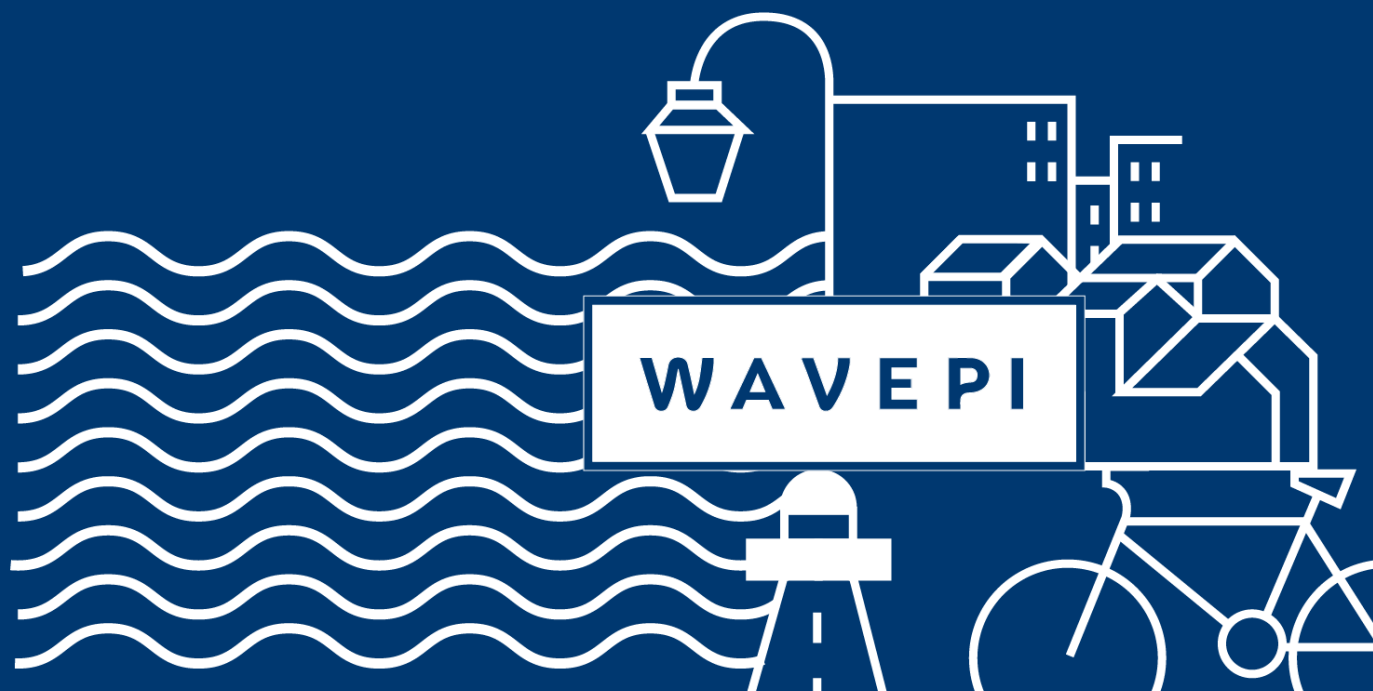


# Projet de ferme houlomotrice au large du littoral basque

Jeudi 30 mai 2024

XIX<sup>èmes</sup> Rencontres Littorales d'Anglet

Contact : [marie.zion-ext@nouvelle-aquitaine.fr](mailto:marie.zion-ext@nouvelle-aquitaine.fr)



# Le contexte général

**La Convention de Partenariat de l'Estuaire de l'Adour : outil d'aide à la décision politique des collectivités du sud-Aquitain**

WAVEPI

# Convention mise en œuvre depuis 2017



## AXE 1

Favoriser l'émergence des **énergies renouvelables marines**

### Projets houlomoteurs

- ▶ Zone Pyrénées Atlantiques (2019 - ?)
- ▶ Projet zone sud-Landes (2024 - ?)

Faisabilité d'outils de lutte contre les **déchets flottants**

**Création d'habitats** de juvéniles de poissons

**Réhabilitation écologique** d'un estran vaseux

Lutte contre les **espèces envahissantes terrestres**

Etude des **rejets des exutoires**

Connaissances flux de nutriments - **qualité de l'eau**

## AXE 2

Améliorer les connaissances du milieu estuarien et **mener des actions concrètes**

# Convention mise en œuvre depuis 2017



## AXE 1

Favoriser l'émergence des **énergies renouvelables marines**

### Projets houlomoteurs

- ▶ Zone Pyrénées Atlantiques (2019 - ?)
- ▶ Projet zone sud-Landes (2023 - ?)

Pourquoi travailler sur l'émergence des filières Energies renouvelables (EnR) ?

Pourquoi travailler sur la houle ?

## AXE 2

Améliorer les connaissances du milieu estuarien et mener des actions concrètes

Faisabilité d'outils de lutte contre les déchets flottants

Création d'habitats de juvéniles de poissons

Réhabilitation écologique d'un estran vaseux

Lutte contre les espèces envahissantes terrestres

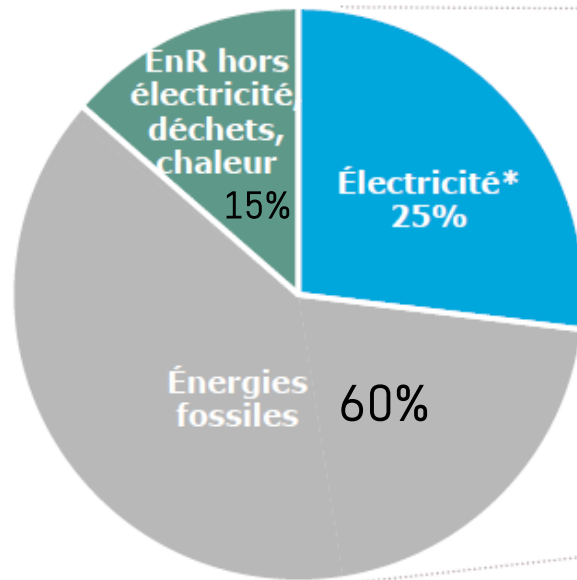
Etude des rejets des exutoires

Connaissances flux de nutriments - qualité de l'eau

# 1

## Consommation de l'énergie en France - Constat

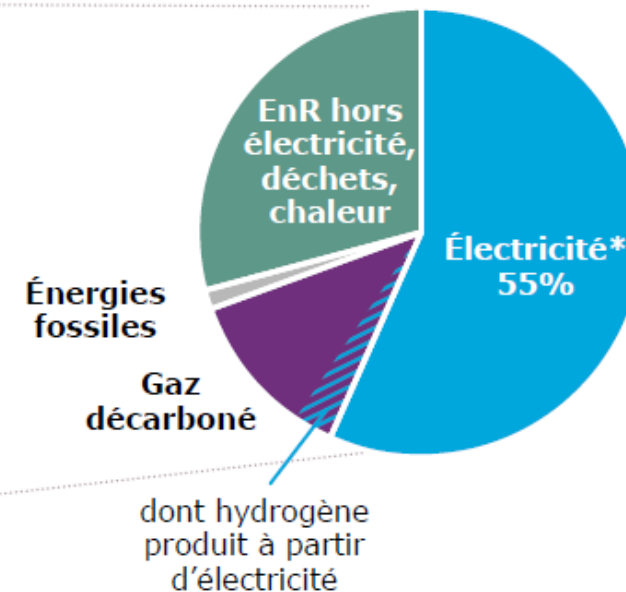
Aujourd'hui  
**1 600 TWh**  
d'énergie consommée



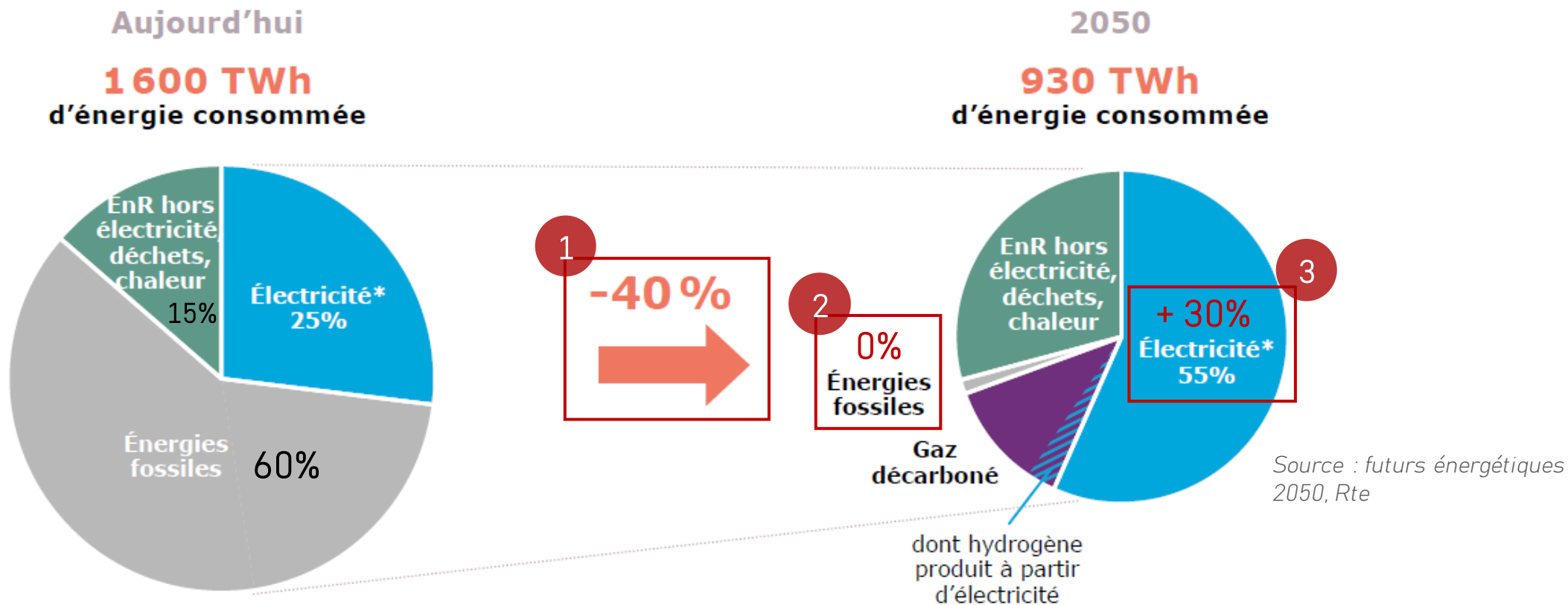
**-40%**



2050  
**930 TWh**  
d'énergie consommée



# 1 Consommation de l'énergie en France : objectif 2050



- 1 **Sobriété énergétique**: baisser la consommation de l'énergie de 40% en 25 ans
- 2 **Diminution des énergies fossiles**: arrêt total de l'utilisation des énergies fossiles en 25 ans
- 3 **Augmenter la part des EnR**: augmenter massivement (+30%) la part de production d'EnR

# 1

## Politiques publiques : les plans locaux

Comment y parvenir localement ?



Communauté d'Agglomération  
Pays Basque (CAPB)



### PLAN CLIMAT - 2050

- BAISSER DE 56% LES ÉMISSIONS TOTALES DE GAZ À EFFET DE SERRE DES ACTIVITÉS DU TERRITOIRE
- RÉDUIRE DE 49% LES CONSOMMATIONS ÉNERGÉTIQUES DU PAYS BASQUE
- **COUVRIR 100%** DES BESOINS ÉNERGÉTIQUES PAR UNE **PRODUCTION D'ÉNERGIE RENOUVELABLE**



RÉGION  
**Nouvelle-  
Aquitaine**



Région Nouvelle-Aquitaine (RNA)

### FEUILLE DE ROUTE NEO TERRA - 2050

- RÉDUCTION DE L'IMPACT DES ACTIVITÉS HUMAINES SUR L'ENVIRONNEMENT
- **COUVRIR 100%** DES BESOINS ÉNERGÉTIQUES PAR UNE **PRODUCTION D'ÉNERGIE RENOUVELABLE**

# 2

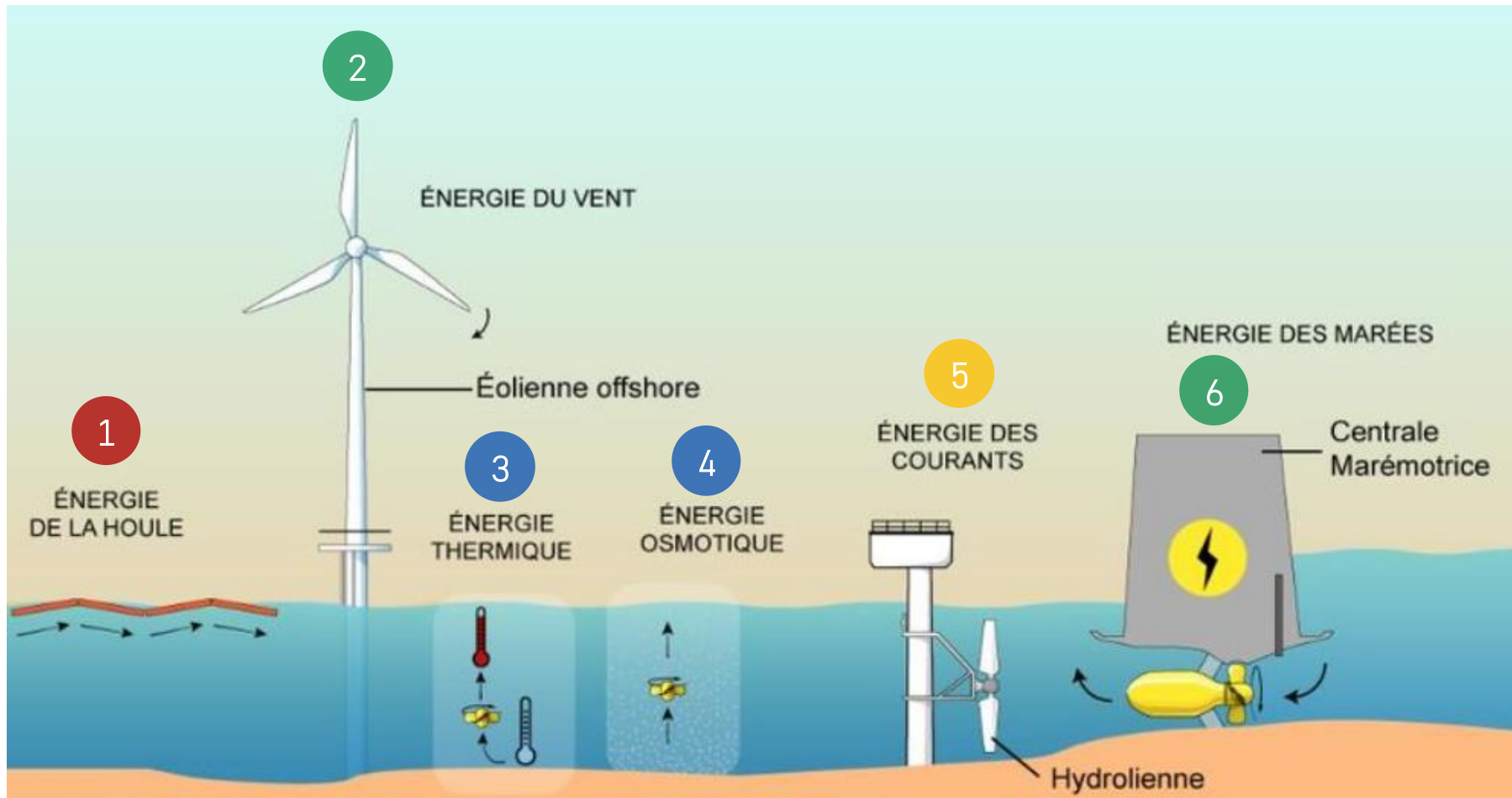
## EnR - Les énergies renouvelables : définition

La loi [ecologie.gouv.fr/energies-renouvelables](http://ecologie.gouv.fr/energies-renouvelables) :

« Les énergies renouvelables (EnR) sont alimentées par le soleil, le vent, la chaleur de la terre, les chutes d'eau, les marées... Elles permettent de produire de l'électricité, de la chaleur, du froid, du gaz, du carburant, du combustible ».

**EMR** (énergie marine renouvelable)

- Stade laboratoire
- Stade démonstrateur
- Stade ferme pilote
- Stade mature





## 2

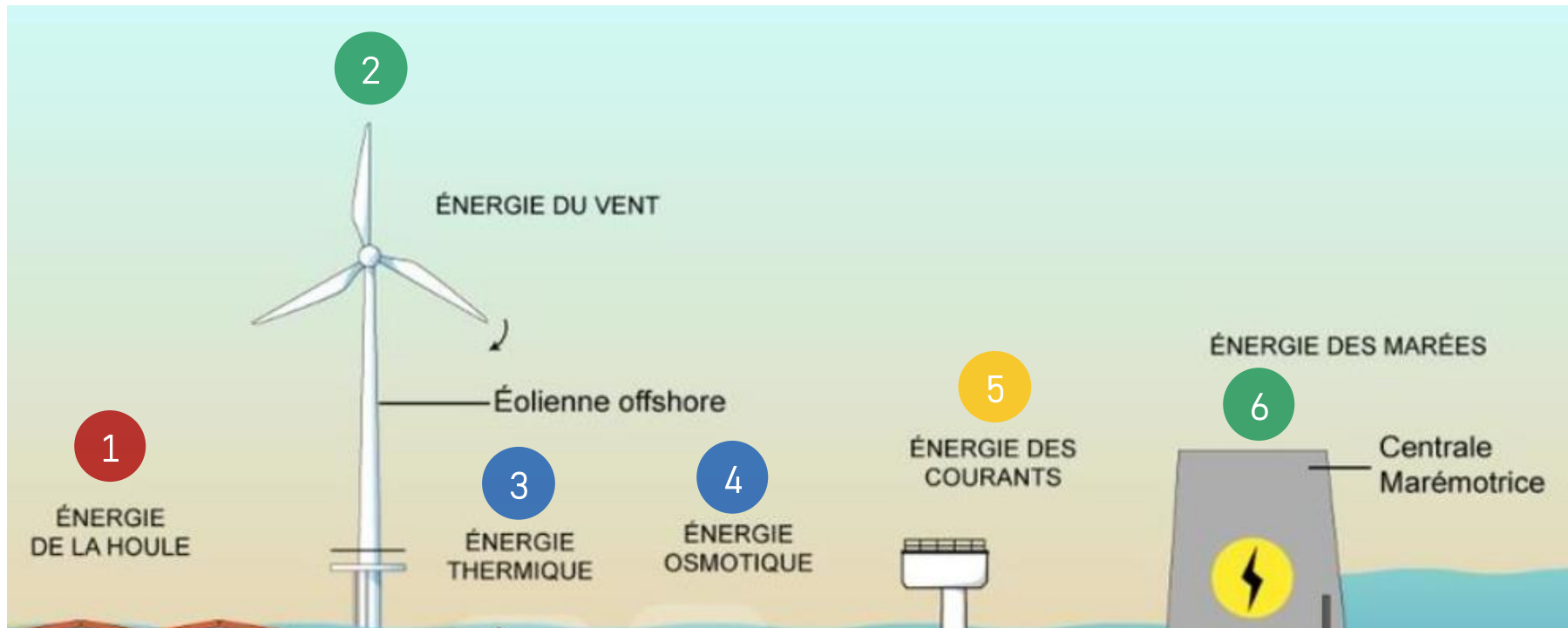
# EnR - Les énergies renouvelables : définition

La loi [ecologie.gouv.fr/energies-renouvelables](http://ecologie.gouv.fr/energies-renouvelables) :

« Les énergies renouvelables (EnR) sont alimentées par le soleil, le vent, la chaleur de la terre, les chutes d'eau, les marées... Elles permettent de produire de l'électricité, de la chaleur, du froid, du gaz, du carburant, du combustible ».

## EMR

- Stade laboratoire
- Stade démonstrateur
- Stade ferme pilote
- Stade mature



Problème : les EnR et EMR ne sont pas exploitables sur tout le territoire. Il faut en avoir le gisement brut

# 2

## Les EMR disponibles pour le territoire sud-aquitain

Projets éoliens en mer en développement sur les façades maritimes françaises à l'horizon 2030



Focus sur l'éolien offshore à l'issue du débat DSF et planification maritime de l'éolien en France

- ▶ Présence de zones militaires dans les Landes
- ▶ Vitesse de vents trop faibles à l'année (moy < 6,5 m/s – services de l'Etat)

Pas de gisement éolien, marémoteur, hydrolien, thermique

EMR au gisement brut important (70 TWh/an) énergie de la houle

Source : Etude ARTELIA – GIP littoral aquitain, 2012

# Descriptif des études menées sur le territoire

WAVEPI

# L'identification et l'approfondissement du potentiel

2012

GIP Littoral Aquitain / ARTELIA

2014

Région Nouvelle-Aquitaine et la CAPB

2017



## La 1<sup>e</sup> étude :

Etude du potentiel en énergies marines renouvelables sur la façade atlantique :

- Identification d'un fort potentiel houlomoteur dans le sud aquitain (Landes et Pyrénées-Atlantiques)
- Capacité favorable d'accueil d'une filière par le Port de Bayonne (logistique et maintenance)

**WAVEPI**

## Des études complémentaires :

- 2014 : Positionnement stratégique de la filière
- 2014 : Etude juridique sur le portage d'un projet houlomoteur
- 2015 : Projets WAKE : une ressource houlomotrice disponible
- 2016 : Identification de zones propices à l'installation d'un site de production d'électricité houlomotrice

Confirmation de la volonté du territoire à s'engager sur un projet de production d'énergie houlomotrice et à approfondir l'opportunité d'une ferme de production commerciale

Signature de la Convention de partenariat de l'estuaire de l'Adour entre la Région et la CAPB

→ Partenariat d'innovation pour poursuivre les études de faisabilité (2019 - 2023)



# La gouvernance du Partenariat d'Innovation

*Etude des conditions de faisabilité d'une ferme pilote houlomotrice dans le sud-Aquitain*  
→ **Objectif** : sonder le domaine maritime afin de mettre en avant des zones optimales pour la filière houlomotrice

- Mise en œuvre entre 2019 et mars 2023
- Budget : 1,25 millions €
- Un projet unique porté par des collectivités sur le territoire français



- Maître d'ouvrage du projet
- Finance 25% du projet
- Soit environ 312 000 € TTC
- Ses élus sont représentés au Comité de pilotage



RÉGION  
**Nouvelle-  
Aquitaine**

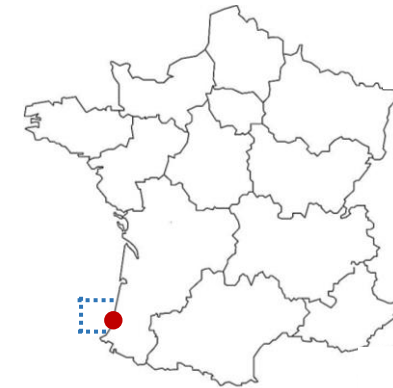
- Finance 75% du projet via les Fonds européens
- Soit environ 935 000 € TTC
- Ses élus sont représentés au Comité de pilotage



UNION EUROPÉENNE

Fonds européen de  
développement régional

# Le déploiement du partenariat d'innovation – Phasage de l'étude



## Le groupement lauréat du PI



## Le contenu du PI

● 09/2019 – 07/2021

1

Volet 1 : Phase « Recherche et Développement »

Point clé

Choix d'une zone de 2 km<sup>2</sup> et de son fuseau de câblage sur le domaine maritime 40 et 64

Méthode : Planification Spatiale Marine (PSM) = minimiser les contraintes sur une zone

● 08/2021 – 03/2023

2

Volet 2 : Phase « Acquisition »

Point clé

Certifier ou réfuter le résultat de la PSM par 1 année de campagnes de mesures sur la zone et le périmètre du fuseau de câblage = Etat zéro

● 2020 – 2023

3

Volet transverse : Technologies houlomotrices

Recensement et mises à jour de toutes les technologies houlomotrices existantes et adaptation à la zone sélectionnée

Point clé

Diversité importante, emprise visuelle maximum de 20 m

## 1

# Volets 1 & 2 – sélection de la zone et acquisition

*PSM : 5 familles étudiées pour minimiser l'impact sur le domaine maritime*

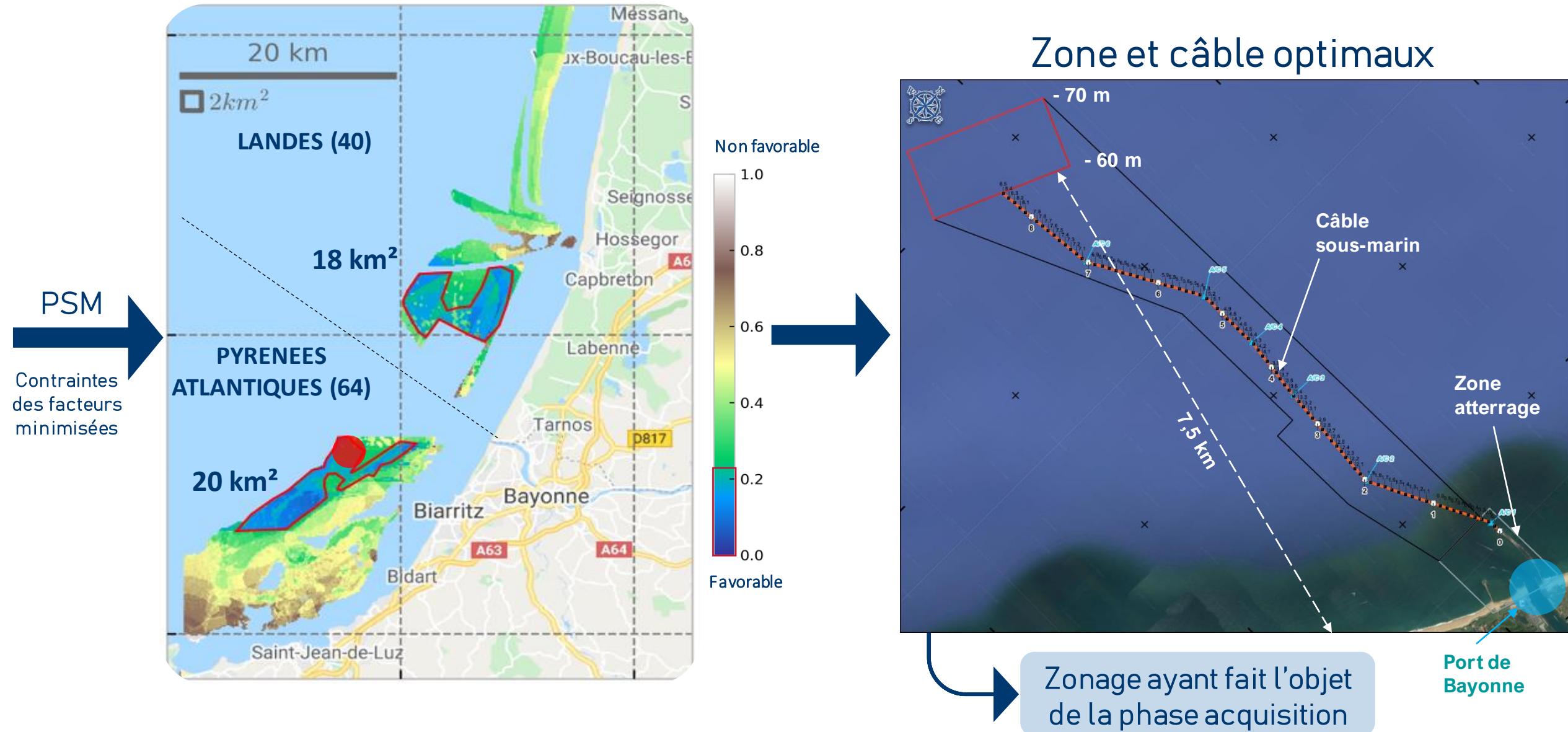
Famille	Critères (x18)
Caractérisation physique de la ressource	Potentiel énergétique
Contraintes environnementales	Indice de vulnérabilité faune marine Zones protégées (dont N2000) Impact sur dynamique océanographique physique Impact écosystème benthique
Contraintes d'usages	Pêche professionnelle Plaisance-loisirs (pêche, plongée etc.) Pratique surf Impact visuel Collecte déchets en mer
Contraintes maritimes	Zones usages portuaires Zones usages militaires Câble France-Espagne Transport maritime
Contraintes techniques et économiques	Coûts d'installation du câble Coûts d'installation de la ferme Coûts de maintenance de la ferme

*Données sources collectées ou achetées*

1

# Volets 1 & 2 – sélection de la zone et acquisition

PSM : 5 familles étudiées pour minimiser l'impact sur le domaine maritime





1

# Volets 1 & 2 – sélection de la zone et acquisition

*Zoom sur les analyses et impacts environnementaux*

1

## Planification spatiale marine (volet 1)

### Ont été exclus de l'étude :

- Les zones Natura 2000 et autres zones protégées
- Les zones de forte densité de la faune et avifaune marine
- Les couloirs de migration des mammifères et cétacés marins (ex : le Gouf de Capbreton)
- Les zones rocheuses colonisées

### Ont été intégrés à l'étude :

- Les zones minimisant les impacts sur le benthos et le pelagos

2

## Vérifications et analyses lors des campagnes de mesures (volet 2)

### Ont été analysés pendant les campagnes (1 an) :

- Le bruit ambiant (acoustique sous-marine)
- La biodiversité actuelle de toute la chaîne trophique (plankton aux prédateurs supérieurs) sur 4 saisons
- Suivi piscicole à bord des navires de pêche
- Prélèvements d'eau et de sédiments

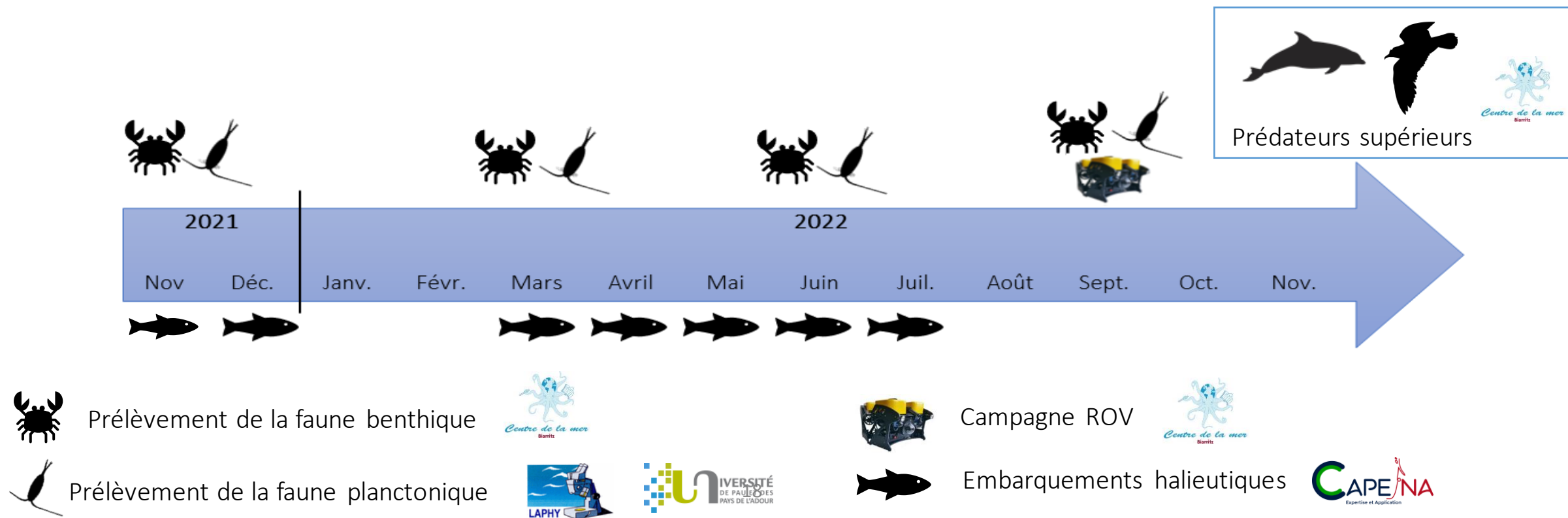
→ = Etat des lieux et pré-étude d'impact environnemental

# 1 Acquisition biodiversité

## OBJECTIFS

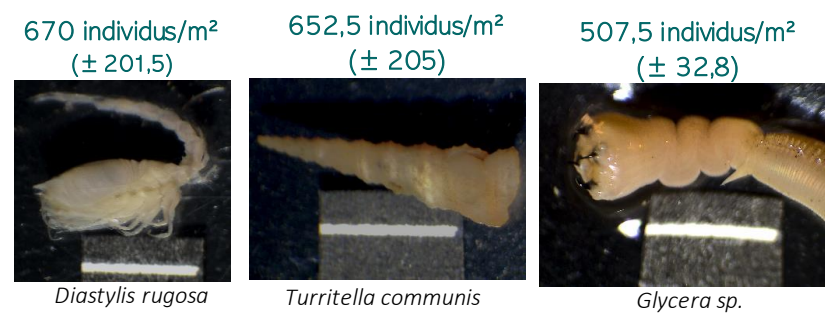
Caractériser la biodiversité dans la zone d'étude afin de répondre aux attentes du futur projet d'implantation d'une ferme houlomotrice

- Approche globale de la chaîne trophique : Planctons (phyto et zoo) → Faune benthique → Poissons → Oiseaux et mammifères marins
- Mise en œuvre de protocoles de mesures standardisés et facilement reproductibles

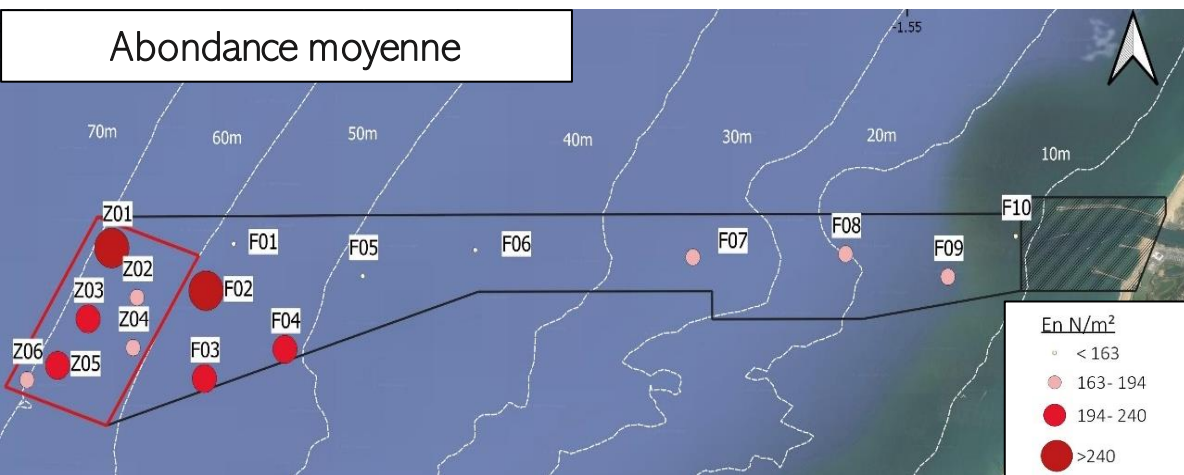
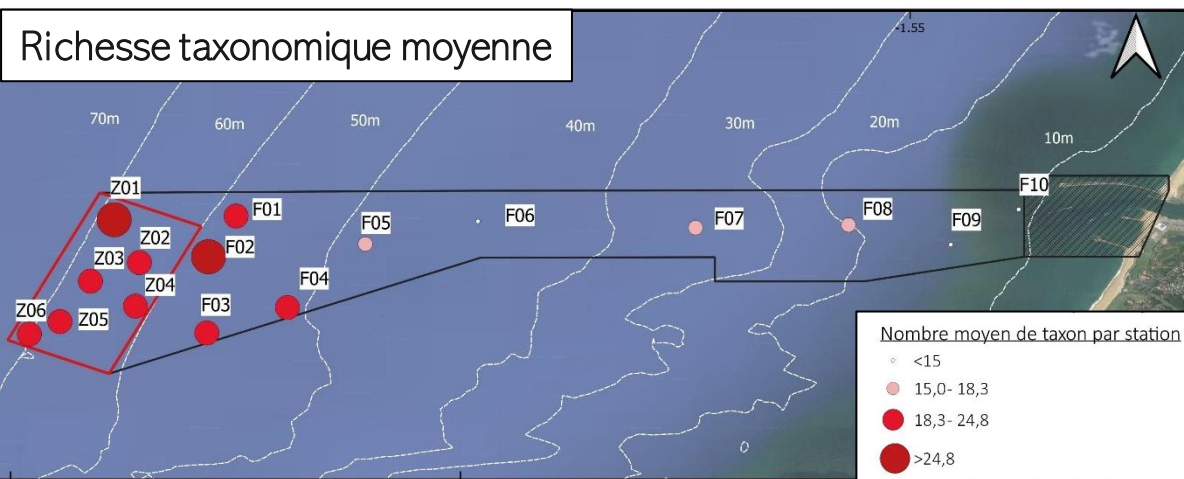


# 1 Acquisition biodiversité

## RESULTATS : FAUNE BENTHIQUE



210 jours de récolte, tri et identification



- Gradient croissant d'abondance et de diversité taxonomique : **côte** → **large**
- Zone de production est la **plus diversifiée** (plus fortes abondances et biomasse la plus élevée)
- **Dominance d'une vingtaine de taxons** qui composent 70% des abondances
- Qualité écologique M-Ambi avec un état « **bon** » à « **très bon** »
- Visibilité mauvaise sur partie rocheuse (<1m) qui est peu colonisée.
- Observations sous-marins des zones vaseuses et sableuses



# 1 Acquisition biodiversité

## RESULTATS : FAUNE & FLORE PLANCTONIQUE

- Variations saisonnières
- Pas de bloom (efflorescence) planctonique durant l'étude
- Gradient croissant de richesse taxonomique (espèces marines) et décroissant d'abondance côte-large
- Production primaire du phytoplancton liée à l'Adour favorise le développement de la production secondaire zooplanctonique
- Phycotoxines : faibles effectifs, cohérents avec les résultats récents de la DCE

~ 30  
dinoflagellés

20 diatomées

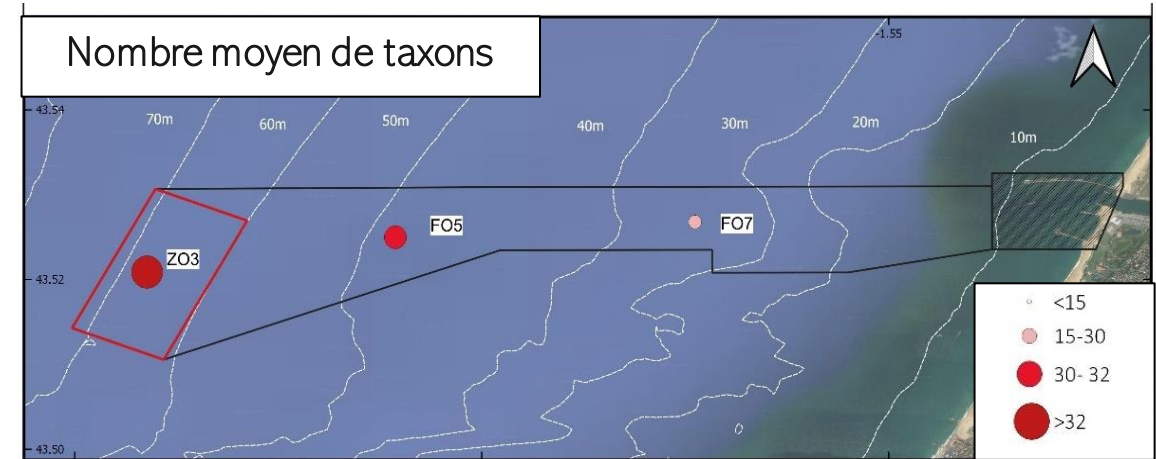
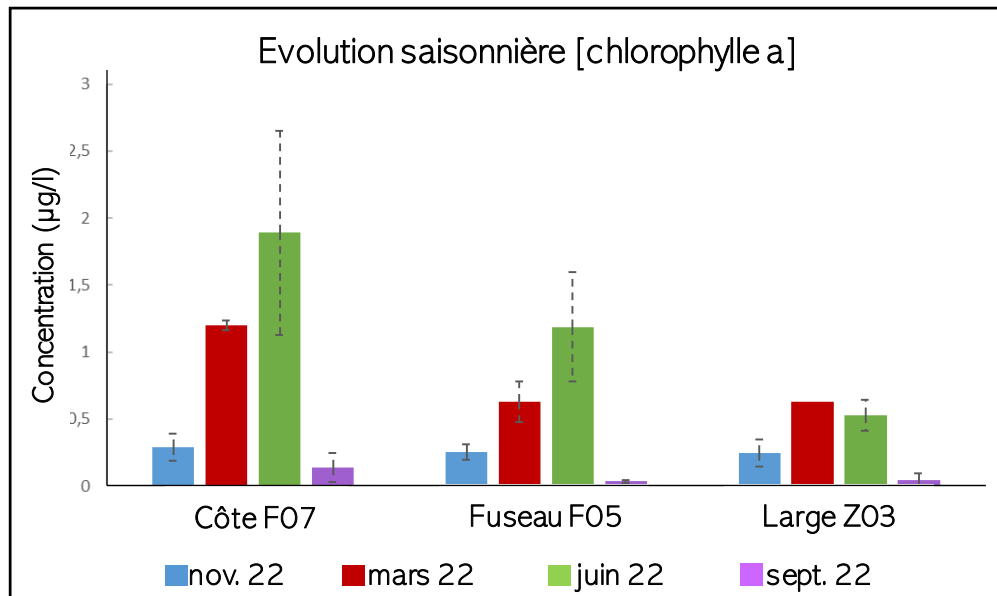
~ 50 taxons  
phytoplancton

~ 60 taxons  
zooplancton

31 espèces  
copépodes

17 espèces  
cladocères

OÛfs et larves  
de poissons



# 1 Acquisition biodiversité

## METHODOLOGIE & RESULTATS : RESSOURCES HALIEUTIQUES

Méthodologie en 3 approches :

- Analyse bibliographique
- Analyse des bases de données existantes : CRPMEM et SIPA
- Embarquement sur zone sur des navires de – 10m

Secteur côte basco-landaise et estuaire de l'Adour - plusieurs rôles :

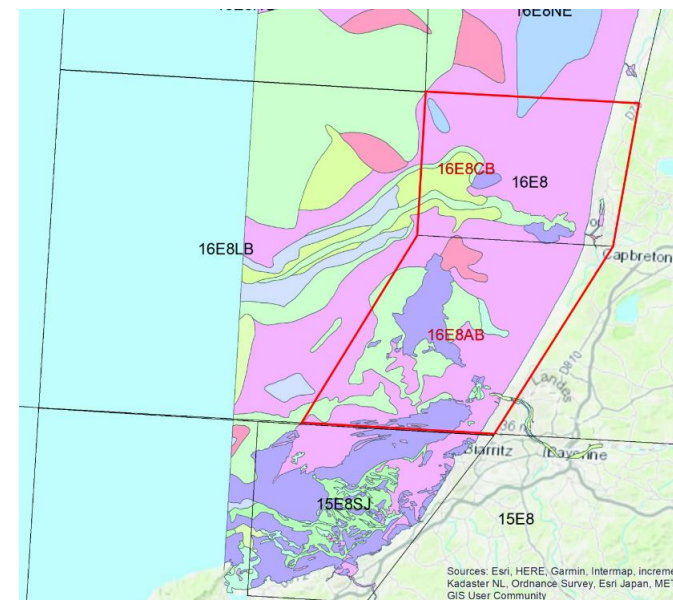
- Frayères : anchois, dorade royale, bar commun
- Nourricerie (élevage des alevins) : sole commune, rouget, turbot
- Alimentation : merlu, maigre
- Couloir de migration : saumon atlantique, truite de mer, grande alose, alose feinte, thon rouge, thon germon, bonite

Données historiques 2009-2021

- 106 espèces
- 50% des marées par filets, 42% palangres et 6% casiers
- 4 espèces de la Directive « Habitats-Faune-Flore » (amphihalins)

Données d'embarquement entre nov. 21 et juil. 22

- 7 marées - 20 opérations de pêche
- Richesse spécifique : 36 espèces



Observateur embarqué

1

# Volets 1 & 2 – sélection de la zone et acquisition

*Zoom sur l'étude de la coactivité des usages*

1

## Planification spatiale marine (volet 1)

### Ont été exclus de l'étude :

- Les chenaux de navigation et trafic maritime
- Les zones militaires
- Les zones préférentielles de plaisance
- Les zones de collecte des déchets (Kosta Garbia)
- Des zones de pêche

2

## Outils produits pendant la seconde phase (volet 2)

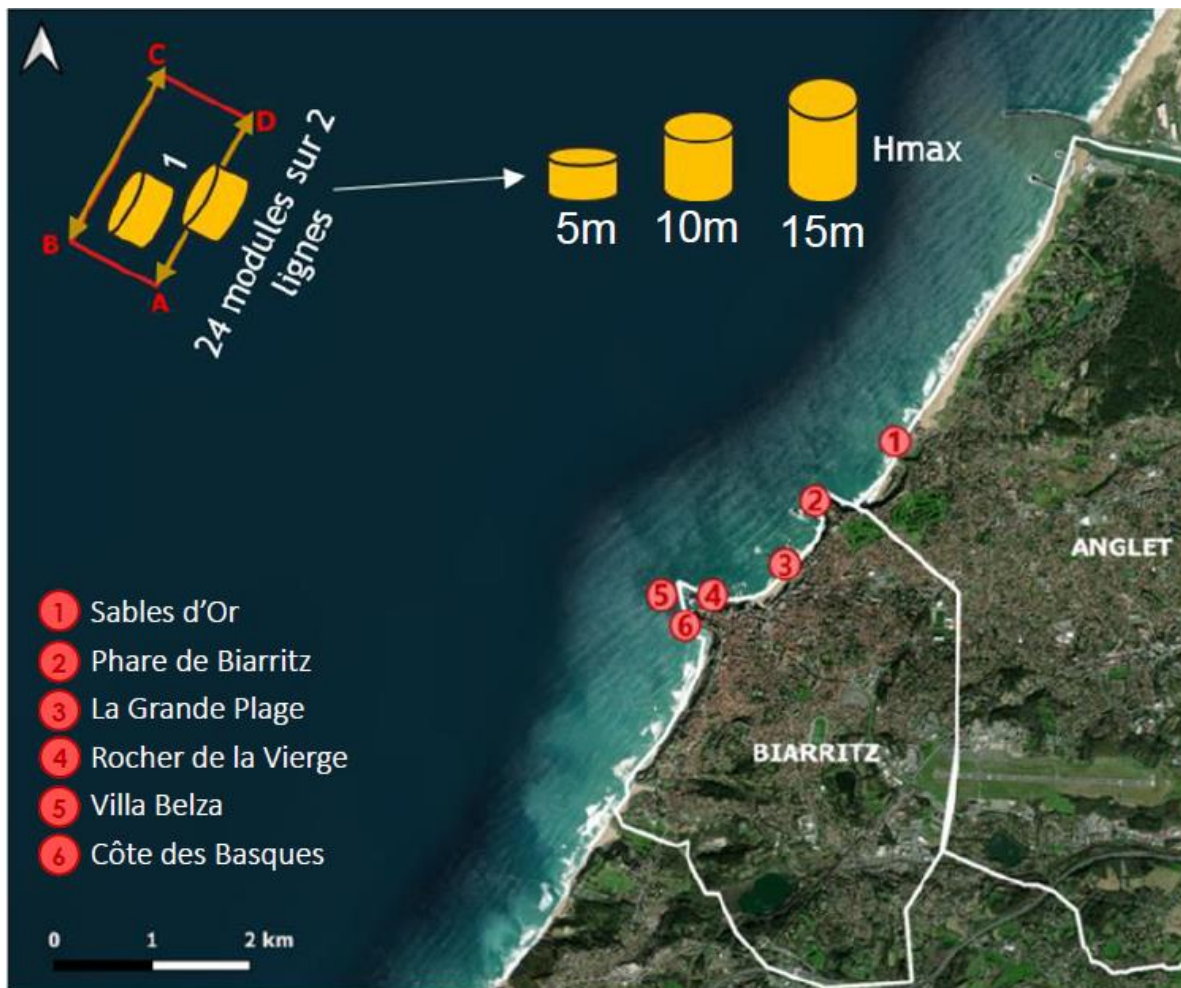
### Ont été produits :

- Un rapport d'une analyse socio-économique (SFE)
- Modélisation de l'impact visuel d'une ferme fictive émergée
- Modélisation de l'impact sur la hauteur de la houle

→ = Outils d'aide à la décision

# 1 Evaluation de l'impact visuel d'une ferme houlomotrice

Modéliser l'impact visuel par photomontages 3D de jour et de nuit selon 3 hauteurs de technologies et deux configurations de ferme



Choix de la vision la plus contraignante possible

# EXTRAITS DE PHOTOMONTAGES – PHARE DE BIARRITZ

24 modules (60m x 20m) de 10 m de haut



10 modules (20m x 20m) de 5 m de haut





## EXTRAITS DE PHOTOMONTAGES – PLAGE SABLES D'OR – ANGLET

24 modules (60m x 20m) de 10 m de haut

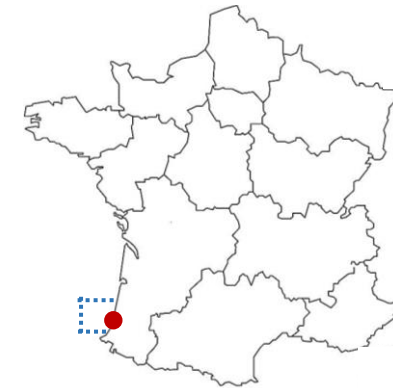


10 modules (20m x 20m) de 5 m de haut



**WAVEPI**

# Le déploiement du partenariat d'innovation – Phasage de l'étude



## Le groupement lauréat du PI



## Le contenu du PI

Filière pas commercialisée

● 09/2019 – 07/2021

1

Volet 1 : Phase « Recherche et Développement »

Point clé

Choix d'une zone de 2 km<sup>2</sup> et de son fuseau de câblage sur le domaine maritime 40 et 64

Méthode : Planification Spatiale Marine (PSM) = minimiser les contraintes sur une zone

● 08/2021 – 03/2023

2

Volet 2 : Phase « Acquisition »

Point clé

Certifier ou réfuter le résultat de la PSM par 1 année de campagnes de mesures sur la zone et le périmètre du fuseau de câblage = Etat zéro

● 2020 – 2023

3

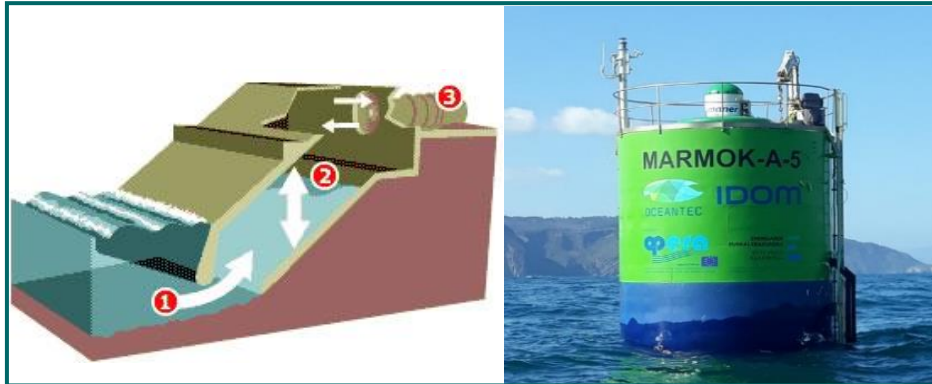
Volet transverse : Technologies houlomotrices

Recensement et mises à jour de toutes les technologies houlomotrices existantes et adaptation à la zone sélectionnée

Point clé

Diversité importante, emprise visuelle maximum de 20 m

3 FAMILLES PRINCIPALES

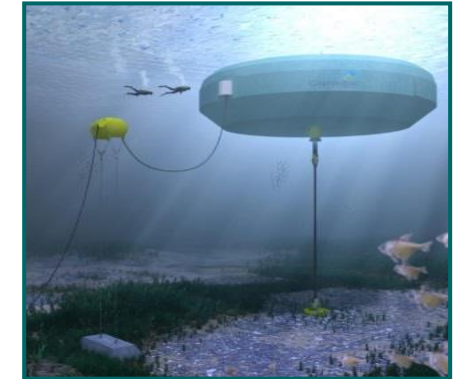


Colonnes d'eau oscillantes



Flotteurs

Hauteur max : 20 m



Systèmes immergés

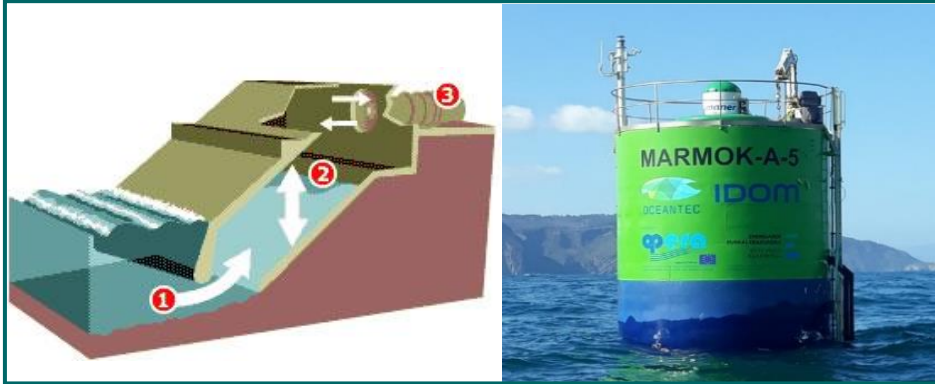
Niveau de maturité :

TRL (Technology Readiness Level)	Etape
2 - 3	Conception
4 - 5	Test en bassin
5 - 7	Test en mer
7 - 8	Démonstration full scale en mer
8 - 9	Ferme pilote

Peu représentées car pas de technos encore commercialisées.

# 363 TECHNOLOGIES INTERNATIONALES RECENSÉES AU DÉBUT DU PROJET (2020)

## 3 FAMILLES PRINCIPALES

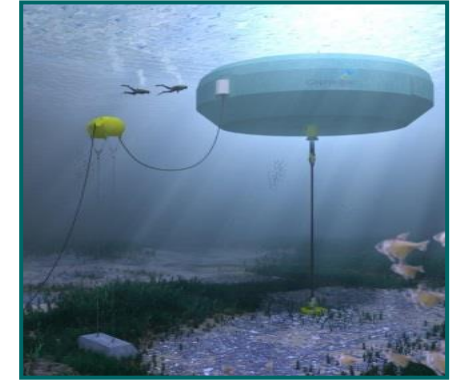


Colonnes d'eau oscillantes



Flotteurs

Hauteur max : 20 m



Systèmes immergés

Suivi et contact  
d'une 20<sup>aine</sup> de  
constructeurs

### Filtres imposés

- > Réversibilité si échec
- > Capacité de mise en veille en cas de tempête
- > Ancrage favorisant le développement faune/flore
- > Impacts environnementaux minimisés
- > Hauteur émergée < 10 m

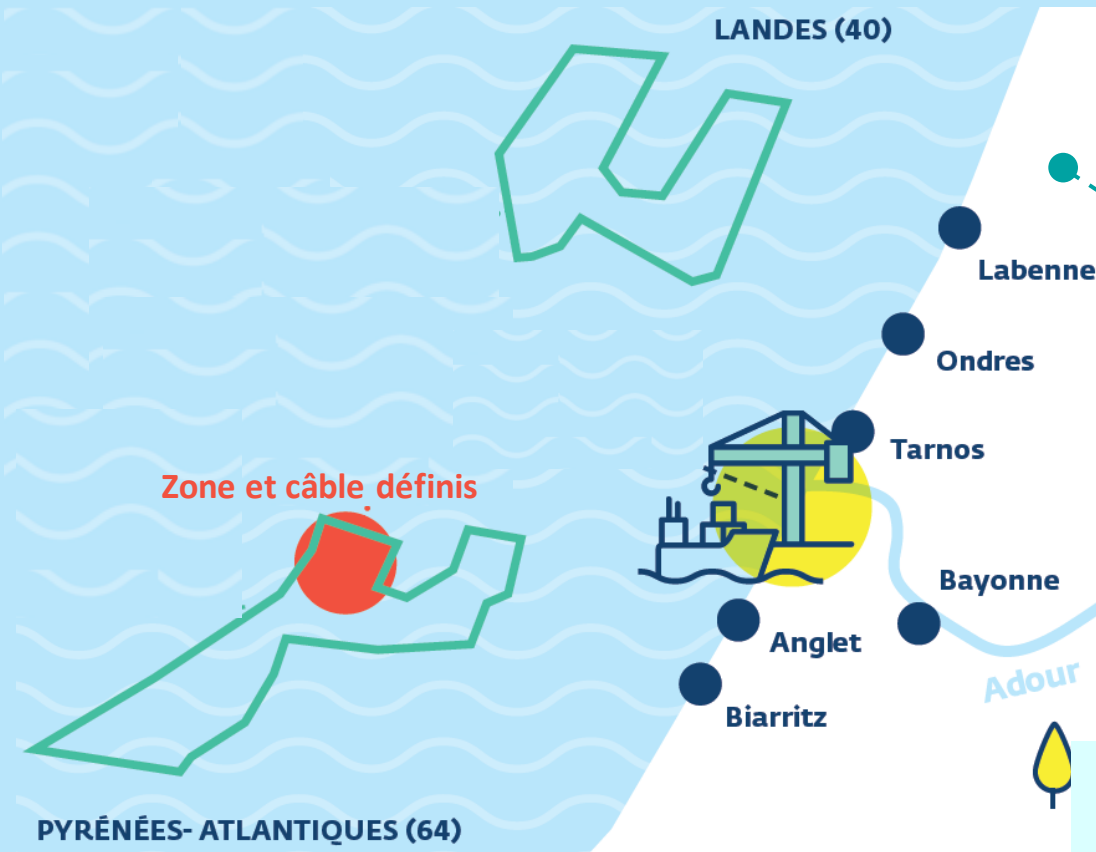
### 1<sup>ères</sup> données techniques (étude de cas)

- > Puissance : entre 5 et 390 MW (moy = 90 MW)
  - > Production moyenne annuelle estimée (facteur de charge = 25%) : 195 GWh
- Pour le territoire CAPB :
- > Besoin en électricité = 1700 GWh/an
  - > En moyenne, ± 10 % couvert sur 2 km<sup>2</sup>

# Perspectives d'évolution et freins au développement

WAVEPI

# Etat actuel : site et câble sous-marin définis



## Etat à mi-2023

- > Zone aux impacts minimisés et favorable au développement de projets houlomoteurs
- > Etat 0 analysé : 1 an de mesures sur la zone et le fuseau du câble sous-marin
- > Suivi et contacts des **constructeurs de technologies** les plus matures
- > Etude juridique : future structure
- > Etude exploratoire RTE lancée
- > Nombreux échanges avec l'Etat
- > Acceptabilité et **dialogue territorial engagé depuis 2021**

✓ Identifier des espaces prioritaires en conciliant avec les autres usages

✓ Intégration des contraintes spatiales

✓ Etude de l'état du milieu marin

*Objectifs issus du dossier des Maitres d'Ouvrage (2023) – Débat DSF*

- ✓ Apparaître comme solution alternative à l'éolien en mer pour la production d'EMR (Chapitre 3.3 du DMO) pour atteindre l'objectif visé en 2050,
- ✓ Avoir accès à des soutiens financiers

« La potentielle décorrélation temporelle entre deux exercices de planification peut parfois mener à des incohérences et des difficultés de mise en œuvre » - CRE (Commission de Régulation de l'Energie)

## Aspect technologique

Suivi de la maturité des technologies françaises et européennes

- Démonstration à l'échelle 1:1 des technologies
- Réponse commune à des Appels à projets (AAP) démonstrateur
- 1ères données in situ techniques

## Aspect réglementaire

Contact avec les services de l'Etat depuis 2022 (DML, DREAL, DIRM, DGEC etc.)

- Autorisation d'Occupation Temporaire (AOT) terrestre poste de livraison
- Etude d'impact - 1,5 ans
- Autorisation loi sur l'eau - 1,5 à 3 ans
- AOT/concession du DPM - 1,5 à 3 ans
- Enquêtes publiques

## Aspect juridique

Etude juridique (2024) – Portage et exploitation d'une ferme houlomotrice : quelles structures ?

- Co-portage par des collectivités publiques ?
- Exercice de la compétence production EMR ?
- Exercice d'une compétence sur le domaine maritime de l'Etat ?
- Introduction d'investisseurs privés ?

## L'énergie houlomotrice dans la loi

Travail actif sur l'intégration au DSF, PPE, loi Energie Climat etc. pour avoir accès aux soutiens de l'Etat auprès de la DGEC (Direction Générale Energie Climat)

- Energie encore considérée comme R&D
- Pas soumise aux procédures de mise en concurrence (Appels d'Offre - AO)
- Pas soumise au soutien de guichet ouvert (obligation d'achat ou complément de rémunération)

## Aspect raccordement

Etude exploratoire RTE (2024), remontée du gisement du projet, révision du schéma S3REnR (2024 - 2026)

- Raccordement estimé à 2032

## Soutiens développement projets EMR

1- Etudes de faisabilité (soutiens régionaux)  
2- Démonstrateurs (court terme) – DGEC/ADEME/AAP  
3- Commercial (long terme) – Appels d'offre de l'Etat

- Etude de faisabilité déjà faite – **Valorisation de nos études**
- Candidature à des AAP démonstrateur en cours (3 à 5M€)
- D'ici 2030, espoir d'un AO (100aines M€)

**WAVEPI**



# ANNEXES



# Détail des études menées – Phase acquisition

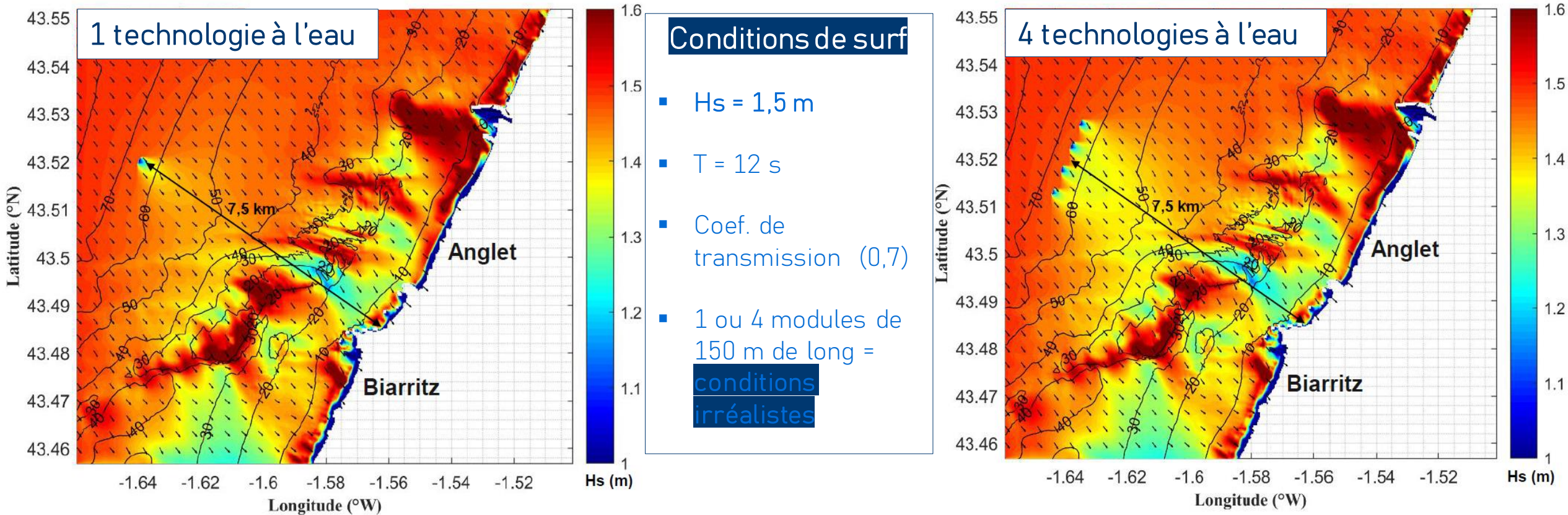
WAVEPI

1

# Evaluation de l'impact d'une ferme houlomotrice fictive sur la hauteur de la houle



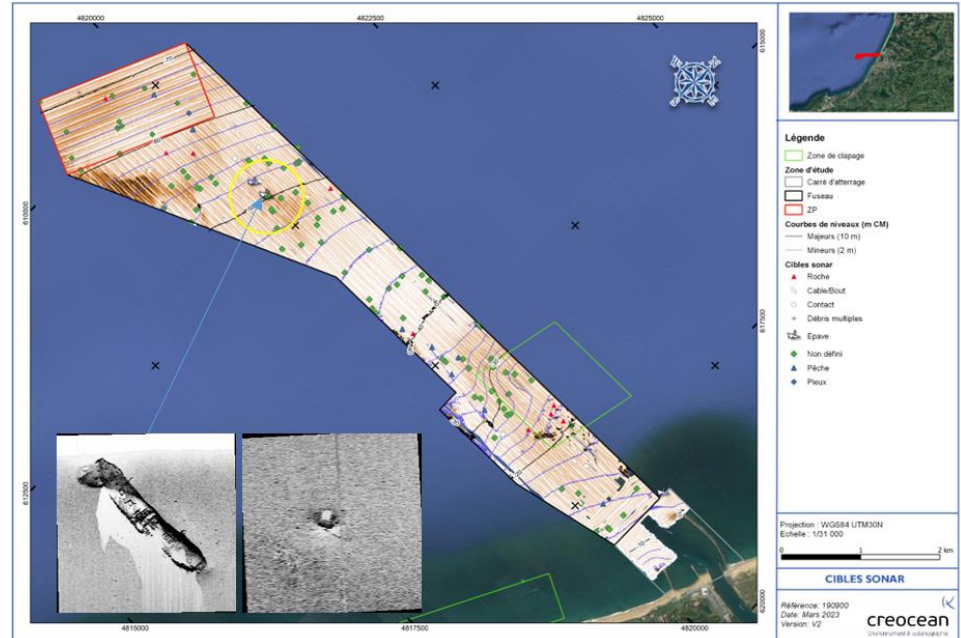
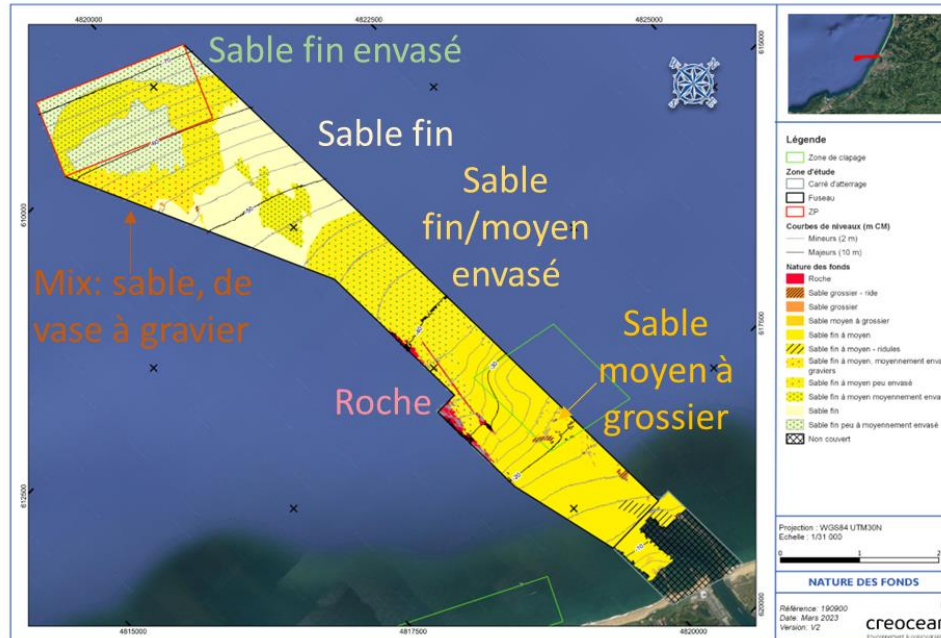
Modéliser l'impact d'une ferme fictive sur la zone selon deux conditions de houle et deux configurations de ferme



*Impact maximum = - 1,5 cm sur la hauteur de la vague*

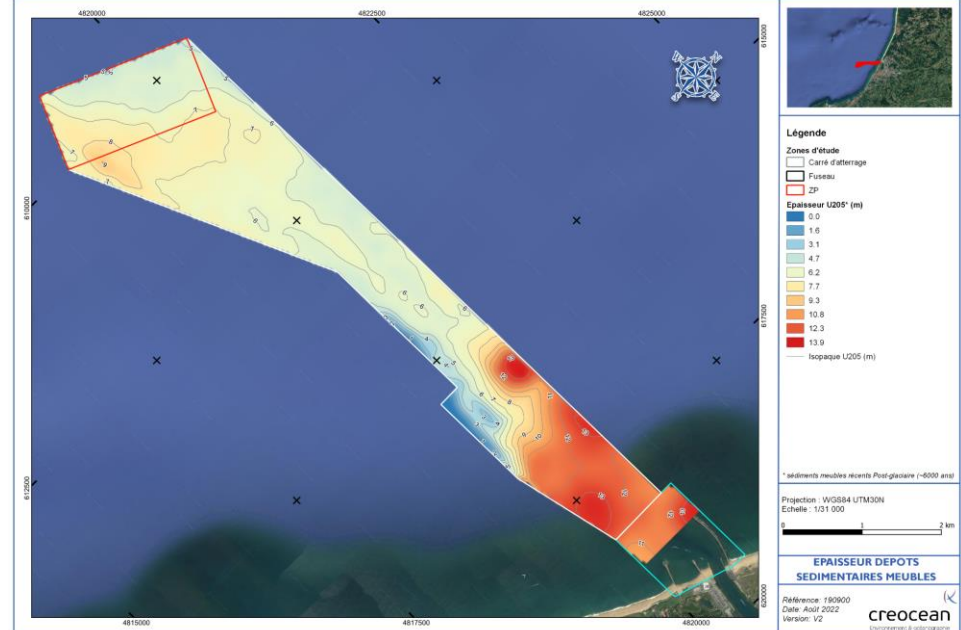
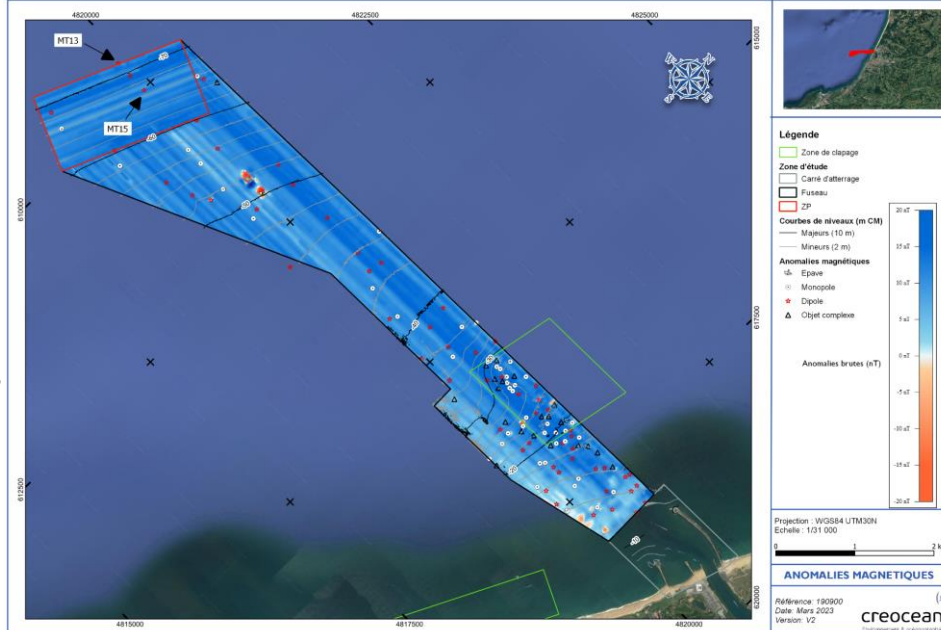
# 1 : Nature du fond marin, géologie

Description des fonds superficiels



Détection d'objet sur les fonds superficiels

Détection d'anomalies magnétiques (présence de câbles, épaves, etc.)



Caractérisation du sous-sol dont l'épaisseur sédiment meuble au-dessus du toit du substratum rocheux

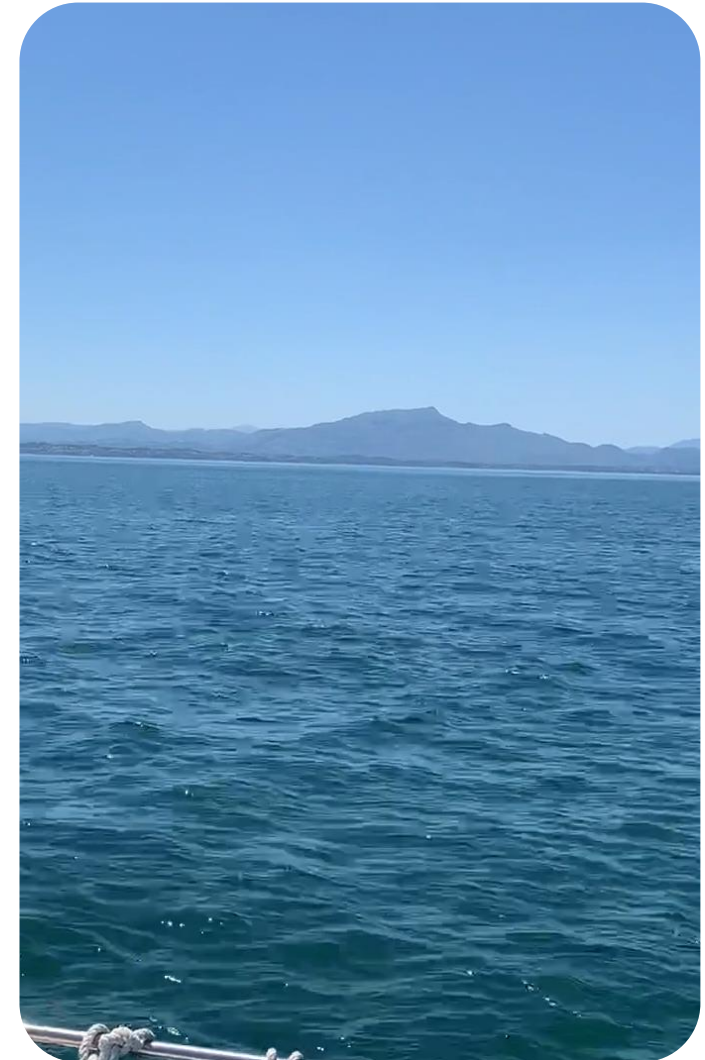
## 2 : Acoustique sous-marine

### OBJECTIFS

Connaître l'ambiance acoustique du site pour mieux caractériser les dispositifs mis en place :

- Répartition temporelle et spatiale de sons impulsifs haute fréquence, basse fréquence et moyenne fréquence
- Son continu basse fréquence

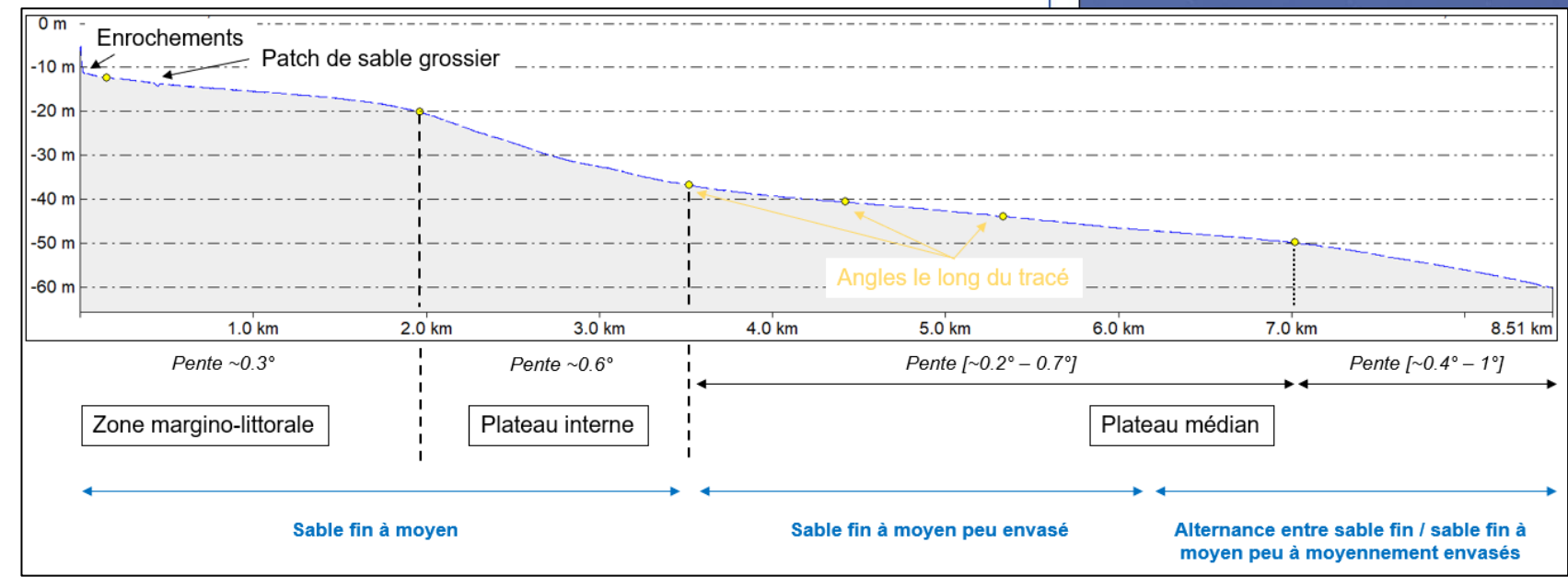
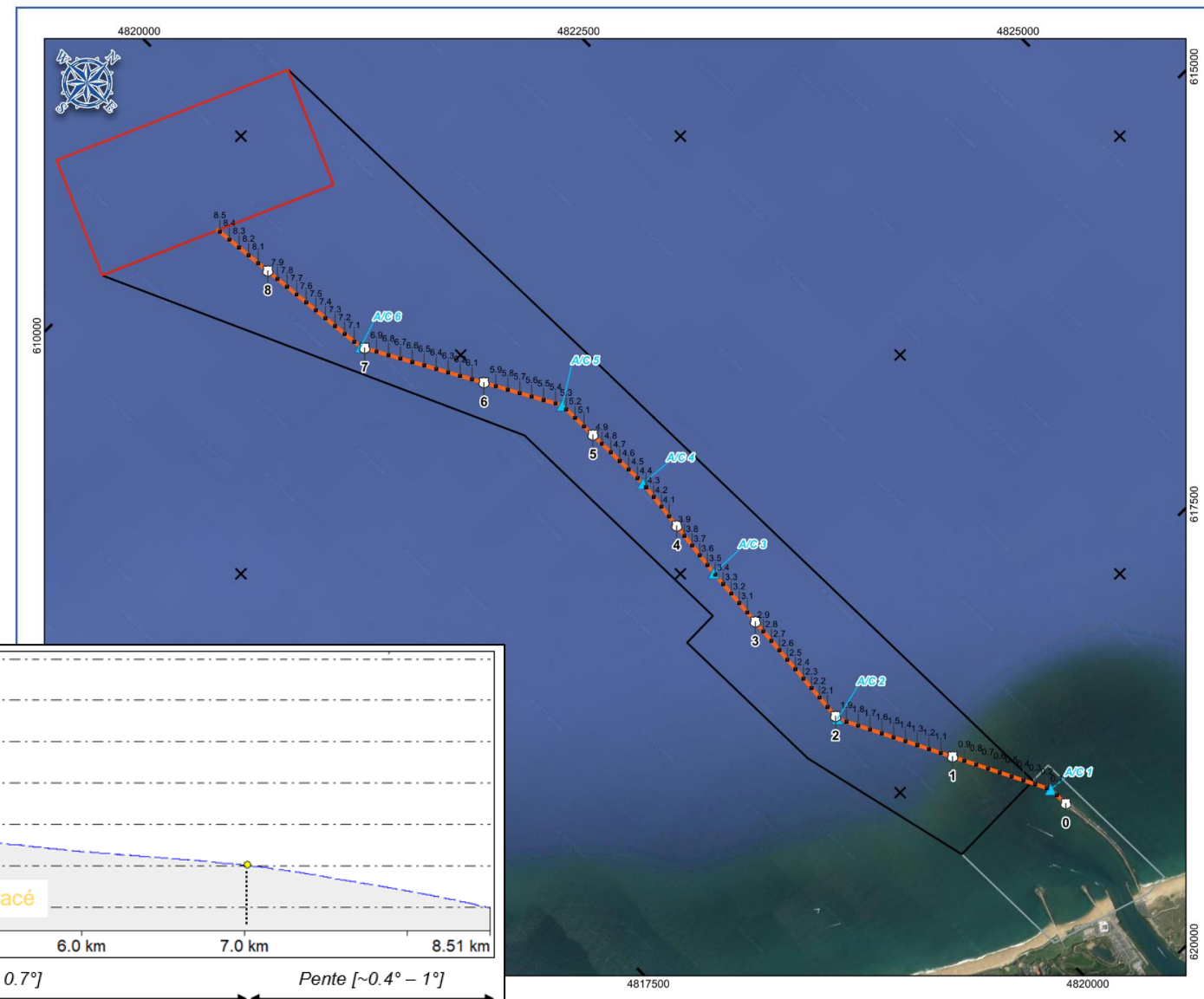
► Mieux appréhender les impacts potentiels d'une ferme houlomotrice en exploitation sur la faune en présence = impact environnemental



# 6 : Tracé du câble

## RESULTATS

- 8,5 km de long
- 6 points tournants
- Ensuillage possible sur tout le tracé
- 1 zone plus complexe côtière (mouvements saisonniers ?)
- Traversée du chenal (sur-ensuillage)



# Schémas de principe des technologies houlomotrices

WAVEPI

# Les technologies houlomotrices

Familles de technologies :

Colonne d'eau oscillante

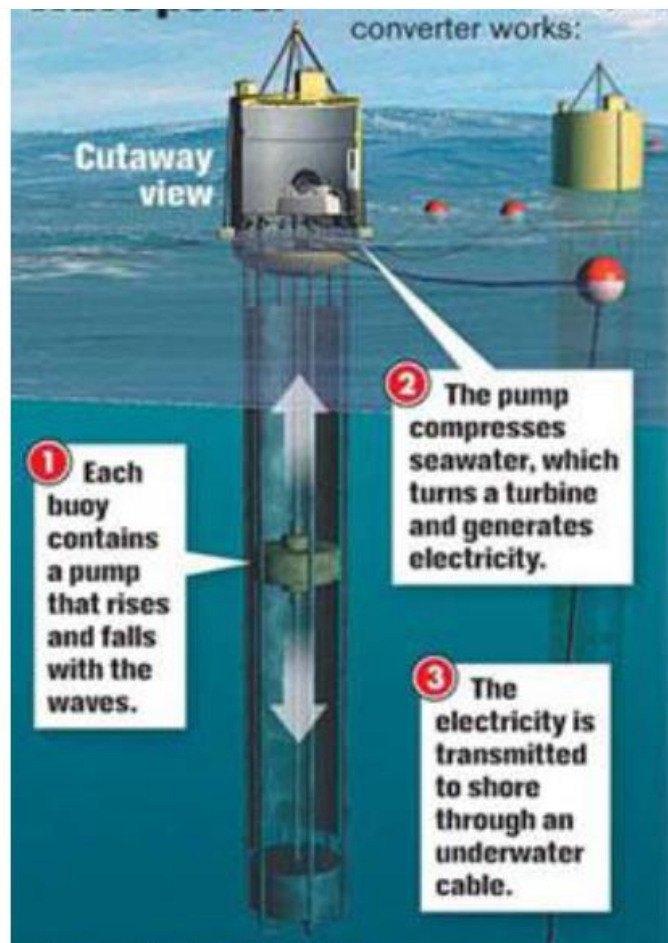
Flotteurs



Systemes immergés

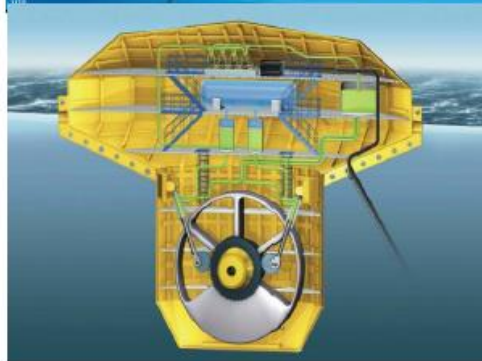
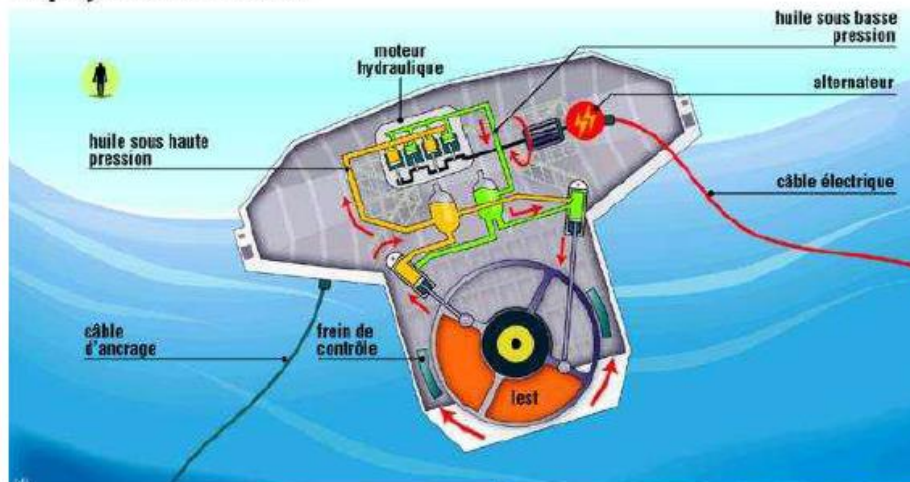


SEABASED, Irlande. Techno la plus avancée au monde, phase de commercialisation



## Absorbeurs

Le projet nantais Searev





# Les technologies houlomotrices

Familles de technologies :

Colonne d'eau oscillante

Flotteurs



Systèmes immergés

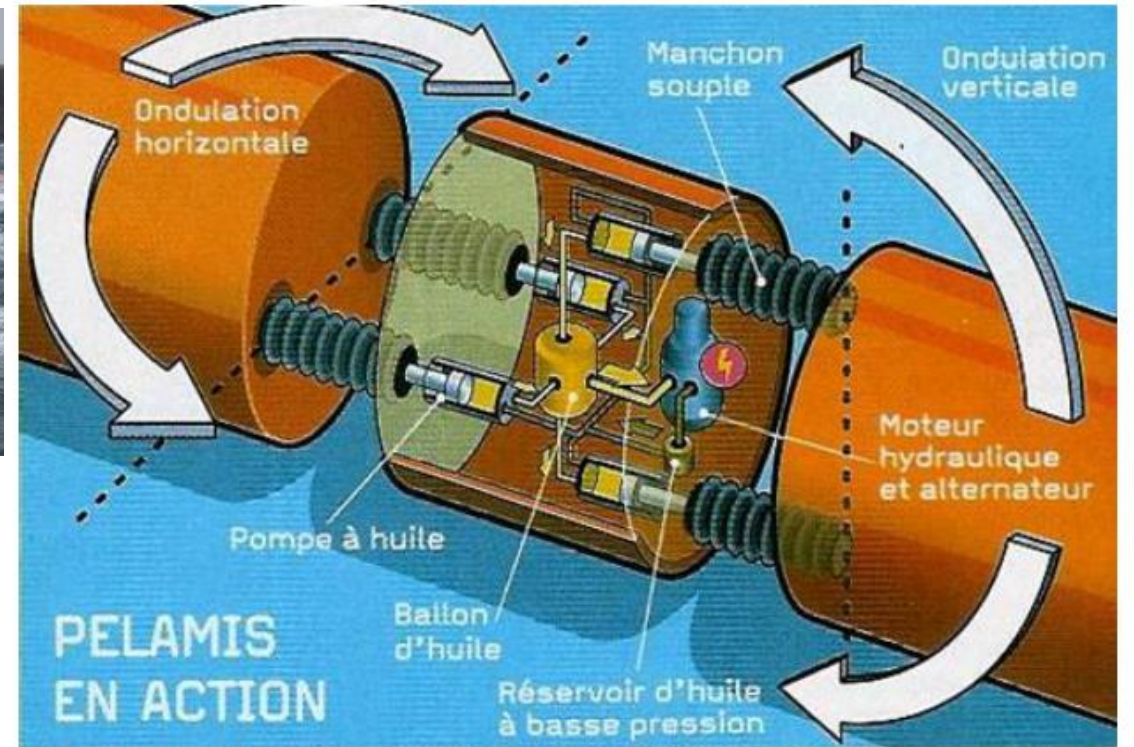


Atténuateurs



Sous l'action de la houle, l'atténuateur ondule sur la surface de l'eau :

- Actionne pompes à huile
- Fluide sous pression envoyé au niveau du moteur hydraulique – alternateur
- **Production d'électricité**



WAVEPI

# Les technologies houlomotrices

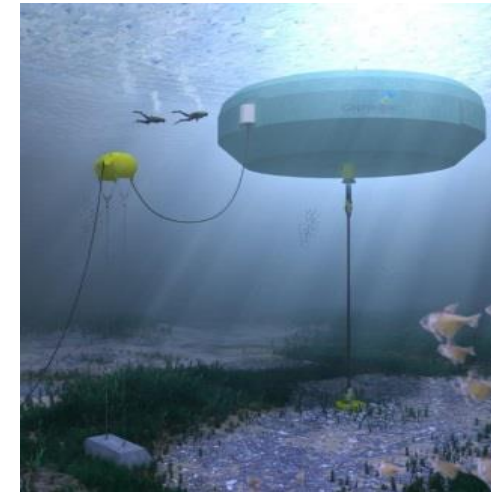
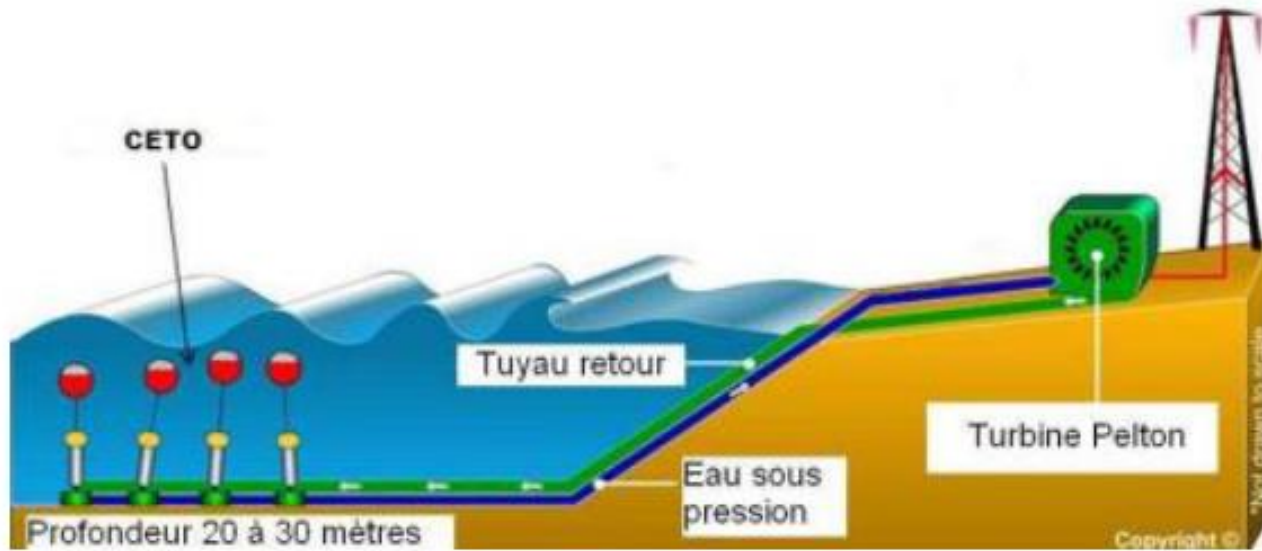
Familles de technologies :

Colonne d'eau oscillante

Flotteurs

Systemes immergés +

Pompes immergées



Sous l'action de la houle, le flotteur est mis en mouvement et transmet son mouvement à une pompe qui met en fluide sous pression :

- Transport du fluide à une turbine
- Production d'électricité

WAVEPI

# Les technologies houlomotrices

Familles de technologies :

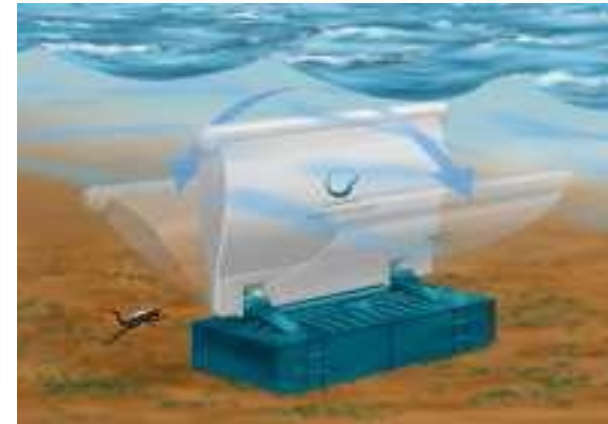
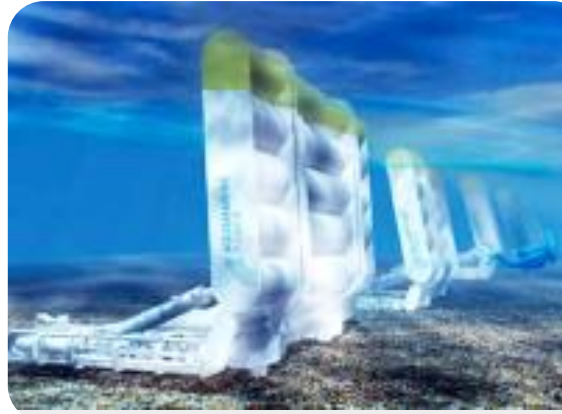
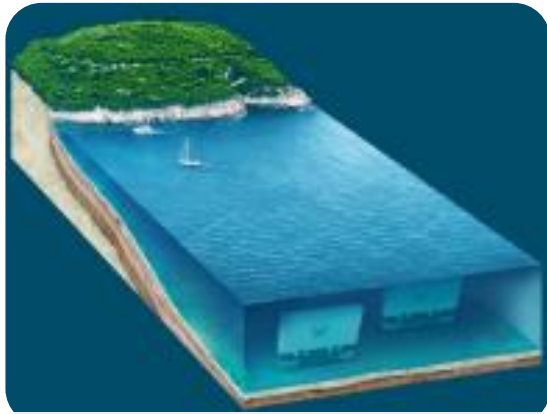
Colonne d'eau oscillante

Flotteurs

Systèmes immergés



Oscillateurs



Volets oscillants fixés au fond :

- Le volet bouge et absorbe l'énergie des vagues,
- Des pompes à piston hydraulique pompent le fluide hydraulique,
- Les fluides à haute pression sont introduits dans un moteur hydraulique qui alimente un générateur électrique,
- Production électrique

**WAVEPI**

**WAVEPI**