ex:interaction houle/courant), paramètres à préciser...

Ifremer

Énergie éolienne offshore



Parc de Nysted (DK) - Ifremer - G.Veron

En 2010 :
 opérationnel dans le monde : 2128 MW
 en construction : 3485 MW
 (source 2010 Wind Service Holland)

En 2012 :
 opérationnels dans le monde : 4620 MW (dont en Chine)
 opérationnels en Europe : 4336 MW (UK, DK, NL,...) projets importants en Allemagne
 en construction : 6000 MW
 autorisés : 17000 MW
 ----->>> Forte croissance en 2 ans

Ifremer

France : 2ème potentiel européen

Energie éolienne offshore

Perspectives

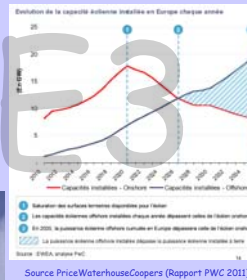
- vent plus fort, plus constant, mieux prévisible qu'à terre
- moins de conflits d'usage et d'espace qu'à terre
- **besoin de R&D : prévision de la production, notamment à court terme**

Contraintes

- coût d'installation et d'exploitation aujourd'hui plus élevés que le terrestre : au global, on passe de <80€/MWh à >200€/MWh actuellement, objectifs à 2020 -> **défi : réduction des coûts**
- autres usages dans la zone côtière : paysages, pêche, nautisme... -> **connaissance des impacts**
- réglementation

Techniques

- transposition en mer des éoliennes terrestres :
- depuis 1990 au Danemark
- sur pieux, gravitaires, jacket (treillis métallique), mixtes...
- installation par barges offshore et navires spécialisés
- maintenance difficile : exigence de fiabilité
- Amélioration de la fiabilité (**corrosion, fouling, effet de sillage**)



Energie éolienne R&D

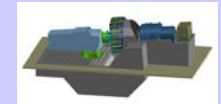
- site de test à terre d'Alstom Wind : Le Carnet (Loire Atlantique)

test de l'éolienne « Haliade 150 » de 6 MW
(rotor de 150 m, nacelle à 100 m)



- banc test de nacelle de grande puissance

- Réalisation aux USA (RENK), Allemagne, France ?
Banc test dynamique de 15 MW ---->



- sites de démonstration et d'essais en mer :

Plateforme Fino (Allemagne) : Mât instrumenté
permet la mesure :
- du vent, des conditions océano-météo, des impacts
Site d'essais Alpha Ventus (Allemagne)
2 types d'éoliennes testées (RePower et Areva Multibrid 5MW)
Projet de site d'essais ZEPHIR en Espagne
Projet de site d'essais WIN en France



• nouvelles technologies : éoliennes flottantes (plus de 25 projets...)

pour s'affranchir des contraintes bathymétriques (50 à 200 m - limitation longueur d'ancrage)

Eoliennes flottantes : nombreux projets ...



Hywind

Norvège 2,5MW
120 à 700 m - test en 2009

Diwet (Blue H)

NL/UK/IT 3,5 à 5MW ?
50 à 200 m échelle réduite 2008
2 MW en 2012 ?

Principe power (Windfloat)

Etats-Unis 5 à 10 MW
en test au Portugal fin 2011 (puis Oregon et Maine)



Windsea

(Norvège 3 x 3,6 MW (2012?))



Sway

Norvège 2,5 à 5 MW (2011)
80 à 400 m prototype en test



Poseidon

Danemark couplage avec houle
Prototype échelle 1/2 en test (projet Oregon)

Eoliennes flottantes : 2 projets cofinancés

Winflo

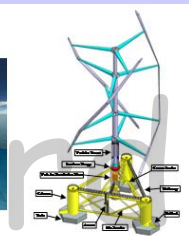
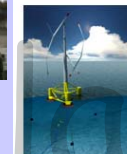
DCNS, Nass&Wind, Vergnet, Ifremer, Ensta Bretagne
France 3,5 à 5MW
1MW : 50 m 2013 / 2014 ? Le Croisic
Multi MW : 2015 / 2016 ? Groix



Essais sur maquette de Winflo au bassin à houle-vent d'Ifremer/Brest

Vertiwind

Technip, Nénuphar, Seal, Converteam, EDF EN
Test à terre de 35 kW
France 2MW puis 3 MW
50 à 200 m en 2013 / 2014 ? (Fos/mer)
1er parc 2015
Marché visé : Méditerranée
Projet dans le cadre du NER300



Eoliennes flottantes, concepts hybrides

Autre projet français: IDEOL

Projet français (2014?)

Objectif : déplacer le flotteur pour réduire les effets de sillage (de 70%)



Parc de Horns Rev (Danemark)

Combinaison de conversion d'énergie (plusieurs projets)



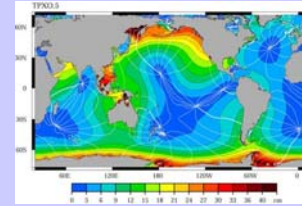
Houle (Poseidon organ) + vent



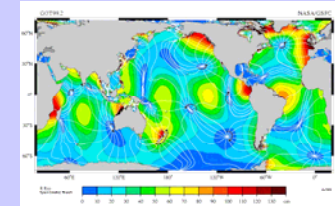
Houle + courants (C-Energy ECOFYS) + vent

Energie Marémotrice

- Energie potentielle de la marée : ressource

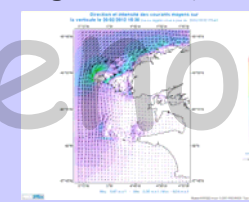


Marée diurne

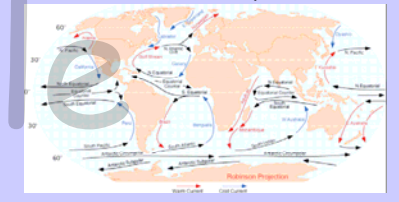


Marée semi diurne

- Energie cinétique de la marée : ressource hydrolienne



-Courants côtiers (Prévision en Mer d'Irroise, modèle de Prévimar)



Courants océaniques

Energie Marémotrice

- Energie potentielle de la marée : sites principaux



Worldwide Potential
(World Energy Council):
160 GW – 380 TWh/year

Energie Marémotrice

Réalisations principales :

en France,

Usine marémotrice de la Rance (1966) EDF (240 MW - 640 GWh/an)

au Canada,...

Annapolis (Nouvelle Ecosse - Canada) - 20MW - 1984 -->

en Corée,...

Réalisation en Corée : 254 MW (Sihwa lake) Mise en service le 4 août 2011

Marnage : 7,8 m en vives eaux
fort potentiel en Corée

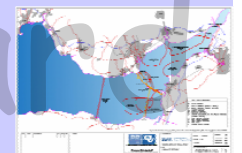
Projets en Grande Bretagne **Abandon ou ajournement ?**

10 schémas différents étudiés pour la Severn (dont Tidal lagoon)

Enquêtes publiques en 2009 et 2010 (source BERR)

Projet Mersea (Liverpool) : 700 MW - abandon

Projet en France : équipement d'un bassin à Boulogne/mer



Energie hydrolienne

Energie cinétique des courants de marée

Potentiels exploitables :

- Monde : de l'ordre de 450 TWh/an
- Europe : 15 à 35 TWh/an (6 à 8 GW)
- France : selon EDF, 5 à 14 TWh/an (2,5 à 3,5 GW)
- 10 MW/km² ?

Dans les DOM-COM (passes de lagons, ...?)

Avantages

- Prédictible
- Performance
- Impact visuel limité

Inconvénients

- Caractère intermittent de la marée (stockage)
- Nombre limité de sites à courants forts (>2m/s)
- Partage de l'accès à la mer
- Installation et maintenance



La France et la Grande Bretagne partagent la plus grande ressource en Europe

Energie hydrolienne

- 4 concepts généraux et un foisonnement de concepts (~ 88 en 2011)

Type A : Horizontal axis turbine (41)

systèmes à axe horizontal
exemple Seagen

Type B : Cross-axis turbine (14)

Systèmes à axe vertical
exemple HydroQuest

Type C : Oscillating Hydrofoil (4)

systèmes à hydrofoil oscillants
exemple Stingray (abandon?)

Type D : Enclosed Tips (Venturi) (5)

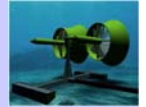
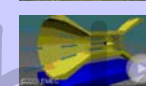
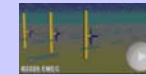
systèmes à venturi
exemple Blu Stream/Guinard

+ quelques autres systèmes faisant appel à d'autres concepts (24)

Source EMEC

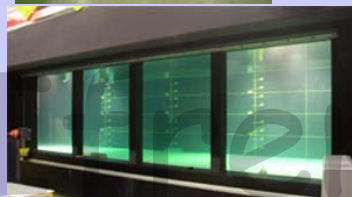
(*) 50 concepts en 2008, 5 en 2003

Voir les présentations du LEGI, d'Alstom Hydro, d'EDF-CIH, d'Hydroquest



Energie hydrolienne R&D

- Évaluation fine de la ressource (interaction houle/courant)
- modélisation numérique et physique
- essais en boucle hydrodynamique ou en bassin
- climatologie, matériaux, impacts, usages, acceptabilité



Essai du Lunar Energy (UK) dans un bassin/canal identique à celui de l'Ifremer (Brest)

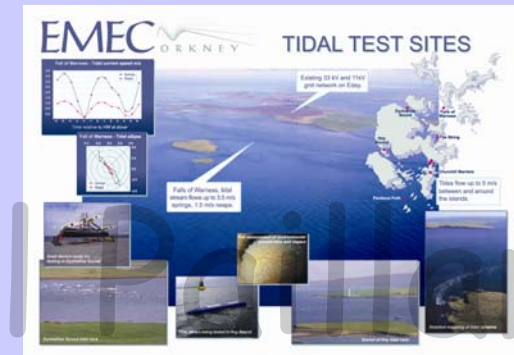
Tests Tidalstream à Brest
copyright Ifremer. O.Dugornay

Veine de Courant de l'Ifremer (Boulogne/mer)

Energie hydrolienne R&D

- sites d'essais ou de démonstration en mer :

- EMEC (Orkney/Scotland) - European Marine Energy Centre
- 9 M€ d'investissement initial (soutien institutionnel fort) abondé en 2009 (28,8 M€ avec site houle)
- 7 connexions simultanées



Energie hydrolienne R&D

- sites d'essais ou de démonstration en mer :
- FORCE (Baie de Fundy - Nova Scotia - Canada) :



Site en cours de développement

Caractéristiques du site :

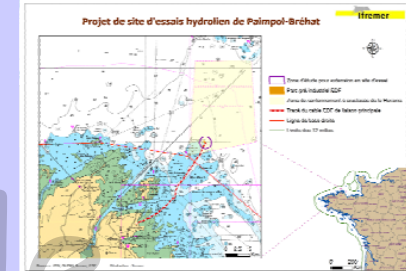
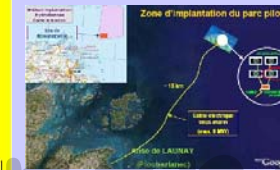
- Vitesse du courant : plus de 5 m/s (16 m de marnage)
- Profondeur : plus de 45 m (cote basse mer)
- 3 clients : Open Hydro : test d'une hydrolienne d'1 MW de diamètre 10 m jusqu'à fin 2010
- Alstom Clean Current : Test de l'hydrolienne Beluga en 2012 ? 2013 ?
- Marine Current Turbines

Energie hydrolienne R&D

- site d'essais de Paimpol-Bréhat :



- Adossement au site pilote EDF
- Etudes en cours
- Comité de suivi avec les parties concernées
- mutualisation du câble
- confidentialité respectée



opérationnel en 2013 ?

site d'essais estuarien de Bordeaux :

- Site SEENOH (Pont de Pierre)
- montage en cours (Gestionnaire, ...)
- plusieurs clients potentiels déclarés (Hydroquest, ...)



Sources EDF, FEM, Energie de la Lune

Energie des vagues

- Puissance moyenne côte atlantique : 45 kW/m (% récupérable?)
- Energie dissipée côtes métropole : 417 TWh/an (dont exploitable?)

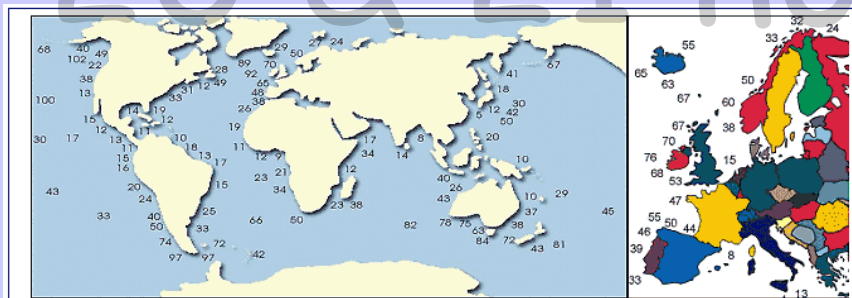


Figure One: Worldwide and European Wave Power Resource charts

potentiel exprimé en kW/m (Puissance par mètre de crête)

- en France : fort potentiel sur la côte Atlantique (modèle PREVIMER)
 - DOM : étude du potentiel dans les RUP (dont DOM), projet à La Réunion
 - TOM : projet à Tahiti (SEDEP) - projet en Nouvelle Calédonie (Îles Loyauté)
- Besoin d'évaluation de la ressource par la modélisation fine à l'échelle du démonstrateur et du parc (meilleure connaissance du comportement, prévision de la production)

Energie des vagues

- 6 concepts généraux et un foisonnement de concepts (~ 140 en 2011)

- Type A : Attenuator (30) systèmes articulés
exemple Pelamis
- Type B : Point absorber (54) bouées
exemple OPT
- Type C : Oscillating Wave Surge Converter (9) systèmes oscillants avec le déferlement
exemple Oyster
- Type D : Oscillating water column (18) colonne d'eau oscillante
exemple LIMPET
- Type E : Overtopping/Terminator device (7) systèmes à franchissement
exemple Wavedragon
- Type F : Submerged pressure differential (4) systèmes à pression
exemple Seanergy

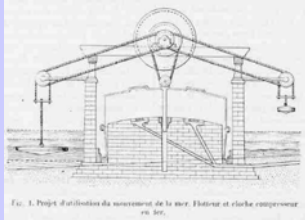


+ Quelques autres systèmes faisant appel à d'autres concepts (18)

Source EMEC

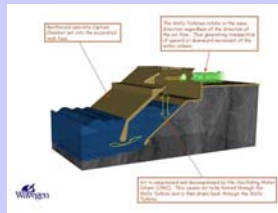
Energie des vagues

- D'une idée ancienne à la première génération : installations à la côte



«Machine utilisant les mouvements de la mer pour élever de l'eau à une certaine hauteur».

(Revue « La Nature » - Tissandier- volume 19 -1882)



Principe Colonne d'eau oscillante



Limpet 500 kW Prototypé de 400 kW sur l'île de Pico aux Açores
 Limpet aux îles d'Islay (Ecosse)
 (étude de faisabilité à Tahiti sur le récif (ADEME- SEDEP)
 Impact environnemental pour ouvrage dédié, mais intérêt pour ouvrage existant (digues) - moins de puissance qu'au large

Projet de Mutriku (Pays basque espagnol) 300 kW (juillet 2011)
 Projet en France, également, d'équipement de digues (projet EMACOP)
 Un projet de route sur digue à La Réunion est cité dans le projet

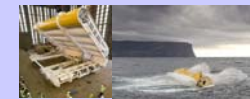
Ifremer

Energie des vagues

- De la côte vers l'offshore : des concepts « shallow water »



Projet WAVESTAR



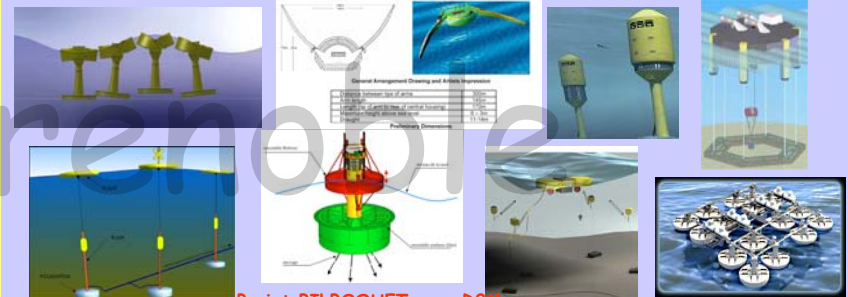
Projet OYSTER (Tests à l'EMEC)



Projet WAVEROLLER (Tests à l'EMEC)

Projet DCNS Baie d'Audierne

- De la côte vers l'offshore : un foisonnement de concepts



Projet BILBOQUET avec D2M

Ifremer

Energie des vagues

- De nombreux dispositifs en test



Des essais sur maquette (SEAREV) aux tests à échelle réduite (Wavedragon)

et des échecs...



Test à l'EMEC d'une version améliorée avant phase pré-commerciale en Ecosse et projet SEAWATT à La Réunion (avec stockage de lissage)

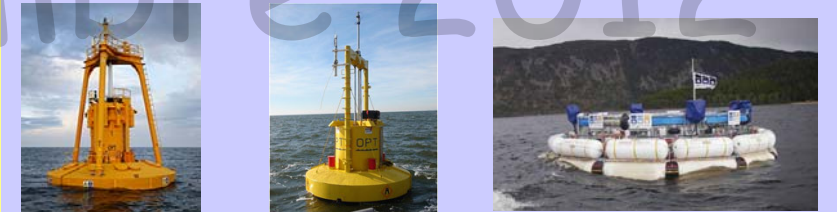


Le Wavebob en test en baie de Galway (Irlande)

Ifremer

Energie des vagues

- Différents dispositifs en test



Projet AWS avec Alstom Hydro



Projet CETO (Carnegie) avec EDF EN à La Réunion

Ifremer

Energie des vagues R&D

- climatologie (modèles, conditions extrêmes, prévision -Previmer)
- modélisation numérique et physique : essais en bassin à houle- protocoles
- matériaux, ancrages, fouling,...

(projets européens Equimar - Merific - Marinet,...)

* Nécessité de progresser dans la standardisation et la fiabilité

Bassin à houle de l'Ifremer/Brest -->

- impacts, acceptabilité

multi OWC (Orecon)

- sites d'essais et de démonstration en mer

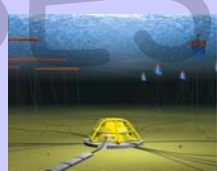


•EMEC European Marine Energy Centre (Orkney/Scotland)

WAVE HUB (Cornwall)

• 9 M€ d'investissement initial, abondé en 2009
opérationnel depuis 2003

Financé : 42 M€ (soit 50 M€)
opérationnel en 2013

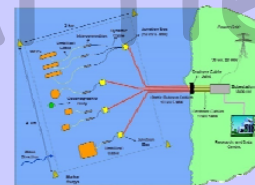


Des sites d'essais et de développement en mer

Espagne : Biscay Marine Energy Platform "bimep":
près de Bilbao (partiellement opérationnel en 2013)

4 unités : de 5 MW

- Plusieurs prototypes peuvent être connectés à chaque unité.
Soutien de l'Agence Basque de l'Energie Source Technalia



Portugal : Maritime Portuguese Pilot Zone
for Wave Energy Conversion

✓ Bathymétrie : 30 - 90 m

✓ Puissance Max : 250 MW

✓ Surface : 320 km²



France : le projet SEMREV au large du Croisic

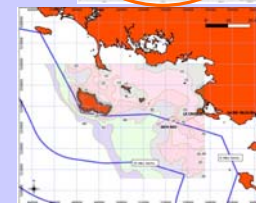
-Projet français en Pays de la Loire d'une surface : 1km²

(houle + éolien flottant) - Câble 20 kV posé été 2012

4 MW puis 8 MW connectés au réseau à terme (câble posé)

Soutien : (CPER) 2007-2013 + FEM (IA)

Porteur : Ecole Centrale de Nantes



Energie Thermique des Mers

- Dans la zone intertropicale,
Utiliser la différence de température entre l'eau
de surface et l'eau des profondeurs (800 à
1000m), soit de 20 à 24°C, pour produire :
- de l'électricité, de l'eau douce, du froid

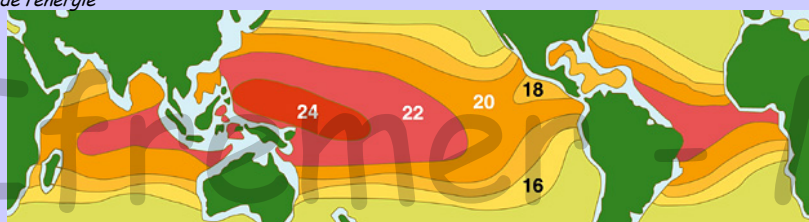
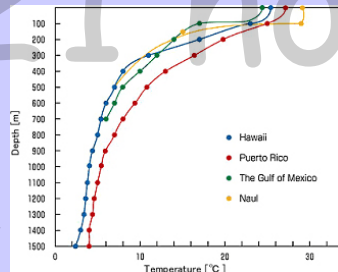
Disponible 24h/24, 365 j/an !

Ressource mondiale :

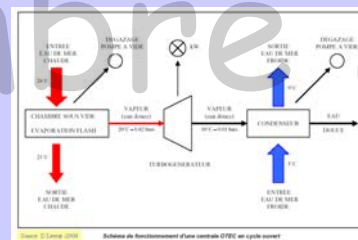
Potentiel naturel : 80.000 TWh/an (10 000 GW...)

Potentiel exploitable : quelques GW à court terme

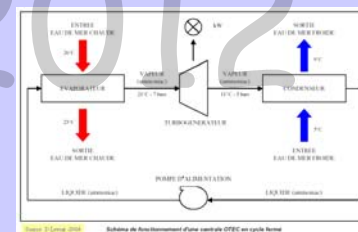
Potentiel naturel important, mais éloigné des zones de
consommation (potentiel dans les DOM/COM) -> stockage
de l'énergie



Energie Thermique des Mers

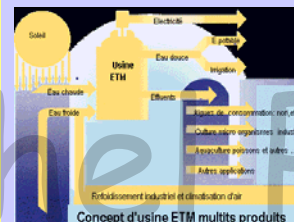


Cycle ouvert



Cycle fermé

2 cycles principaux (avec différentes variantes)



- Avenir : Production de matières industrielles exportables (hydrogène, ...)

Energie Thermique des Mers

Dans les années 30 ...

35, ...



Brésil - La Tunisie - 1935
Production de glace - Abandon Rupture flotteur



50, ...

Cuba - Matanzas - 1930 La faisabilité est démontrée par Georges Claude
Production par ETM supérieure à la consommation (pompes)

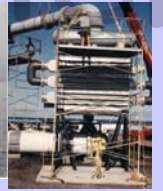
Société EDM

Abidjan - 1953
Abandon (barrage hydroélectrique)

Energie Thermique des Mers

Dans les années 70-80

- plusieurs expérimentations :
 - à Hawaï notamment
 - Mini-OTEC, OTEC 1
 - à Nauru
 - centrale cycle fermé (81) 100 kW



1983 - 1987 : Projet ETM français

- * avant-projet pilote de 5 MW à Tahiti (Polynésie) - Ifremer + industriels
Abandon en raison du contre-choc pétrolier de 1986

Années 2000, ...

- Barge indo-japonaise « Sagar Shakthi »
 - projet de 1MW (mais perte du tuyau à l'installation en 2003)
Nouvelle installation destinée à la production d'eau douce annoncée par le NIOT en mai 2007



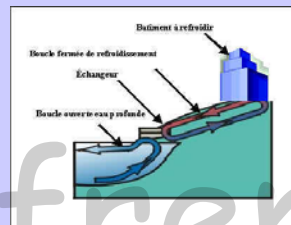
Travaux continus au Japon (Saga) et aux US
(boucles thermodynamiques et sous produits de valorisation de l'eau froide au NELHA)

Projet à Hawaii de Lockheed Martin (20 MW) ?

ETM :

Climatisation en Polynésie, à La Réunion (SWAC)

- hôtel à Bora-Bora, en construction à Tétiaroa
- projet à l'hôpital de Papeete, projet dans la CINOR de La Réunion

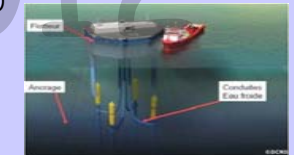


Climatisation par pompage d'eau profonde océanique à quelques °C
en Métropole : Pompes à chaleur eau de mer (Monaco - La Seyne sur Mer)

ETM :

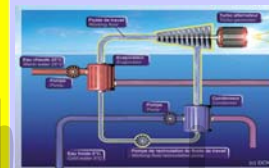
Etudes de faisabilité pour production d'électricité

- à La Réunion : DCNS (et forte volonté politique)
test de boucle thermodynamique, ...
- en Polynésie (Pacific OTEC, DCNS, ...)
- en Martinique (DCNS, ...)



Projet industriel

Centrales flottantes : modules de 10MW (2015?)
Dépôt d'un dossier AO européen (NER300) pour la Martinique



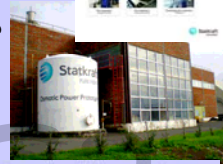
Banc d'essais thermodynamique (La Réunion)

Source DCNS

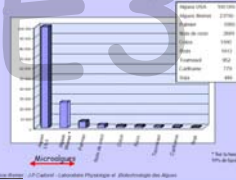
Autres énergies marines

Energie des gradients de salinité

- transformer la pression osmotique issue du mélange entre l'eau de mer et l'eau douce. En théorie : 26 bars
- Projet pilote de Statkraft (Norvège) : 4 kW en 2009 (projet avec Hydro Québec)
- Projet 1 à 2 MW d'ici 2020 (intérêt gradient de salinité naturel dans les fjords)
 - besoin de membranes performantes : 5 W/m² (contre 3W/m²)
 - sites disponibles eau douce/eau salée en métropole ? Impacts rejets ?



Rendements en litres d'huile par hectare



Energie de la biomasse algale

- micro-algues : Carburant 3ème génération (biofuel) jusqu'à 50% de leur poids sec en acides gras - Projet SHAMASH
- Intérêt des groupes pétroliers comme TOTAL - IEED Greenstars



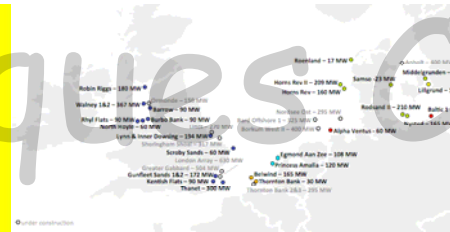
Extensif



Intensif/

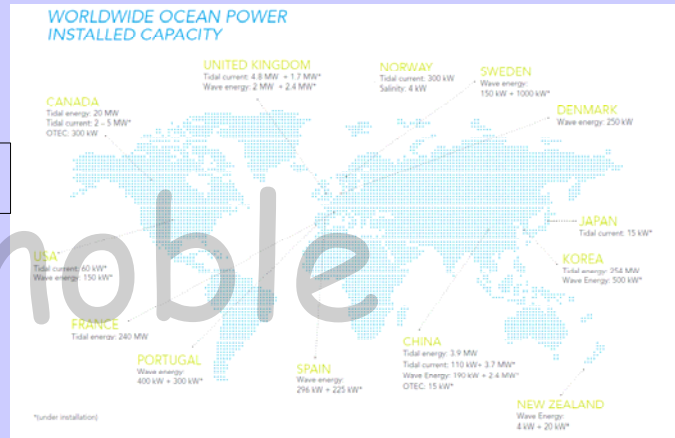


Les énergies marines DES SOURCES VARIÉES D'ÉNERGIE



Eolien offshore Europe : plus de 4000 MW

Marée, courants, houle dans le Monde
Source IEA-OES



Le stockage de l'énergie

- L'intermittence de certaines énergies marines renouvelables
 - Energie marémotrice - Energie des courants de marée : prédictible (marées)
 - Energie thermique des mers (produite 24 h/24, 365 j/an)
 - Eolien offshore (intermittente mais modélisation de la prévision à court terme)
 - Energie des vagues (idem, mais modélisation de la prévision à court terme)

Le stockage de l'énergie : condition du déploiement à grande échelle des énergies marines renouvelables

Quelles sont les technologies disponibles ?

- Les technologies de stockage
 - Batteries
 - Supercondensateurs
 - Supraconducteurs
 - Volants d'inertie
 - Air comprimé
 - STEP
 - H₂



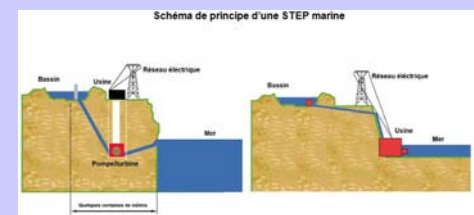
stockage court terme (< 1 h) et stockage long terme

Source : SATIE - ENS CACHAN

Le stockage de l'énergie

Le stockage de l'énergie : sites insulaires

Projets de STEP marine en Guadeloupe et à La Réunion (EDF-SEI)

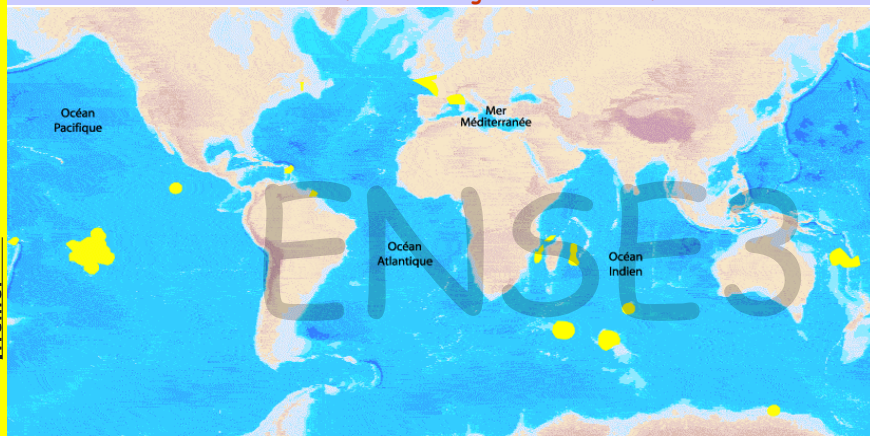


Quelques sites en métropole ? Impacts ? Acceptabilité ?



Potentiels : 11 millions km² de ZEE, dont la moitié se trouve en outre-mer. Des territoires sur chaque océan du globe. Forte dépendance aux énergies fossiles.

fort potentiel en énergie des vagues, énergie thermique des mers et dérivés, en éolien et localement en énergie des courants marins



ifremer

Dans les DOM : La Réunion



Etudes réalisées par l'ARER (inventaire des potentiels)

Etude de faisabilité ETM (DCNS)

Etudes réalisées dans le cadre de plusieurs projets industriels de démonstration (Seawatt, ...)

Volonté politique - GERRI - Pôle TENERGIE

La Martinique

Projet pilote ETM / DCNS : 10 MW (financement recherché au niveau européen NER 300)

ifremer

Dans les POM : Polynésie

Etudes Ifremer des années 80 à Tahiti : ETM

Etudes SEDEP : Houle

Réalisation ODEWA : Climatisation à Bora-Bora

Etudes DCNS et Pacific Otec : ETM

Etudes Ifremer : Evaluation du potentiel hydrolien dans la passe Kaki de l'atoll de Hao

Etudes multi ressources renouvelables sur Tétiaroa



ifremer

Le droit des énergies marines renouvelables

Problématiques, enjeux et perspectives

Un potentiel considérable, mais...

Un cadre réglementaire non adapté bien qu'en pleine évolution

Des procédures administratives lentes

Des espaces marins très protégés (parcs nationaux, parcs naturels marins, zones Natura 2000, Conserv. Littoral)

Une acceptation sociale mitigée

Autorisations administratives (et en outre-mer ?)

Trois autorisations administratives sont nécessaires pour le développement d'un projet EMR dans les eaux territoriales françaises:

- Une autorisation d'occupation du domaine public maritime
- Une autorisation au titre de la loi sur l'eau
- Une autorisation d'exploiter

suppression par la loi Grenelle 2 de la nécessité d'un permis de construire pour la construction des éoliennes offshore, mais le permis reste cependant nécessaire pour la construction des équipements terrestres

Absence de guichet unique, nécessité de créer une entité centralisant les procédures (comme au Danemark, au Royaume Uni, etc.)

Des démarches effectuées en doublon (enquête publique, étude d'impact,...)

-> multiplication des risques

Pas de réglementation hors zones territoriales (à créer, dont pour l'outre-mer) -> décret ZEE en cours?

Source NORTON ROSE

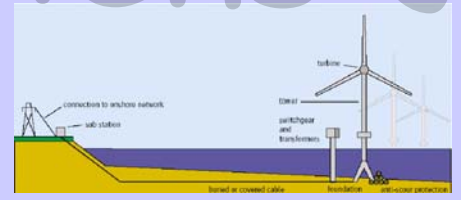
ifremer

L'impact des énergies marines renouvelables

Les études d'impact, de suivi...

3 zones concernées:

- Production
- Transit
- Atterrage
- **L'étude d'impact :**
 - analyse de l'état initial
 - recensement des usages (pêche, plaisance,...) et servitudes (radars,... sécurité)
 - évaluation des impacts



Impacts sur la ressource halieutique, l'avifaune et les mammifères marins.

Impact paysager

Evaluer l'impact pendant la construction (bruit, sédiment)

Impact physique (transport sédimentaire, trait de côte, climatologie,...)

- mesures envisagées pour leur réduction - suivi

Remarque : le Démantèlement...

- remise en état du site en fin d'exploitation (à discuter, effets positifs possibles (récifs artificiels))
- obligation de constituer une garantie financière dès le début de la production



L'impact des énergies marines renouvelables

Les études d'impact, de suivi...

Retour d'expérience des études sur les parcs éoliens en mer en Europe du Nord (études d'impact et de suivi disponibles sur les sites des consortiums (ex DONÉ))

Pas de retour d'expérience sur les prototypes d'EnR marines

Les études d'impact sont à réaliser pour obtenir les autorisations

Les études de suivi sont à réaliser pendant la construction et l'exploitation (avec un comité de suivi)

Des programmes de recherche sont à développer sur les projets éoliens offshore

L'acceptabilité des énergies marines renouvelables

Conflits d'usage - Notion d'acceptabilité sociale

- Usage libre et gratuit du DPM par le public -> appropriation du DPM par les usagers... (cf usage privatif !)
- Conflits avec les autres usagers: pêcheurs, riverains, touristes,...-Phénomène NIMBY
- > D'où création d'instances de concertation et de suivi. Mise en place de débat public autour des projets

Fiscalité, Compensation financière

Taxe sur les éoliennes en mer collectée par le Fonds national de compensation de l'énergie éolienne en mer répartie :

- 50% aux communes littorales, 35% au Comité national des Pêches (CNPME), 15% au financement de projets concourant au développement durable des autres activités maritimes.

Implication des pêcheurs (consultation en amont, notamment lors du zonage et lors des études d'impact)

- Détermination des espèces de poissons, Détermination de l'aire géographique, Evaluation du volume de pêche commerciale

L'acceptabilité des énergies marines

navigation et transport

Marine nationale

Pêche

Loisirs nautiques

Tourisme balnéaire

Concertation avec tous les usagers - planification

Planification

- Au Royaume Uni
 - 2 rounds pour atteindre 15 % d'ENR en 2015 (3% en 2003)
- En Allemagne (projets ambitieux) : longue concertation avant zonage
- En Belgique : concertation / zonage
- En France : une longue histoire
 - Rapport SGEMER (2002)
 - Recommandations sur le développement de l'éolien en mer
 - Appel à projets éoliens en mer 2004 :
 - 1 projet : 21 éoliennes pour 105 MW sur la côte d'Albâtre (Enertrag) Abandon ?
 - Outil de Zonage ADEME: CIADT du 14/09/04
 - Outil d'aide à la décision (2007) pour les services de l'Etat sur les 3 énergies marines
 - Stratégie nationale maritime - Planification (2009 -2010)
 - Sous la responsabilité des Préfets de Régions, Préfets Maritimes
 - Objectifs : actualisation de l'outil d'aide à la décision ADEME
 - Coordonner la concertation -> zonages au printemps 2010 -> 2011
 - Réglementation à simplifier pour l'éolien offshore (puis ENRM)
 - procédure simplifiée pour les centres d'essais (occupation temporaire)
 - Appels d'offres éolien offshore en 2011 sur 5 zones
 - Outre-Mer : objectifs à 2030 (Prerure, GERRI 2030,...) mais pas encore de planification: AO en Polynésie

4 zones retenues en 2012

Résultats (environ 1910 MW):

- Le Tréport : non retenu
- Fécamp 480 MW : Eolien Maritime France (EDF EN, DONG Energy, Alstom,...)
- Courseulles 450 MW : Eolien Maritime France
- Saint Brieu 500 MW: Ailes Marines SAS (Iberdrola, Eole-Res Sa, Néoen Marine, Areva, Technip, STX,...)
- Saint Nazaire 480 MW : Eolien Maritime France



Nouvel appel d'offres fin 2012 sur 2 zones (pour 1305 MW) :

- Le Tréport (705 MW)
- Ile d'Yeu (600 MW)

Soit un total sur les 2 appels d'offres de 3215 MW

Les professionnels demandent le respect des engagements de 6000 MW à 2020

- Appel d'offres éolien flottant (2013? 2014?) attendu par les industriels
- Appel d'offres hydrolien attendu sur le Raz Blanchard notamment (2013? 2014 ?)
- Guide d'étude d'impact pour les éoliennes offshore publié en janvier 2013 (DGEC)

Les enjeux du développement des EMR

- DEVELOPPEMENT DURABLE : UN ENJEU ECOLOGIQUE**
 - Energie fossile : réserves - coût - impact climatique
 - Les engagements à 2020 de réduction d'émission de CO₂
 - Feuille de route européenne (20/20/20)
 - Grenelle de l'environnement (23% EnR, 3% marin). En 2010 : 12,8%
- CONTRIBUER À L'APPROVISIONNEMENT ÉNERGÉTIQUE**
 - Grenelle de la Mer et ses suites
 - contribution des EMR au bouquet énergétique à 2020
 - 6000 MW éolien offshore (et 3% EMR)
 - Outre-Mer : autonomie à 2030 par les ENR pour la plupart des Territoires
 - Des ressources mondiales potentielles importantes
 - 3 600 TWh/an techniquement exploitables en 2030
 - (production électrique totale en France : 600 TWh/an)
- CONSTRUIRE LA FILIÈRE INDUSTRIELLE**
 - Besoins de recherche technologique et non technologiques
 - Chaîne de valeur du prototype - jusqu'au parc (O&M, maintenance, ports)
 - emplois non délocalisables
 - des marchés porteurs, Europe et Monde
 - chiffres sur 2010-2020, pour l'Europe (source EU-OEA)
 - > 200 Mds € d'investissement éolien posé et flottant et 10 Mds € d'investissement hydrolien et houlomoteur
 - des économies insulaires soulagées sur le volet énergétique (Gerri2030)

Les enjeux du développement des EMR

CONTRIBUER À L'APPROVISIONNEMENT ÉNERGÉTIQUE

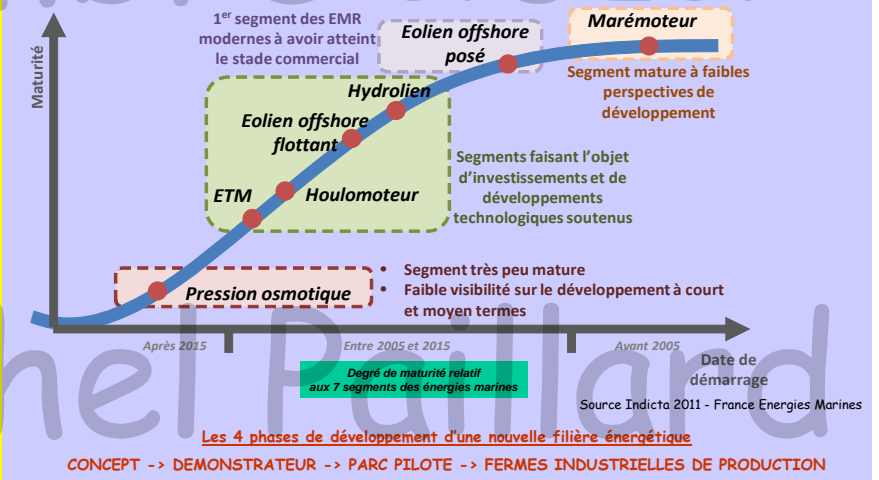
Suite aux 2 Grenelle, 3% des 23% d'ENR en 2020, et réaffirmation à la Conférence Environnementale.
Pas d'objectifs outre-mer pour les EMR mais objectifs à 2030 pour l'ensemble des ENR

Données nationales	Eolien posé	Eolien flottant	Hydrolien	Houlo-moteur	ETM
Installé, objectifs 2020, GW	6	1	0,5	0,2	0,2
Potentiel techniquement exploitable, TWh/an	50 ? 15 en 2020	200 ? 2,5 en 2020	15 1,5 en 2020	40 0,8 en 2020	20 000 ? 1,4 en 2020
Investissem 2020, md€	10	3	1,5	1	1

Conditions du déploiement : Volonté politique - Respect des engagements internationaux
Source Indicta 2011 - France Energies Marines

Les enjeux du développement des EMR

CONSTRUIRE LA FILIÈRE INDUSTRIELLE



Entretiens Jacques Cartier

Les enjeux du développement des EMR

CONSTRUIRE LA FILIÈRE INDUSTRIELLE

	Investissement (M€MW)	Coût d'exploitation (€/MWh)
Eolien posé	2010 : 3 à 3,5	2010 : 150 à 170 (plutôt 200 sur AO1) 2025 : < 100
Eolien flottant	2015 : 4	2015 : 180 à 200 2020 : 150 2030 : < 100
Hydrolien	2015 : 4 à 5 2020 : 3,5	2015 : 200 à 250 2020 : 150
Houlomoteur	2015 : 4 à 5 2020 : 3,5 2030 : 2,5	2015 : 200 à 250 2020 : 150 2030 < 100
ETM	2015 : 20 2025 : 10	2015 : 400 2025 : 250 à comparer au coût du kWh sites isolés

Coût d'exploitation =

- 8 à 10% de l'investissement
 - fabrication
 - installation
 - raccordement
 - démantèlement
- 5 à 8 % de l'investissement
 - opération (navires...)
 - maintenance (pièces...)
 - assurance (2%)
- facteur de charge
 - de 30% (éolien)
 - à 90% (ETM)
- durée de vie
 - 20 ans

Source France Energies Marines

De grands acteurs industriels s'impliquent dans la filière
EDF, Alstom, AREVA, DCNS, GDF-SUEZ, TECHNIP, STX,...

Les enjeux du développement des EMR

CONSTRUIRE LA FILIÈRE INDUSTRIELLE :

Les acteurs industriels et énergétiques des filières

Les regroupements d'acteurs :

Le Havre développement (Haute Normandie)

Bretagne Pôle Naval (Bretagne)

Neopolia (Pays de la Loire)

Ecoparc de Blanquefort (Aquitaine)

Les ports se préparent (Le Havre, Cherbourg, Brest, Nantes-Saint Nazaire,...)

Les acteurs de la chaîne de valeur :

fabrication des éléments

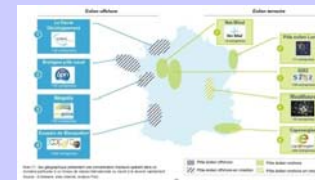
(nacelles, rotors, pales, mâts, fondations, sous-stations)

Installation et raccordement

(assemblage à quai, installation en mer, raccordement, câblage)

Maintenance

(bateaux de servitude, réparation, formation)



-> création d'emplois sur toute la chaîne : plusieurs dizaines de milliers d'ici à 2020 dans l'éolien

EXEMPLE : EOLIEN OFFSHORE - IDEM POUR LES AUTRES FILIERES Sources PriceWaterhouseCoopers, SER

Les enjeux du développement des EMR

CONSTRUIRE LA FILIÈRE INDUSTRIELLE : REDUIRE LES COÛTS besoins de recherche (en partenariat public-privé)

Environnement et société

- Impact environnemental unitaire et en parc (physique et biologique)
- Acceptabilité / usages
- Evolution de la réglementation (autorisation) - normes hygiène/sécurité - statut des travailleurs en mer
- Modèles économiques des productions d'EMR (optimisation coûts-performances),
- Valorisation des co-produits, co-activités

Levée des verrous technologiques

- Évaluation de la ressource / optimisation (dont en outre-mer)
- Tenue en mer des structures de production (outre-mer -> cyclones,...)
- Efficacité énergétique des récupérateurs
- Déploiement, maintenance (présence nécessaires d'O&M en outre-mer)
- Cycle de vie des systèmes, démantèlement
- Connexion et intégration au réseau (outre-mer -> gestion de l'intermittence...)
- Stockage de l'énergie (dont Step marines ?)
- Industrialisation des procédés de construction
 - > soutien public à la R&D
 - > centres d'essais et/ou sites de démonstration
 - > soutien aux démonstrateurs (partenariat public/privé avec acteurs industriels et énergétiques)
 - > formation
- L'IEED « France Energies Marines » doit contribuer à la levée de ces verrous avec ses partenaires



France Energies Marines : un IEED « fraîchement labélisé », une offre unique et unifiée

RECHERCHE, VALIDATION, EXPERTISE, FORMATION, ESSAIMAGE

Partenariat Public-Privé impliquant plus de 30 entreprises et 20 structures publiques regroupant l'ensemble des acteurs majeurs du secteur l'ensemble des façades maritimes métropole et outre-mer

70 chercheurs, ingénieurs, techniciens

133 M€ sur 10 ans dont 34 M€ en IA

Recherche sur verrous technologiques et non technologiques

5 sites d'essais

Centre de ressource pour la profession, formation, expertise, diffusion, émergence de start-ups



Valorisation développement industriel

Outils, Bases de données Logiciels, Brevets, Expertise

Position de leader

Source France Energies Marines

Privés

Publics

Source France Énergies Marines

L'Ifremer (Institut Français de recherche pour l'exploitation de la mer) contribue, à travers des études et des actions d'expertise, à la connaissance des océans et de ses ressources, au suivi des zones marines et côtières et au développement durable des activités maritimes.

Surveillance
Gestion de l'environnement côtier

Exploitation durable des ressources halieutiques

Recherche océanique

Ingénierie et technologie marine

gestion de la flotte océanique et des outils d'intervention sous-marine

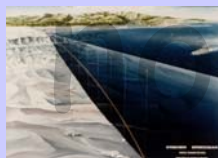
Dans ces objectifs, il conçoit et opère des outils d'observation, d'expérimentation et de suivi et des moyens d'essais. Ifremer gère la flotte de recherche océanique pour la communauté scientifique française.

235 M € - 1500 salariés - 5 centres - 72 laboratoires - 7 navires - 1 submersible - 1 ROV

Ifremer et les EMR

DATES CLÉS ET DOMAINES D'INTERVENTION

- Années 1970 : Etudes préliminaires sur l'ETM
- Années 1980 : Energies marémotrice et houlomotrice
- 1983-86 : Projet ETM à Tahiti
- Depuis 1999 : activité structurée au sein du projet EMR



- Contribuer au développement des EMR en collaborations avec les différents acteurs (nationaux et internationaux)
- Animer et participer à des groupes de travail (SG-MER, IPANEMA, GP5 d'ANCRE,...)
- Valoriser les compétences acquises dans d'autres domaines et développer de nouvelles compétences
- Participer à des projets européens (CA-OE, EQUIMAR, MARINET, INTERREG MERIFIC)
- Organiser des conférences: SeaTechWeek, ICOE 2008
- Fournir des expertises aux Ministères (environnement, industrie,...)
- Coordonner la mise en place de France Energies Marines

Ifremer et les EMR

AXES PRIORITAIRES

- * **les ressources énergétiques (implication et sollicitations)**
 - éolien en mer flottant (projet Winflo)
 - énergie des courants marins (projets Sabella, Orca, ...)
 - énergie des vagues (projets S3, Bilboquet,...)
 - énergie thermique des mers (relation avec DCNS/expertise CEF)
 - biofuels (micro-algues) (projet SHAMASH et IEED Greenstars)
- **Axes prioritaires**
 - développer les études pour l'évaluation de l'impact environnemental et socio- économique -> **expertises, protocoles, développement d'instrumentation**
 - accompagner en recherche technologique les projets industriels de démonstration (partenariats) ; -> **nombreux essais en bassins**
 - contribuer à une meilleure connaissance des potentiels exploitables des ressources énergétiques marines -> **analyses de mesures sur sites**
 - amplifier les recherches sur les biocarburants à base de microalgues
- * **3 domaines d'activités concernés : activité transversale à l'Ifremer**
 - technologie marine
 - impacts environnementaux
 - acceptabilité/conflits d'usage
- **Contributions : Etudes , R&D, Expertises**

Ifremer et les EMR
THÉMATIQUES DE RECHERCHE



- Hydrodynamique et Océano-météo
- Matériaux, ancrages, bio-fouling
- Modélisation numérique
- Essais en bassins (courant/houle; houle/vent)
- Evaluation de la ressource
- Etude de l'impact environnemental et sociétal
- Mesures sur site, instrumentation, suivi
- Evaluation de concepts, développement de protocoles



RECHERCHE PARTENARIALE

L'Ifremer est :

- membre de 4 des 5 consortiums de projets de démonstrateurs EMR co-financés par les Investissements d'Avenir
- partenaire de nombreux projets industriels en partenariats (démonstrateurs et instrumentation spécifique) (*)



(*) notamment dans le cadre de l'Institut Carnot Ifremer-EDROME

Ifremer

Pour information

Convention d'Affaires EMR THETIS 2013 à Brest



Colloque SHF EMR2013 à Brest

Energies Marines Renouvelables

9-10 Octobre 2013 à Brest

Co-organisateurs : Ifremer, EDF, France Énergies Marines



ICOE 2014 à Halifax au Canada

International Conference on Ocean Energy

28 septembre au 1er octobre 2014 à Halifax (Nova Scotia)

Ifremer est membre du Comité scientifique ICOE



Ifremer

« 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 ! »

Victor Hugo (Quatre-vingt-treize)

20 & 21 novembre 2012



« Dieu fournit le Vent, à l'Homme de hisser les voiles... »

Saint Augustin

Ifremer

Michel Paillard