

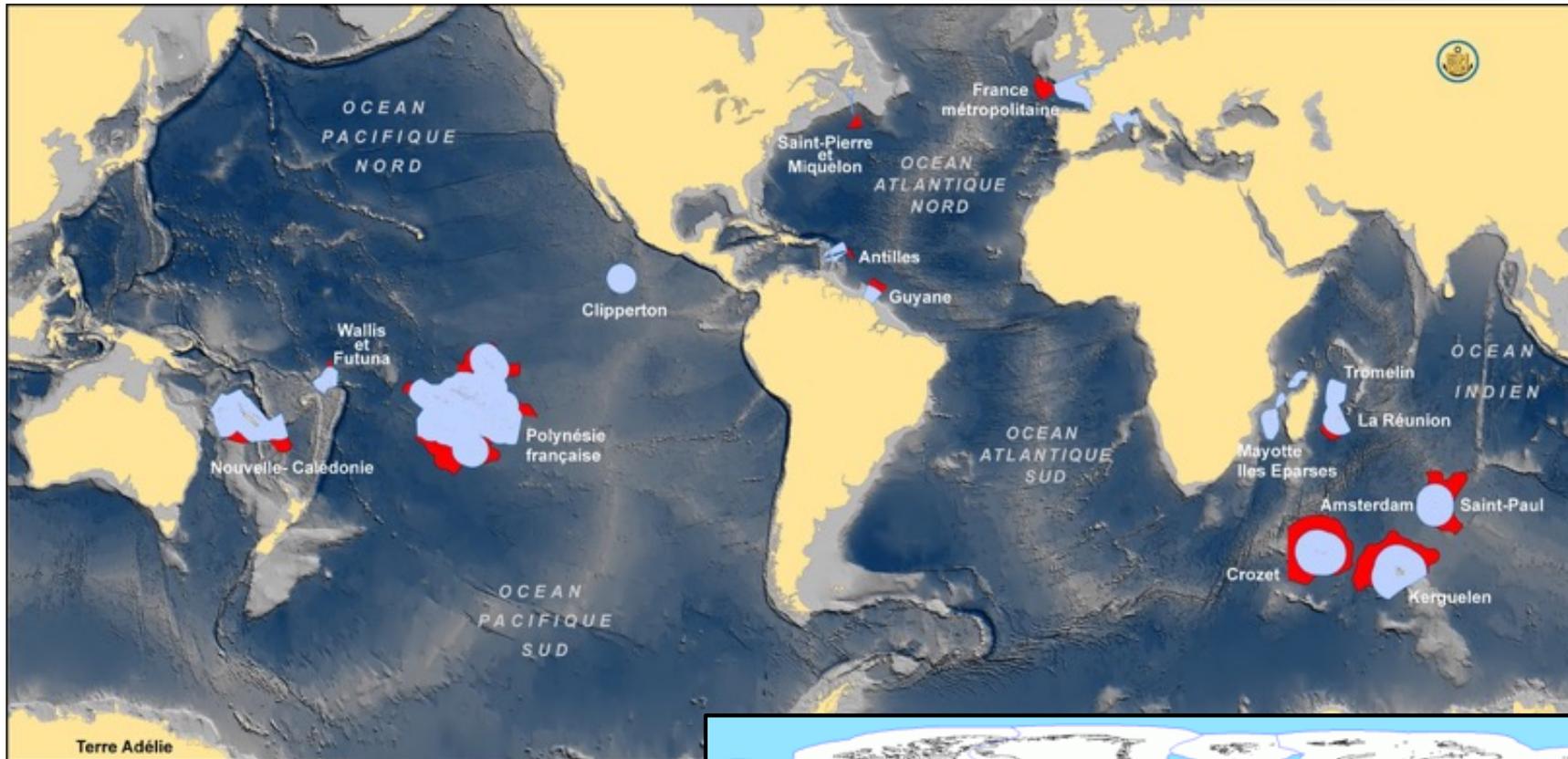
# Immersion PARIS Energie Hydrolienne 2017

## Les énergies marines renouvelables

*Un nouvel horizon?*

*Christophe Le Visage*

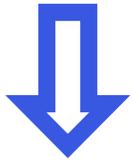
# L'Océan : 71% de la surface terrestre



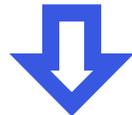
- L'essentiel de l'Océan est hors juridiction nationale
- C'est le plus grand capteur solaire du monde

# L'énergie des océans ?

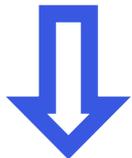
Sources



Réflexion, réémission



Transformation interne

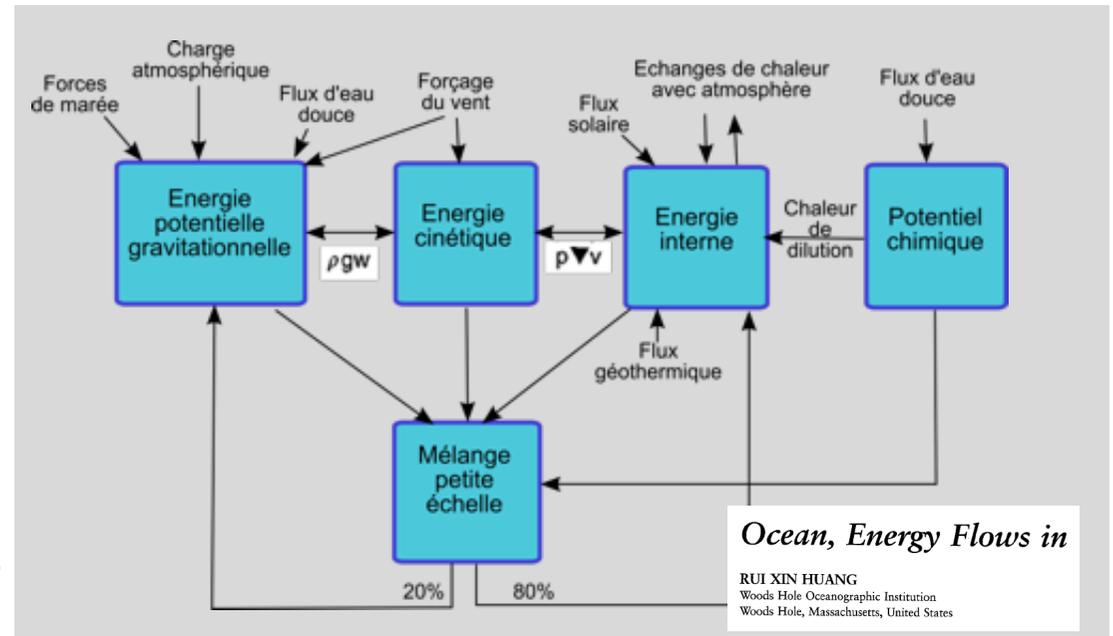


Energie disponible

soleil, gravité, géothermie, atmosphère, fleuves....

Espace, atmosphère....

Cascade de processus



Energie potentielle

Marée, vagues ...



Energie cinétique

Vent, courant ...



Energie latente

Salinité...



Energie thermique

Chaleur

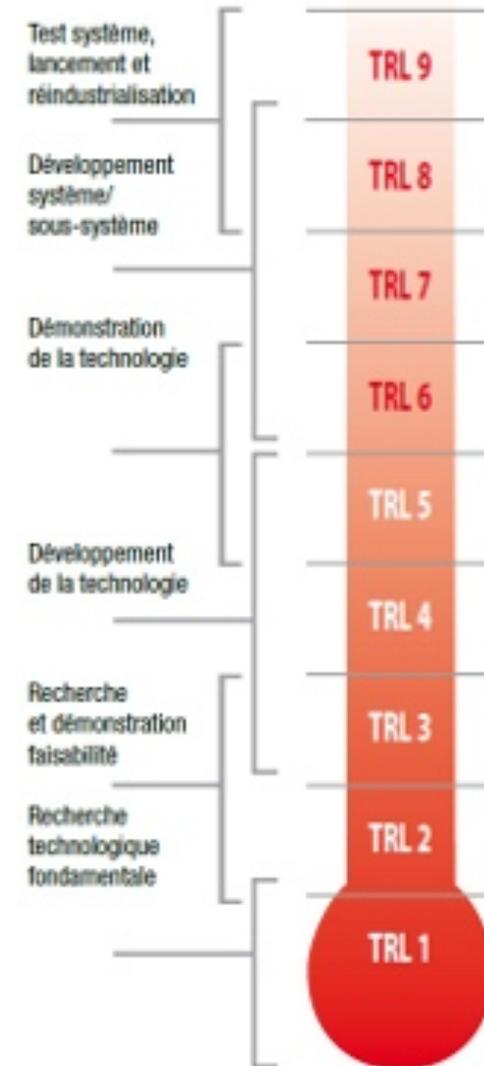
**Energies  
Renouvelables  
Marines**



# Les EMR: formes, technologies

Energie éolienne	●	Eoliennes (turbines) posées, flottantes
Energie hydrolienne	●	Turbines sous-marines
Energie marémotrice	●	Barrages, lagons artificiels, turbines
Energie houlomotrice	●	Flotteurs, « lagons » houlomoteurs
Energie thermique	●	Pompes à chaleur et machines thermiques
Energie chimique	●	Centrales osmotiques

## Niveau de maturité technologique (TRL)

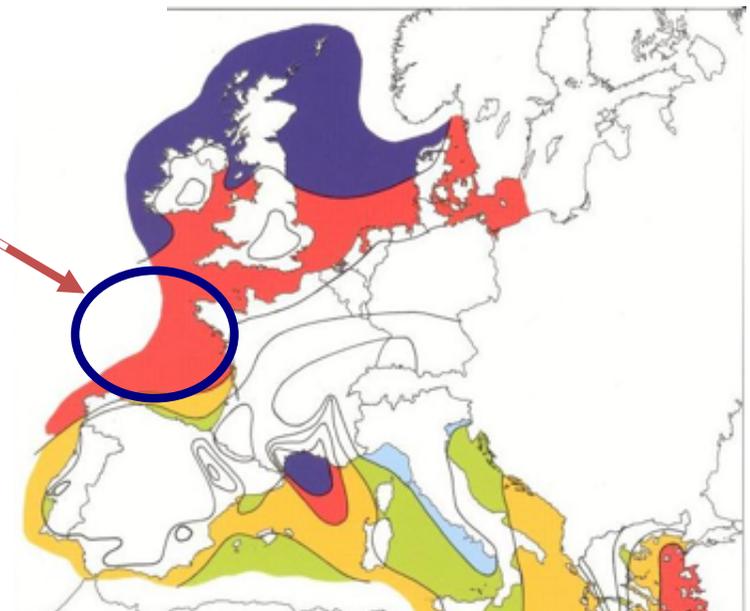
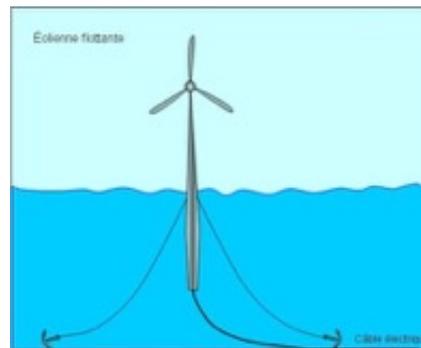


La seule énergie marine développée à l'échelle industrielle à ce jour...

Posé : la profondeur, paramètre essentiel...



Flottant : tout le plateau continental devient accessible

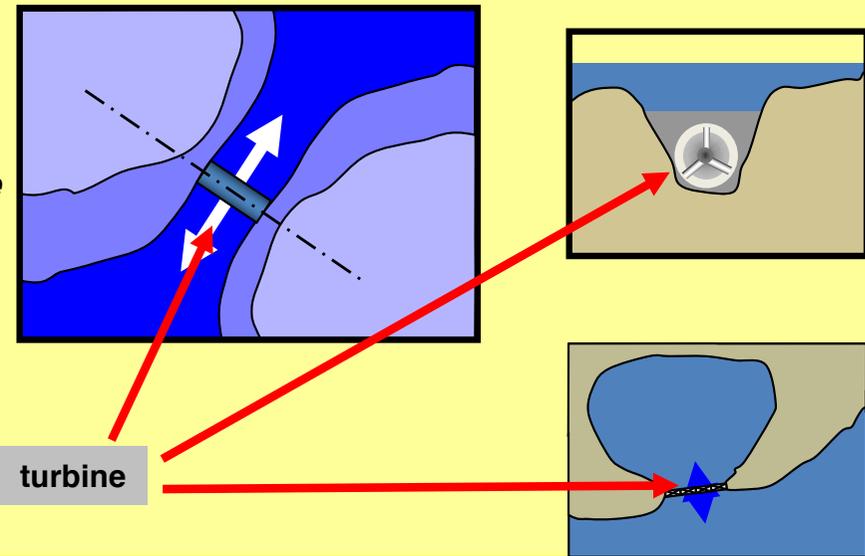


## Énergie cinétique des courants

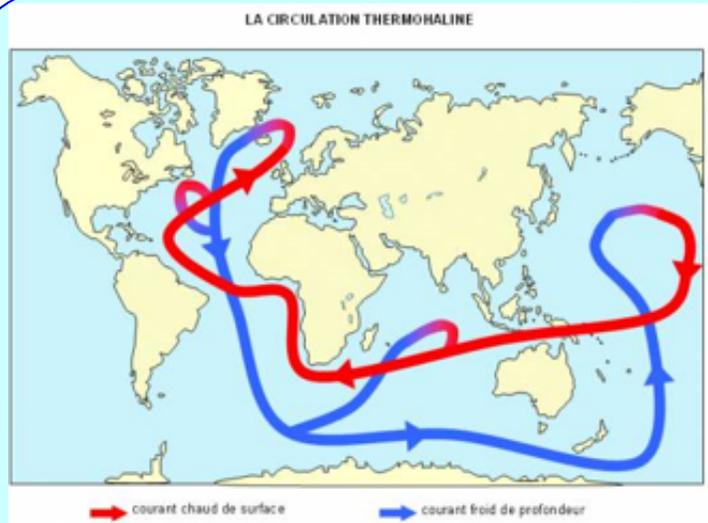
### Courants de marée

+ courants générés à partir d'énergie potentielle (lagons naturels ou artificiels, lacs,

- Intenses, localisés, prédictibles, proches des côtes
- ressource réelle, mais potentiel limité...



turbine



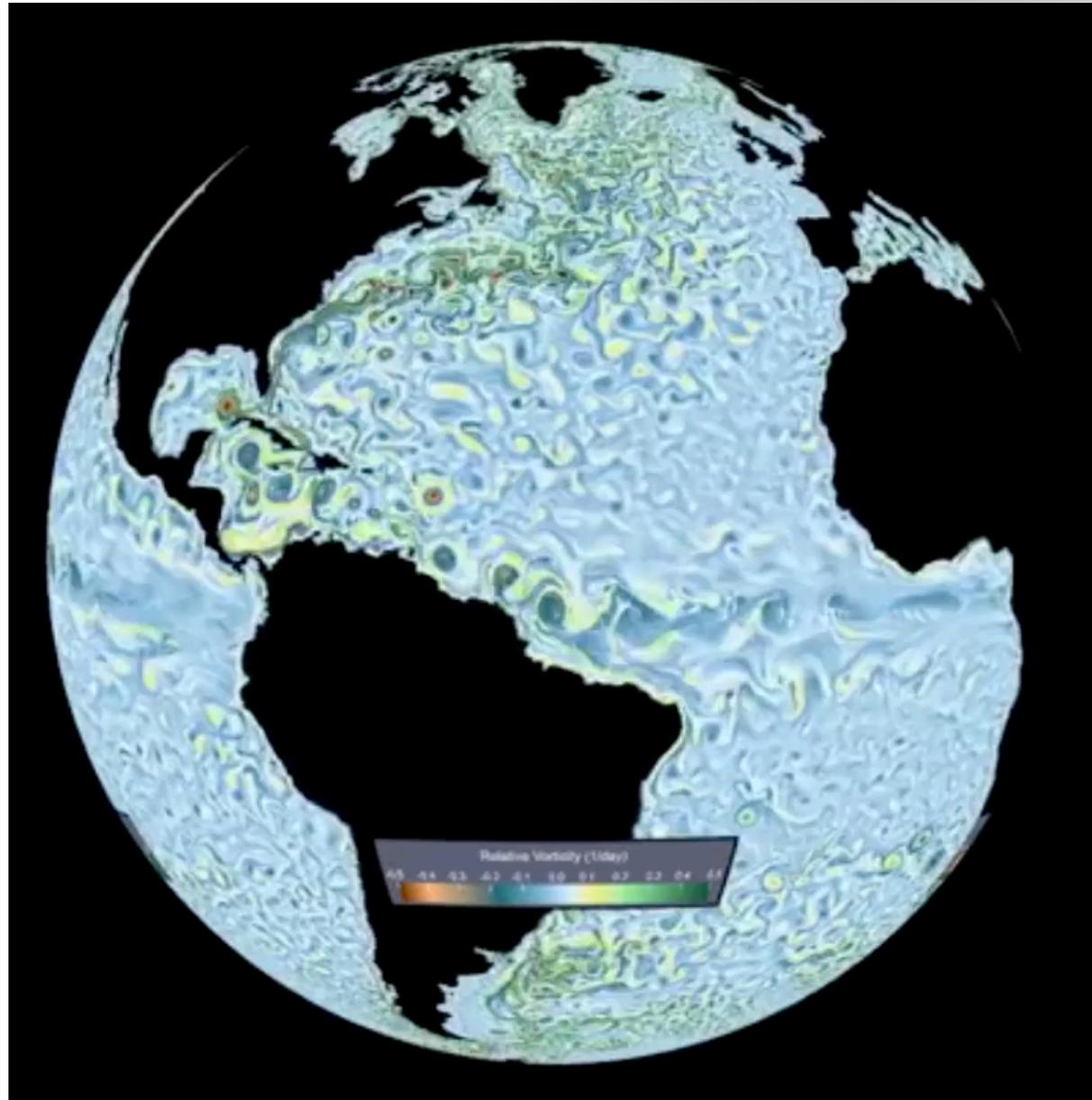
### Courants thermohalins

Gulf Stream,  
Kuroshio

...

- Diffus, peu intenses, permanents, loin des côtes
- **Ressource très importante**, mais potentiel peu accessible et difficile à exploiter

# Les grands courants océaniques



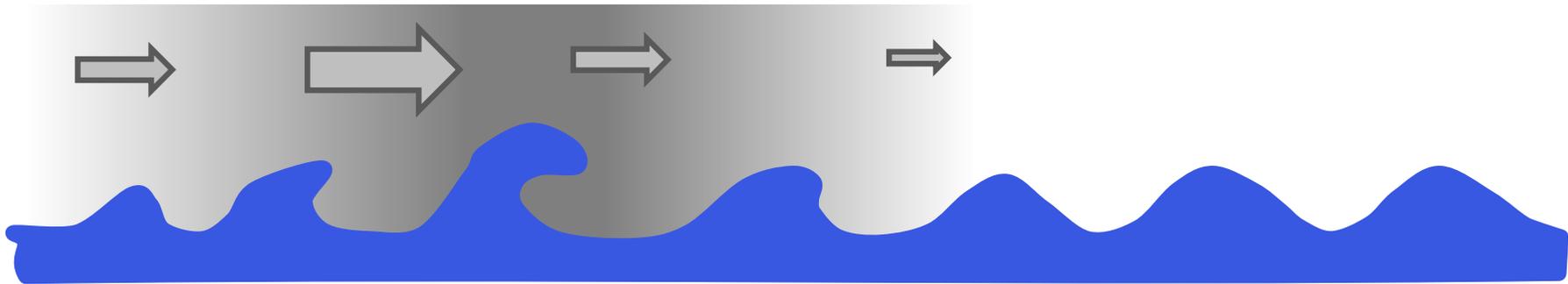
© NASA



**Usine de la Rance  
(France, 1967)**

**Swansea Tidal Lagoon  
202X ?**



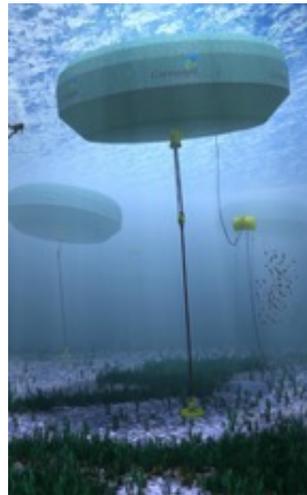


Vagues

Houle



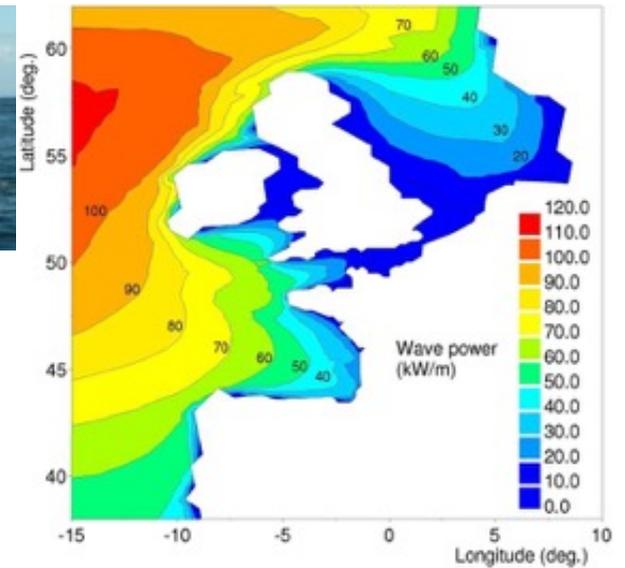
SEMREV



CETO



PELAMIS





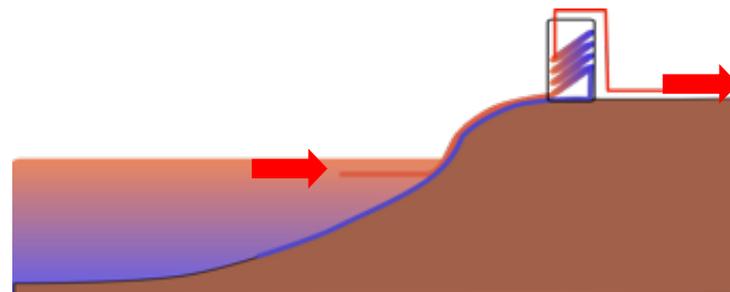
L'océan est stratifié



Pompe A Chaleur  
sur eau de mer (PAC)

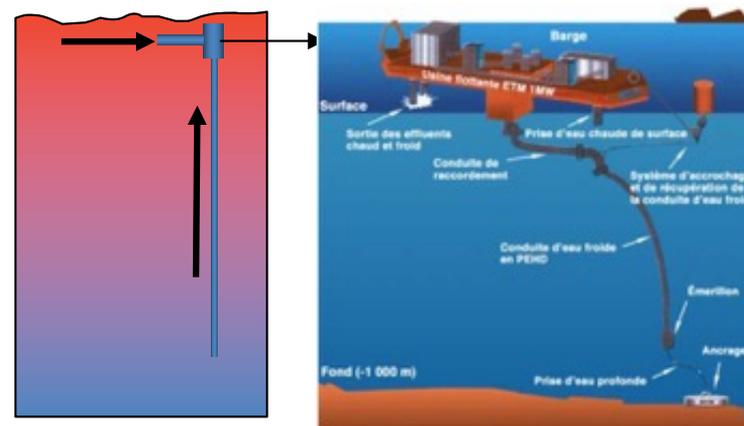
Climatisation par  
eau froide (SWAC)

Energie  
Thermique des  
Mers (ETM)

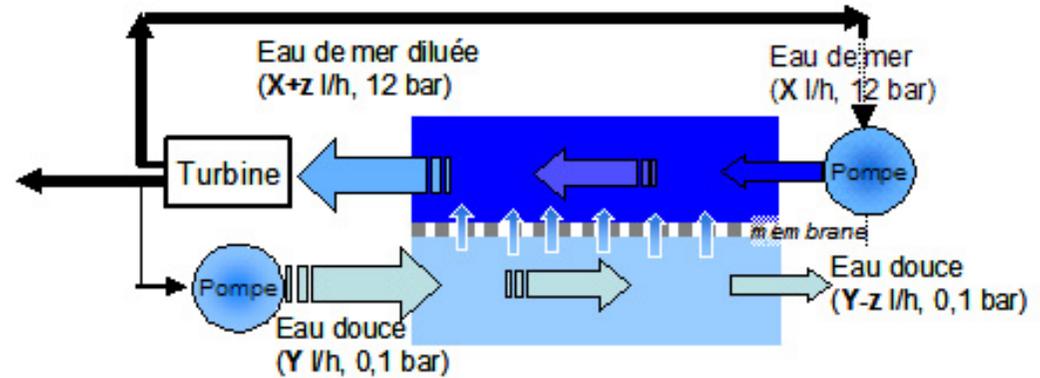
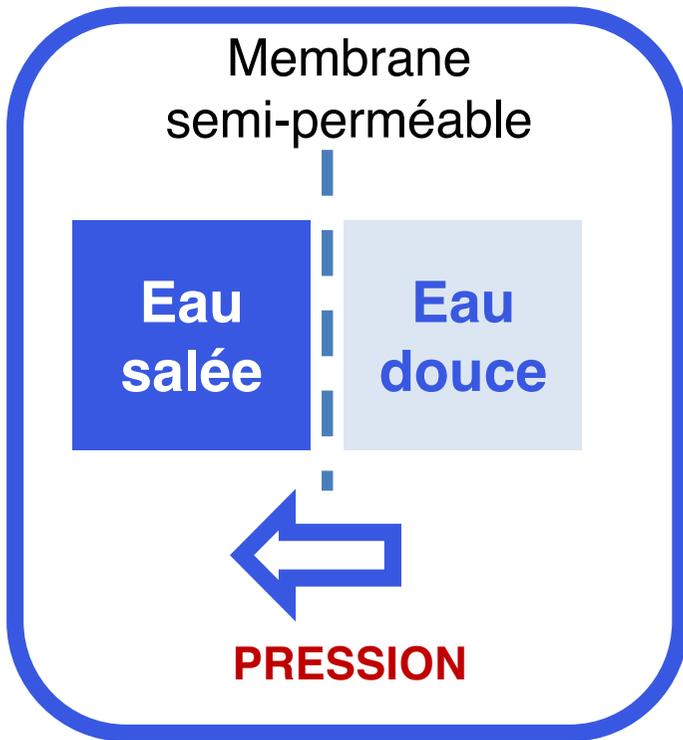


« SWAC » : Sea Water Air Conditioning

« OTEC » : Ocean  
Thermal Energy  
Conversion



# Energie « osmotique » (gradient de salinité)

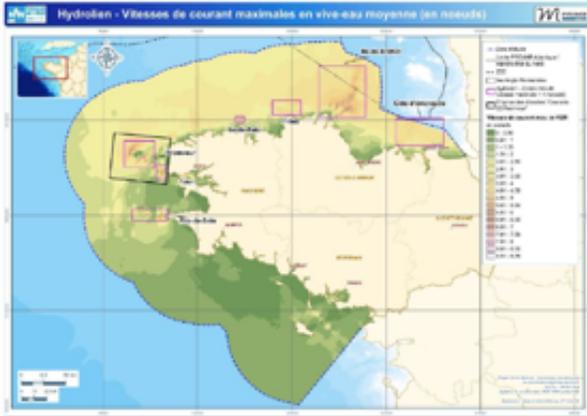


Captage d'énergie PRO (d'après Panyor)

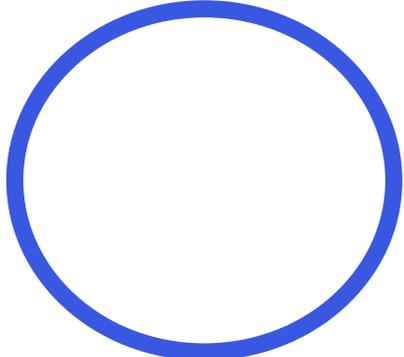
Une seule « usine »  
expérimentale en  
Norvège



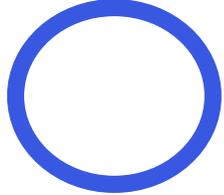
# Les EMR: ressources/potentiels PTE



**Ressource : phénomène et intensité**  
➤ Dépend de la zone, du site, de la saison...



**Ressource techniquement exploitable ?**  
➤ Potentiel technique



**Ressource économiquement exploitable ?**  
➤ Potentiel technico-économique (PTE)



**Exploitation acceptable ?**  
➤ Potentiel réel



# Potentiel mondial des énergies marines (PTE)

Énergie thermique	100 000 TWh
Énergie éolienne	18 450 TWh
Vagues et houle	1 400 TWh
Marée	800 TWh
Énergie osmotique *	(1600 TWh)

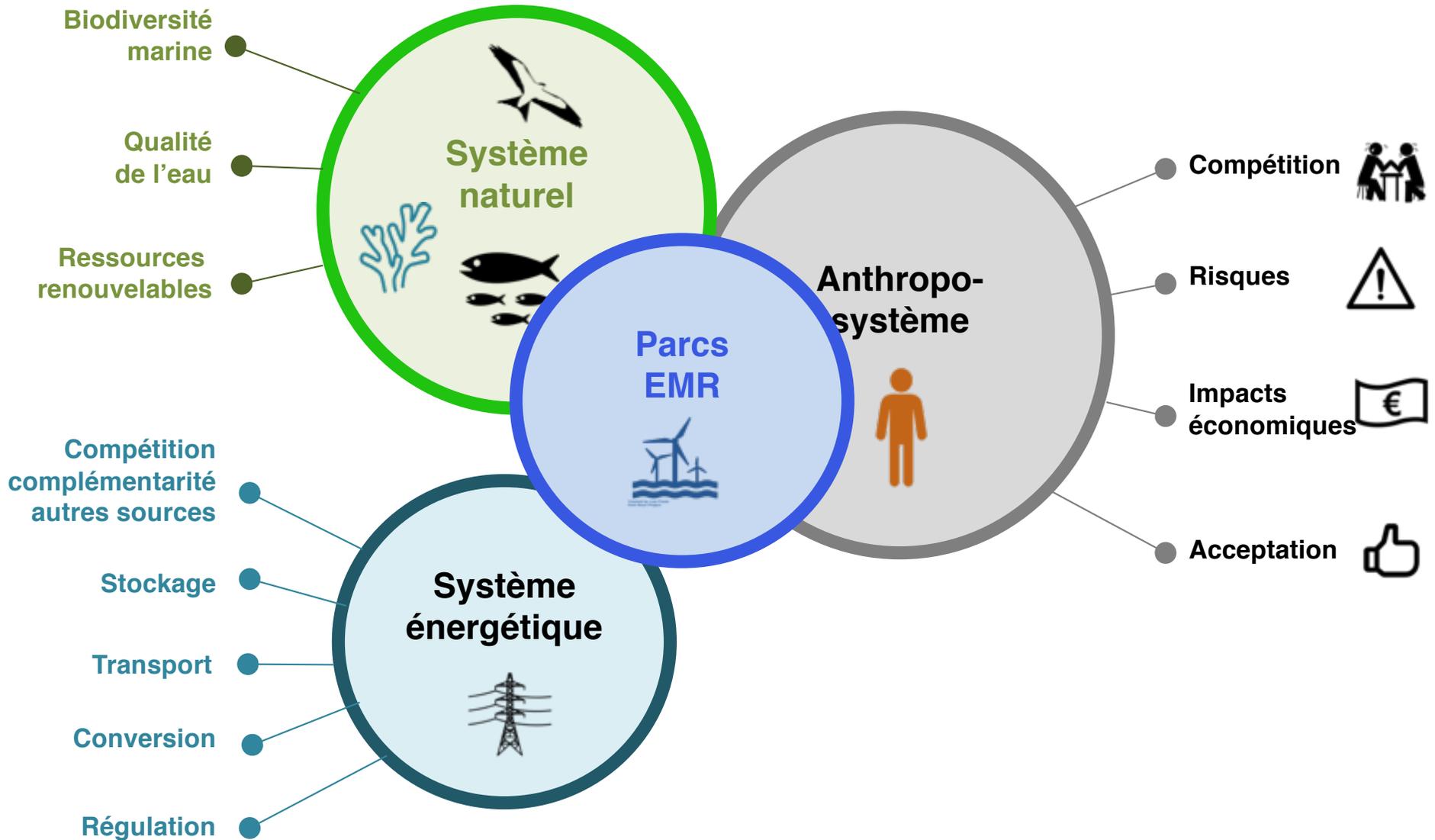
?

**Rappel : consommation annuelle mondiale d'énergie : 140 000 TWh**

<b>Total</b>	<b>120 000 TWh</b>
--------------	--------------------

Source : Club des Argonautes  
[www.clubdesargonautes.org/](http://www.clubdesargonautes.org/)  
\* : source Statkraft

# Interactions avec les autres systèmes



## Espace

### Occupation (exclusive ou non)

- *espace aérien, surface, colonne d'eau, fond, sous-sol*



## Milieu naturel

### Emissions, pollutions



## Habitats

### Destruction, concurrence Création de nouveaux habitats (récifs artificiels...)



## Espèces

### Bruit, collisions...



# Interactions avec « l'anthroposystème »

## Compétition

- **Espace: maritime, littoral**
- **Appropriation « territoriale » de la mer**

## Impacts

- **Réduction des espaces ou ressources accessibles**
- **Surcoût, pertes de revenus**
- **Cadre de vie: paysage, tranquillité**

## Risques

- **Systemiques**
- **Locaux : accidents (collisions, pollutions...)**

## Enjeux « sociétaux »

- **La mer, « milieu naturel » ou espace industrialisé ?**
- **A qui appartient la mer ?**
  - **Espace commun (public?), ou approprié par les acteurs existants...**

## Concertation et acceptation

- **Gouvernance**
- **Faut-il attendre (espérer) un consensus ???**

# De la ressource au plan et au projet: un long parcours du combattant...

Ressource

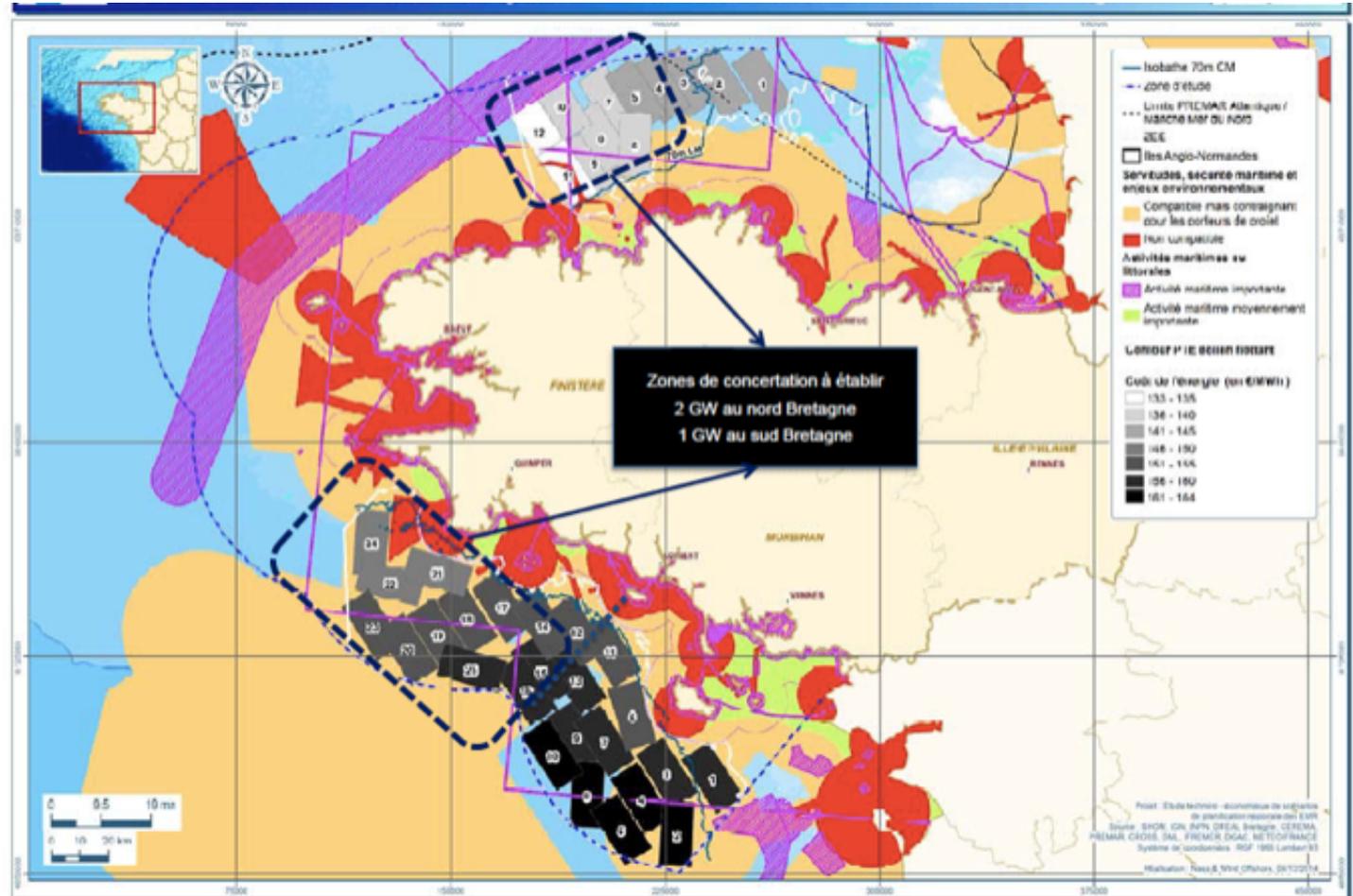
Potentiel

PTE

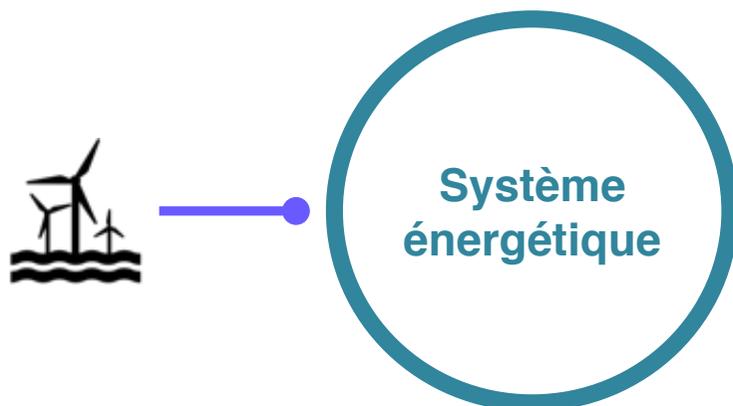
Potentiel technico-économique, «productible»

Evaluation des incidences  
Stratégique: plan  
Etude d'impact: projet

Concertation  
Acceptabilité

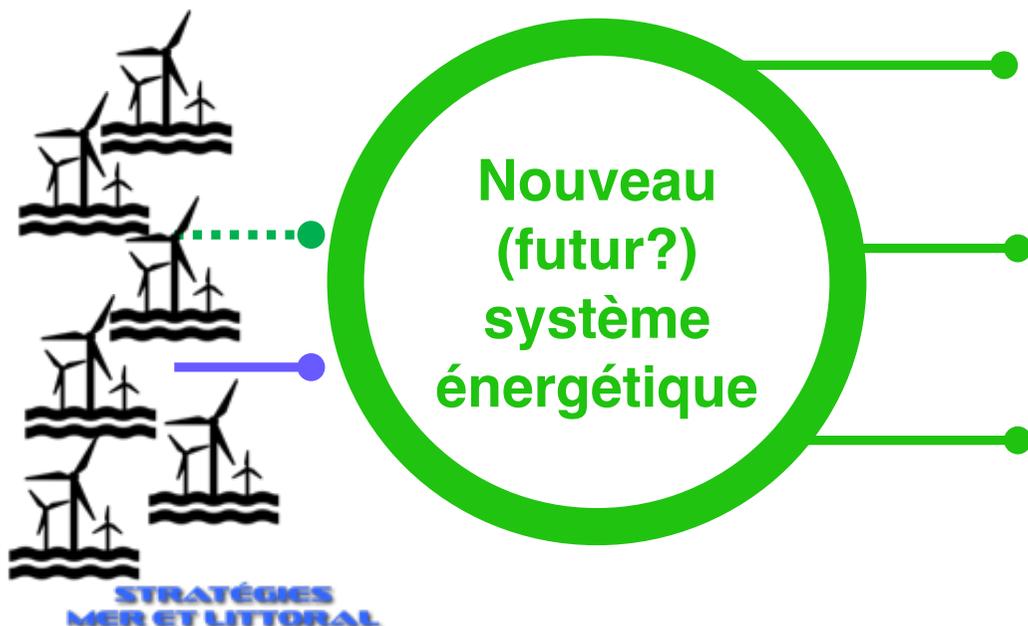


# Interactions avec le système énergétique



Intégration limitée à l'injection  
→ Pas de modification notable

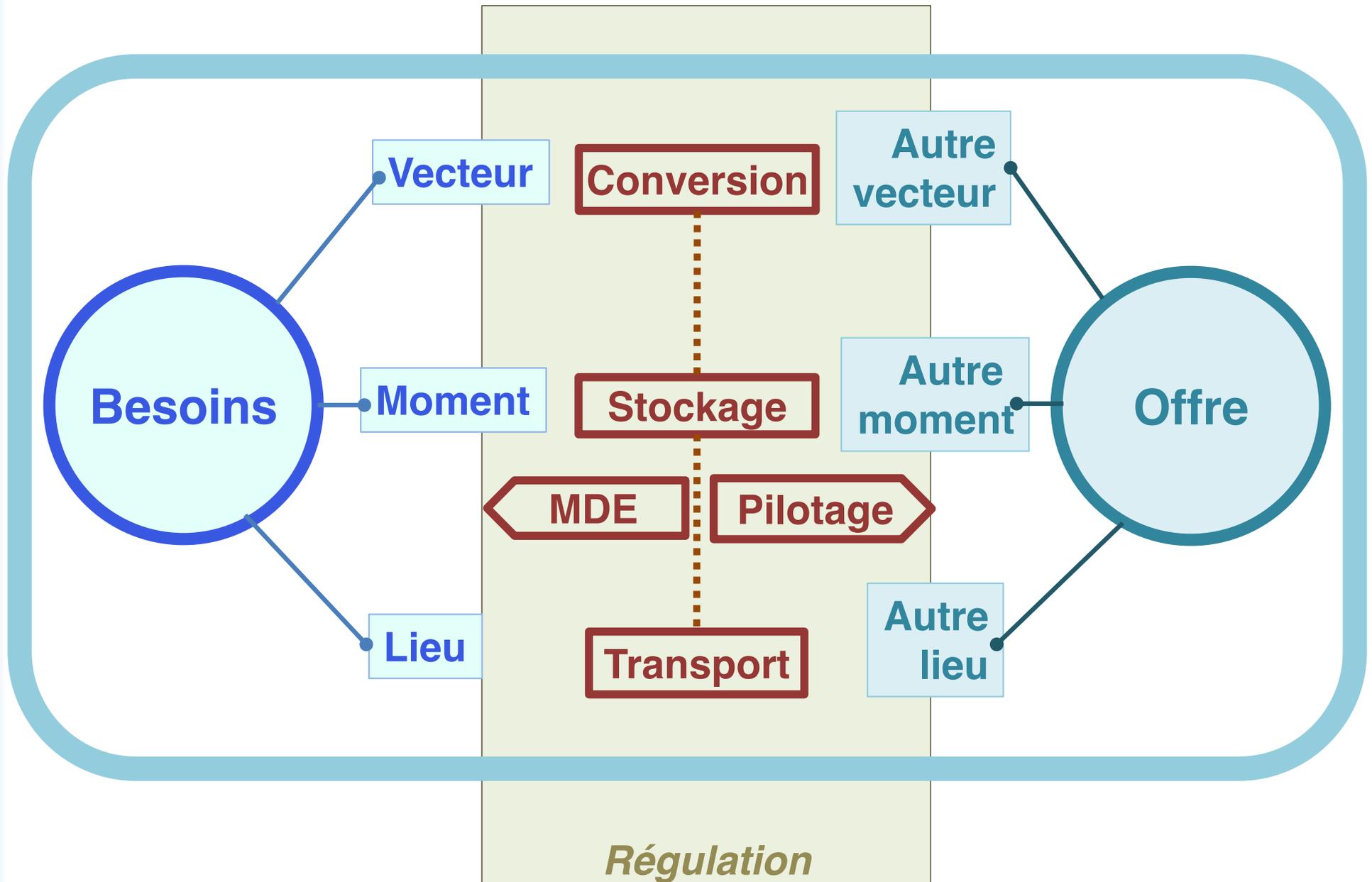
## Transition

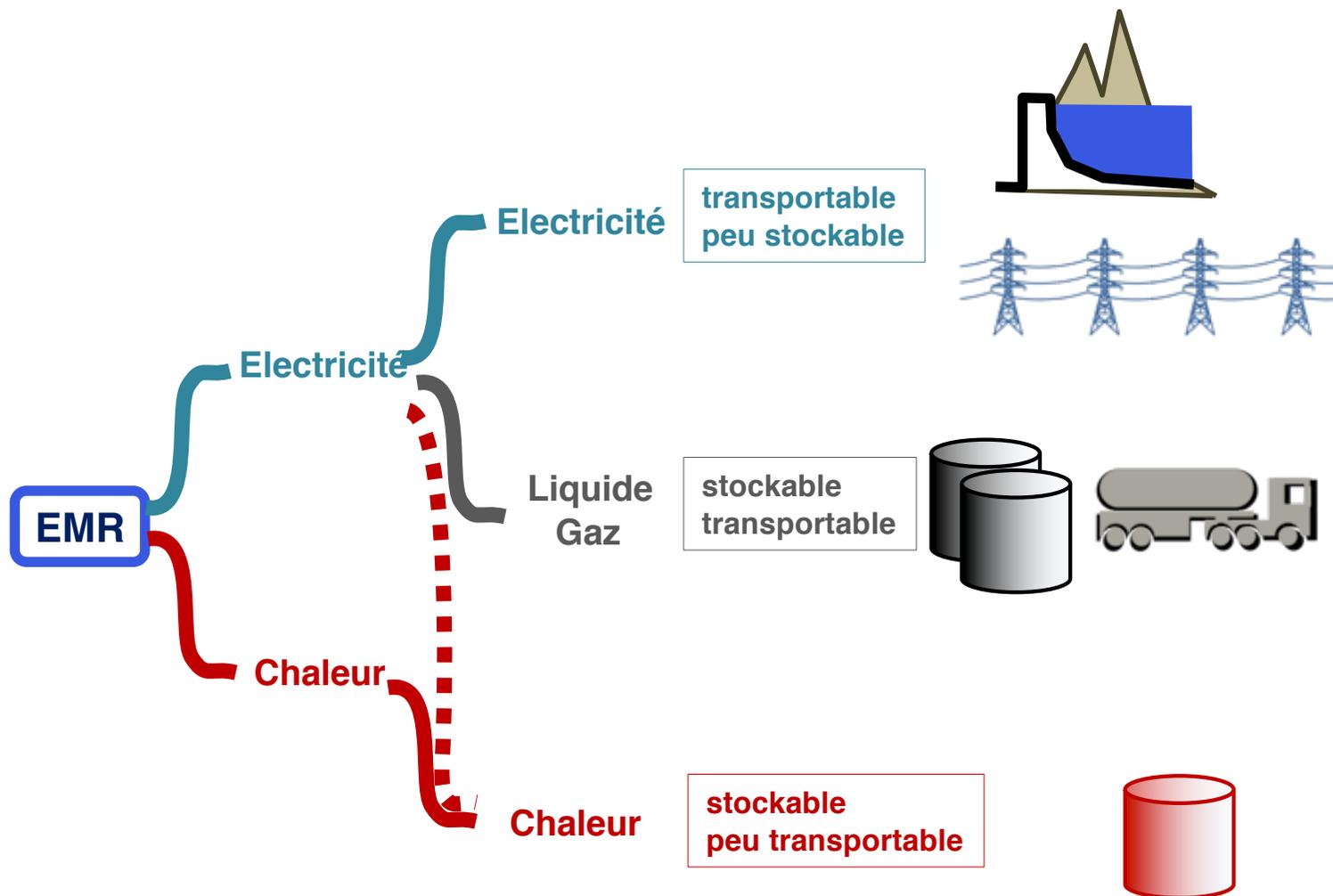


Vecteur (s): **électricité**, **chaleur**,  
**liquide**, gaz ?

Transport, conversions,  
stockage?

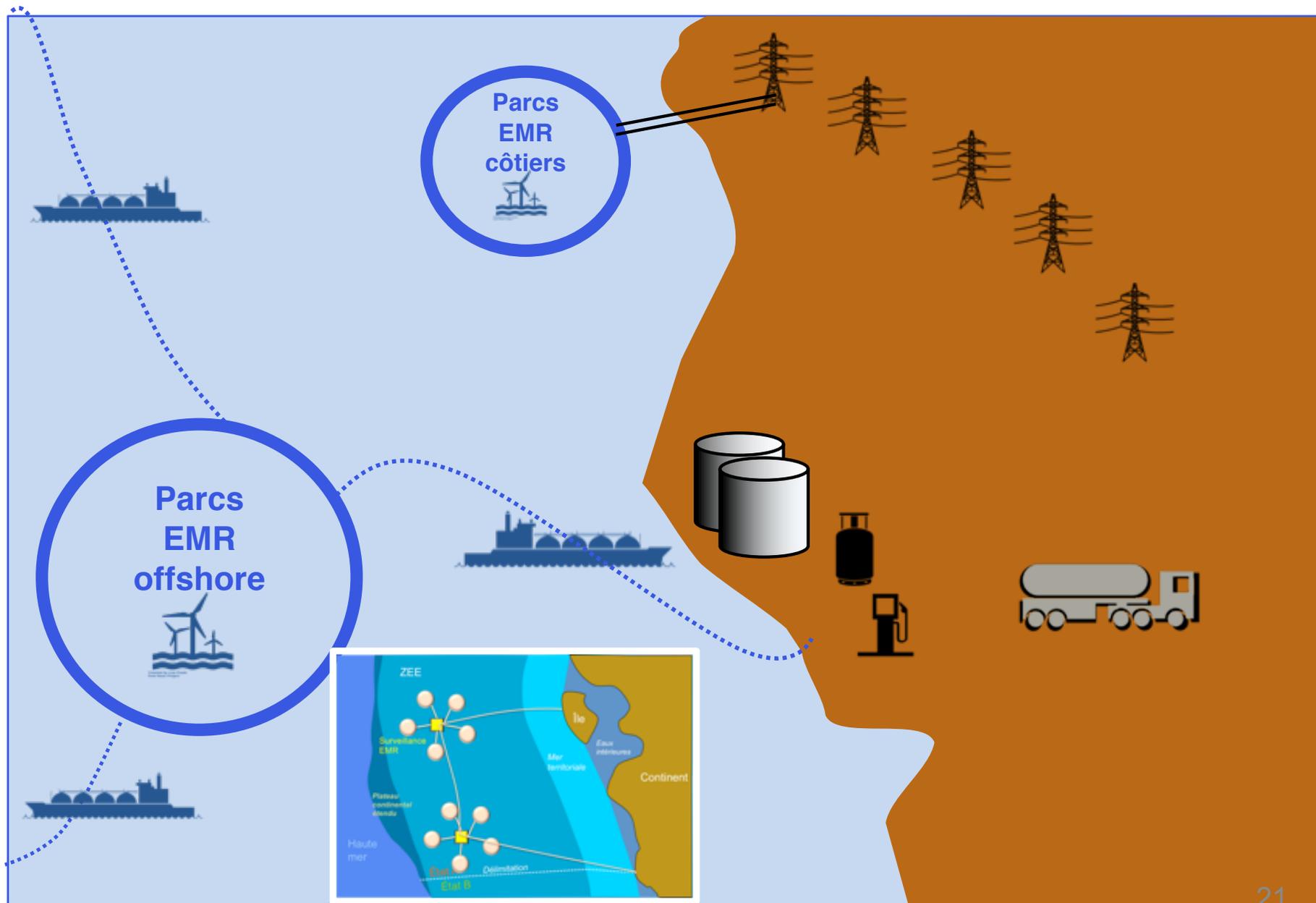
Régulation ?





# ENR/EMR et futur système énergétique?

EPH 2017 – Energies marines



# Les énergies de la mer, quel avenir?

- Une ressource considérable, inépuisable, bien distribuée, en principe accessibles à tous les pays
- Un potentiel technico-économique naguère très faible, mais qui augmente sans cesse avec les évolutions techniques
- Des impacts environnementaux réels mais limités
- Des impacts sociaux-économiques mineurs au-delà du littoral

Mais....

- Des projets très capitalistiques et très « high tech »
  - *Hors d'accès des pays pauvres?*
- Un impact notable sur les ressources naturelles (métaux)
- De fortes contraintes liées essentiellement au vecteur électricité

Pourtant, des solutions...

- Nécessaire transition énergétique...
  - Evolutions du système énergétique
  - Evolutions de la gouvernance de la mer et de l'énergie

Les énergies marines ne devraient-elles pas être un axe majeur de la politique énergétique et de la politique maritime de la France ?

# FIN

*[www.strategies-marines.fr](http://www.strategies-marines.fr)*

*[contact@strategies-marines.fr](mailto:contact@strategies-marines.fr)*

*Graphiques : © Noun Project - [thenounproject.com](http://thenounproject.com)*