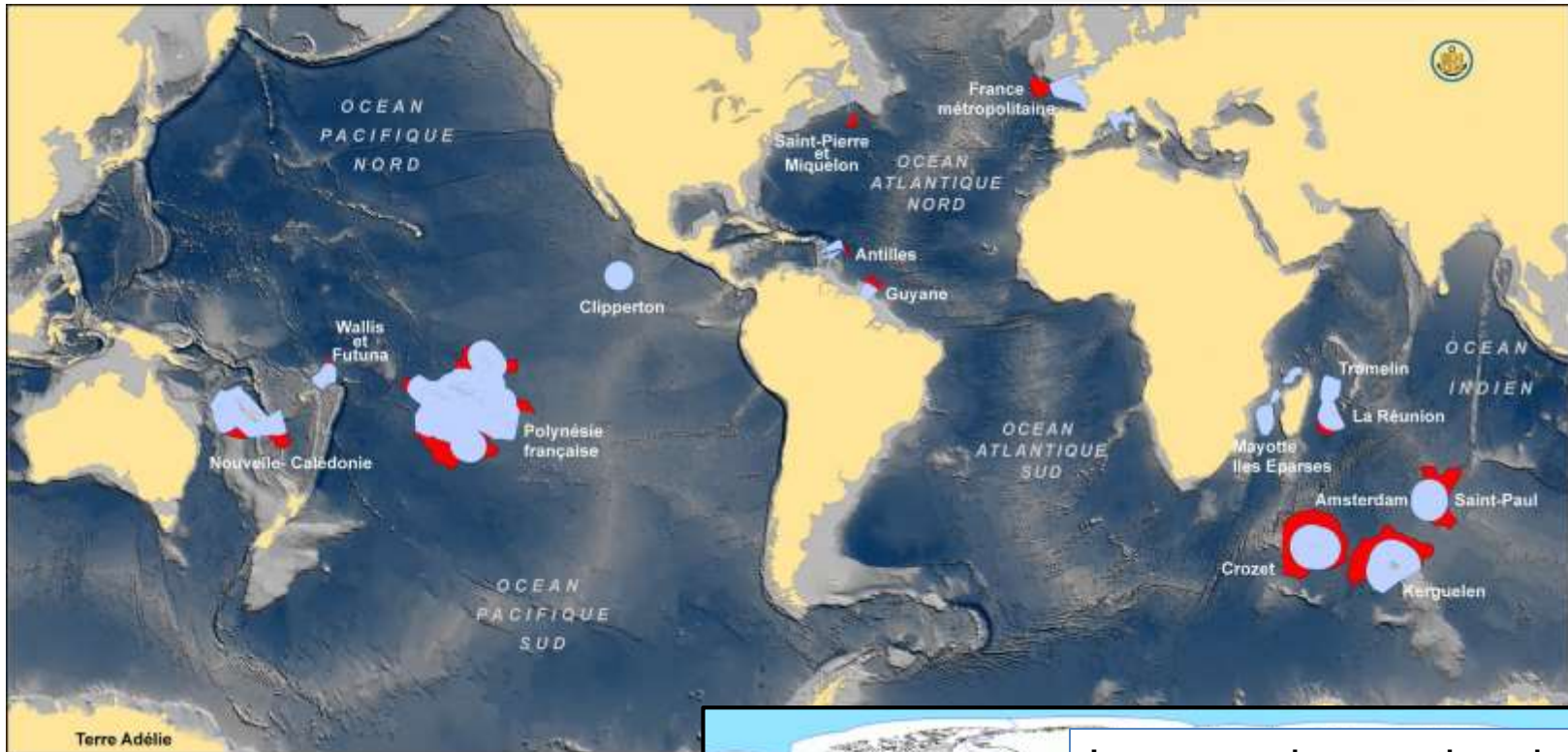


Les énergies renouvelables marines

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

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



Réflexion, réémission

Espace, atmosphère....

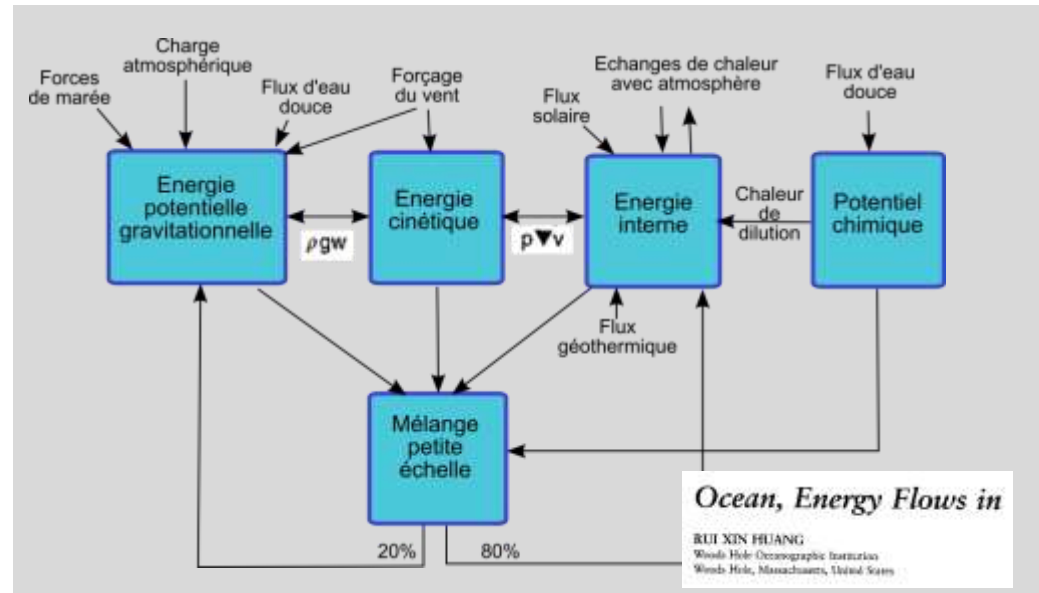


Transformation interne

Cascade de processus



Energie disponible



Energie potentielle

Marée, vagues ...



Energie cinétique

Vent, courant ...



Energie latente

Salinité...



Energie thermique

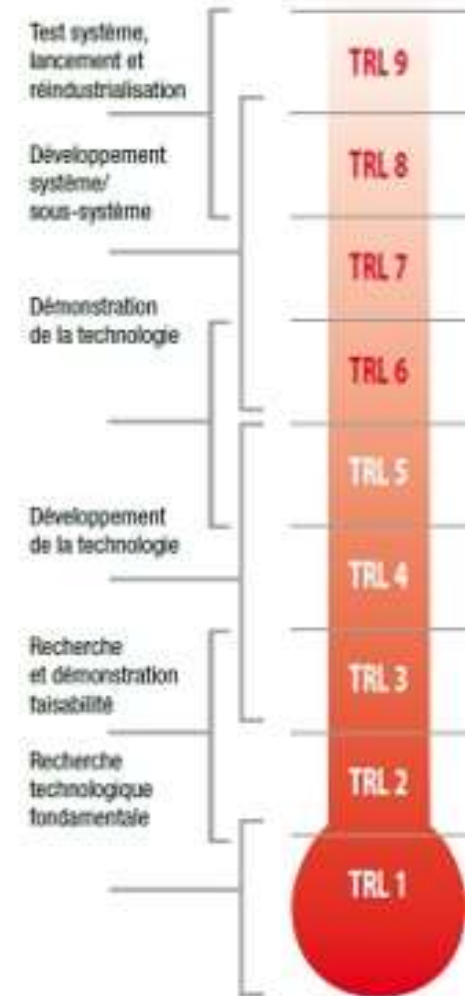
Chaleur

Energies
Renouvelables
Marines
(EMR)

Les EMR: formes, technologies

Niveau de maturité
technologique (TRL)

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



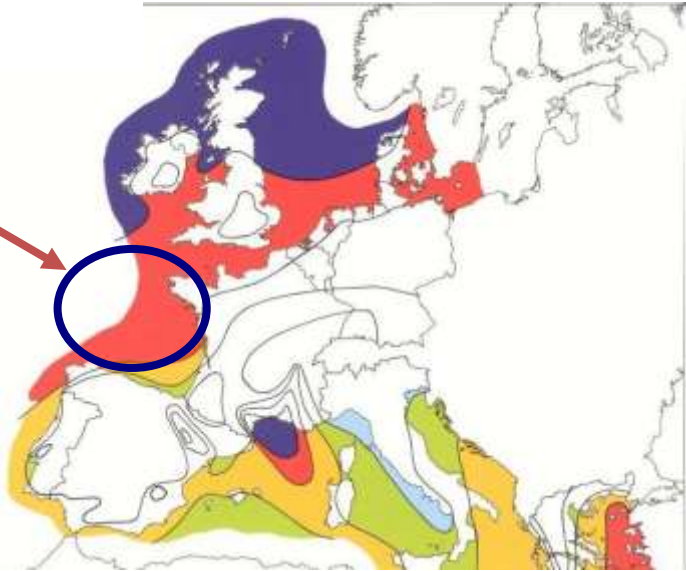
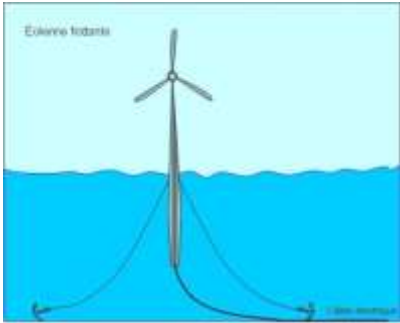
La seule énergie marine développée à l'échelle industrielle à ce jour...



Posé : la profondeur, paramètre essentiel...



Flottant : tout le plateau continental devient accessible

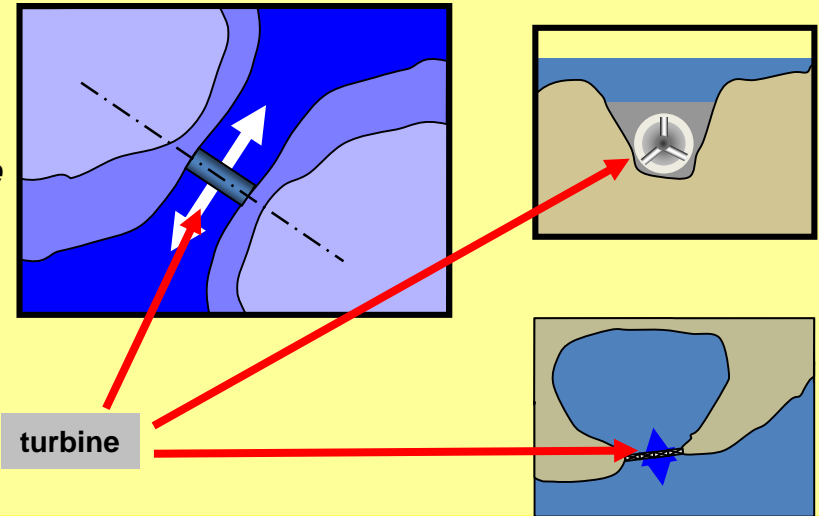


Énergie cinétique des courants

Courants de marée

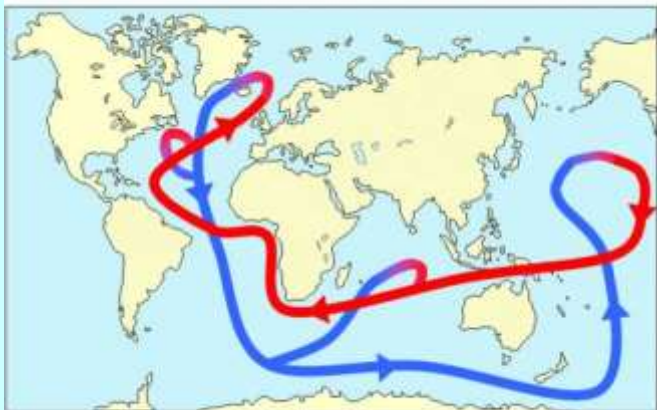
+ courants générés à partir d'énergie potentielle (lagons naturels ou artificiels, lacs,

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



turbine

LA CIRCULATION THERMOHALINE



➔ courant chaud de surface ➔ courant froid de profondeur

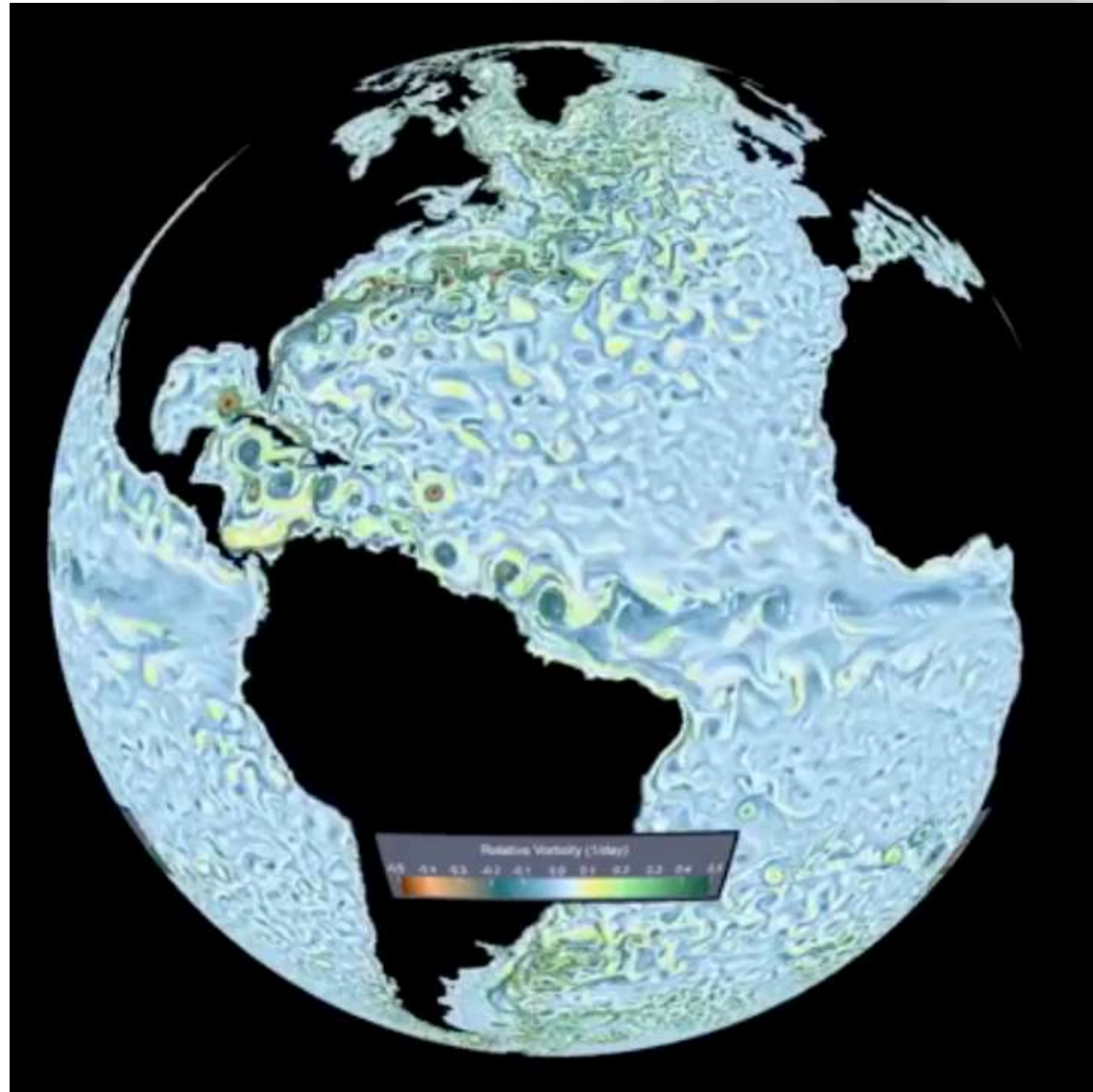
Courants thermohalins

**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



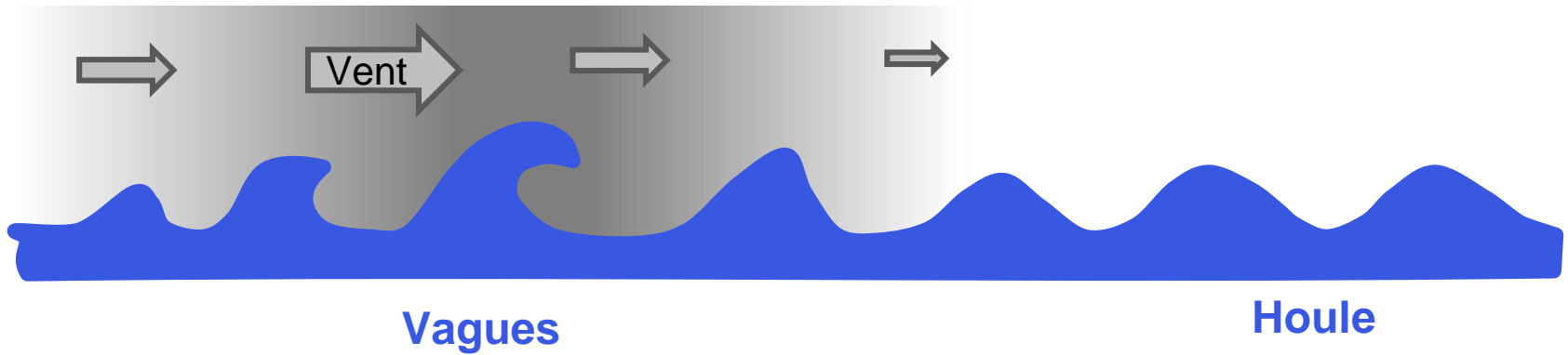
© NASA



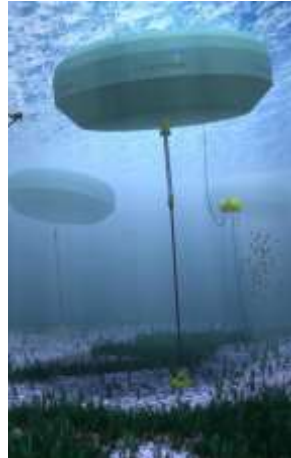
**Usine de la Rance
(France, 1967)**

**Swansea Tidal Lagoon
202X ?**





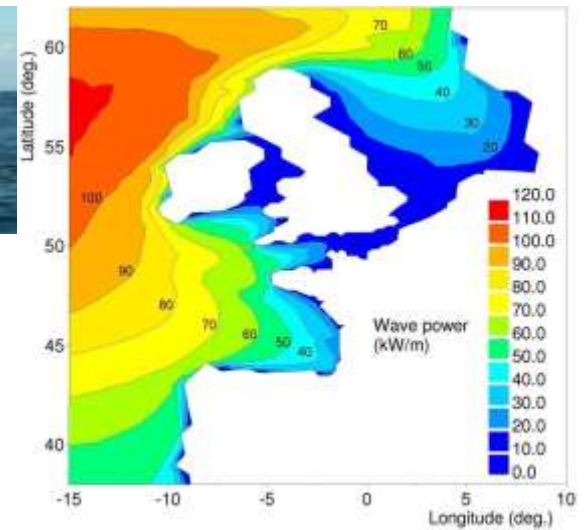
SEMREV



CETO

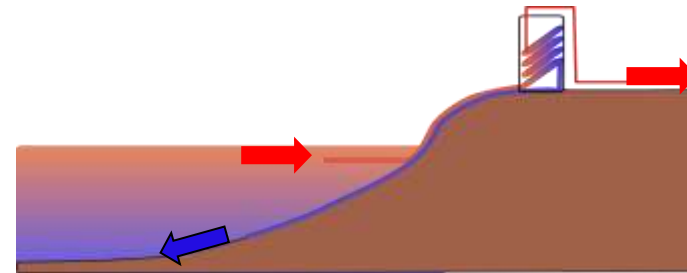


PELAMIS





L'océan est stratifié



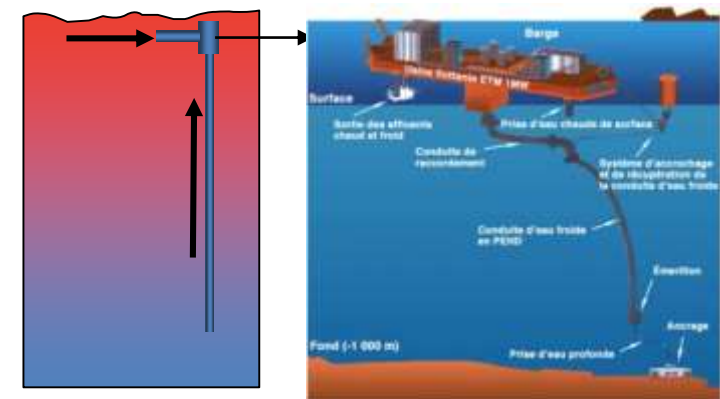
« SWAC » : Sea Water Air Conditioning

Pompe A Chaleur sur eau de mer (PAC)

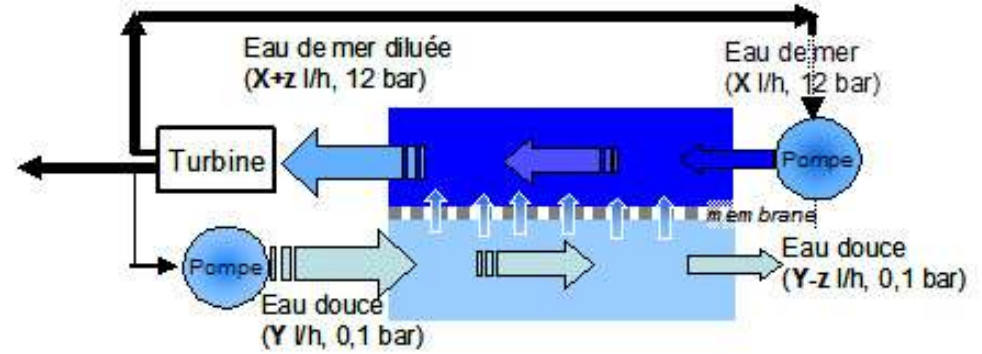
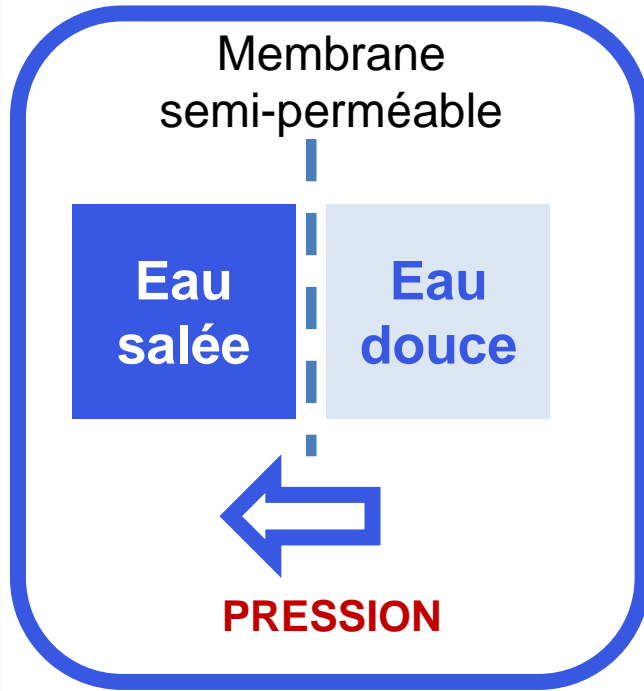
Climatisation par eau froide (SWAC)

Energie Thermique des Mers (ETM)

« OTEC » : Ocean Thermal Energy Conversion



Energie « osmotique » (gradient de salinité)

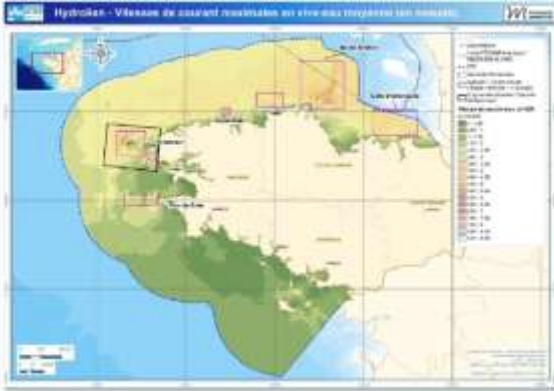


Captage d'énergie PRO (d'après Panyor)

Une seule « usine »
expérimentale en
Norvège

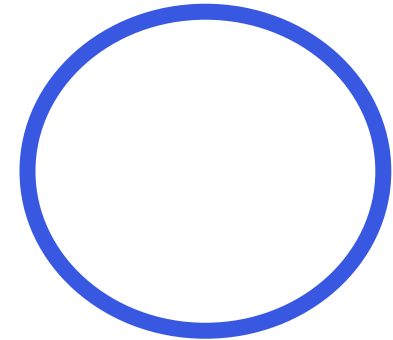


Les EMR: ressources/potentiels PTE



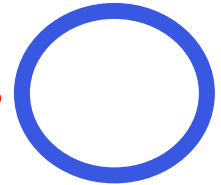
Ressource : phénomène et intensité

- 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

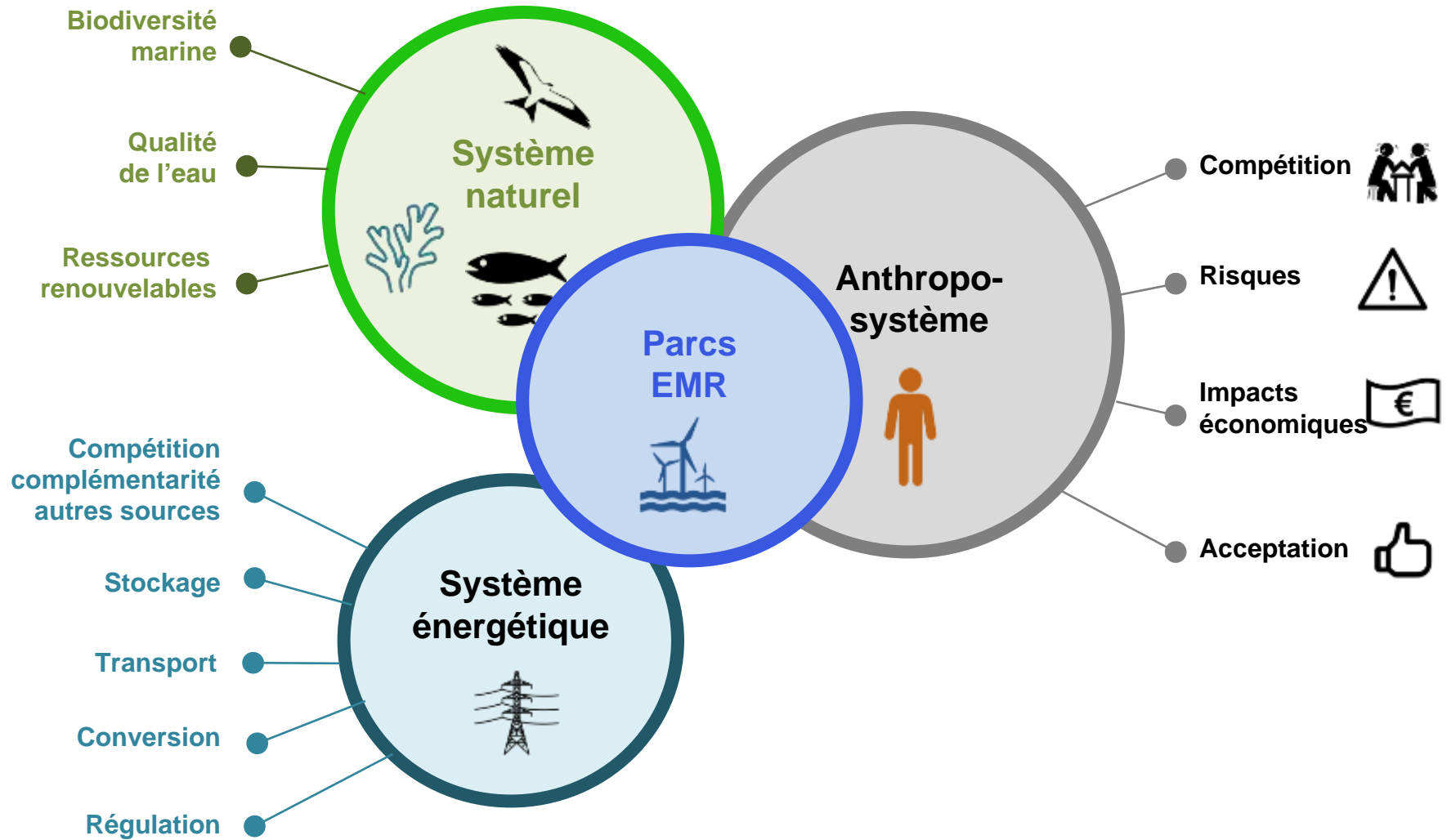
Total	120 000 TWh
--------------	--------------------

Source : Club des Argonautes

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, perte de revenu
- Cadre de vie: paysage, tranquillité

Risques

- Systémiques
- Locaux : accidents (collisions, pollutions...)

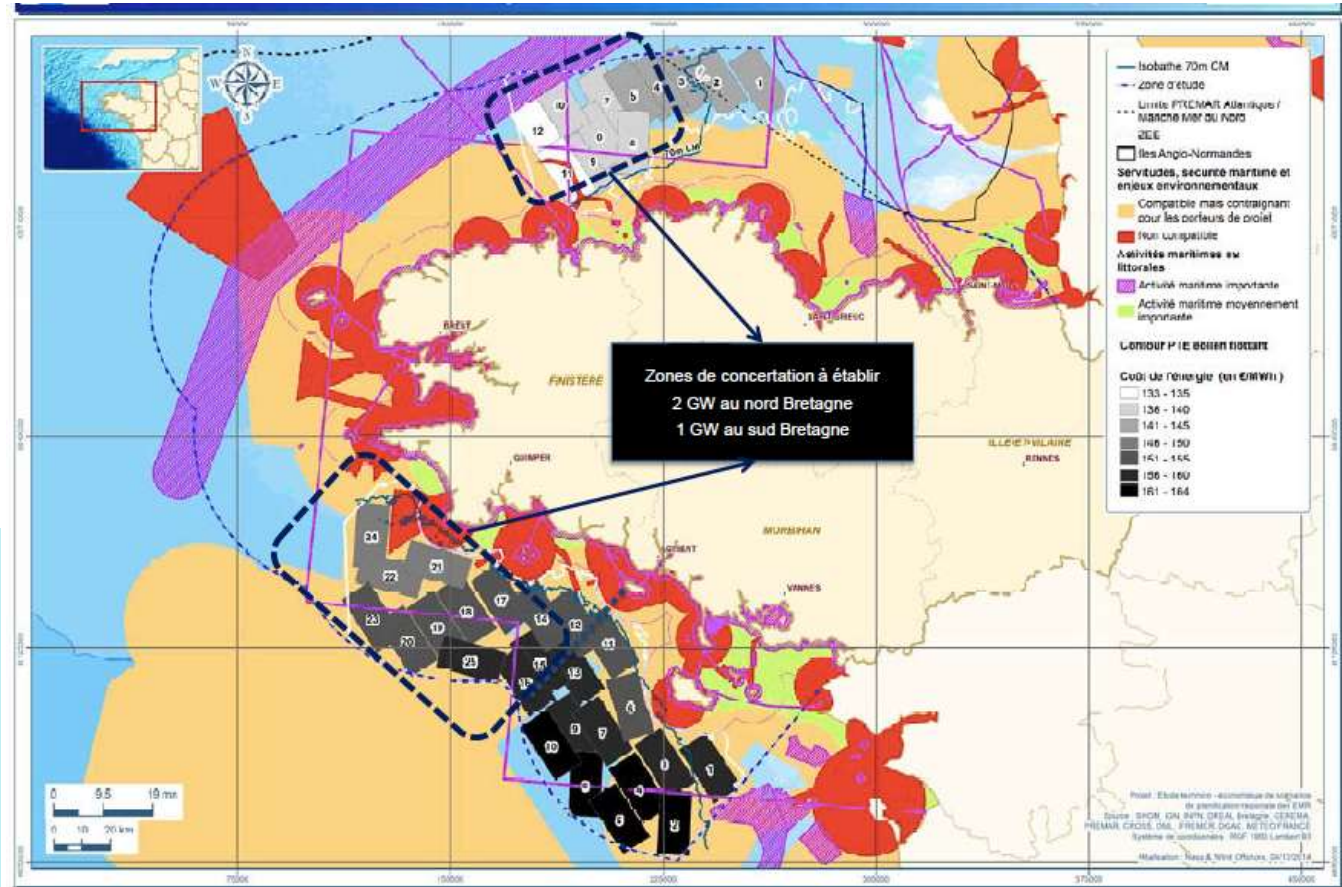
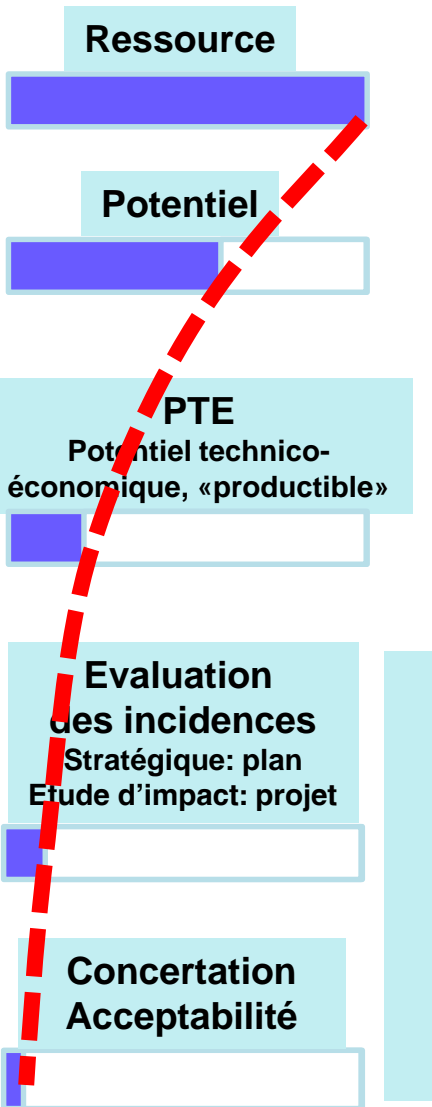
Enjeux « sociétaux »

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

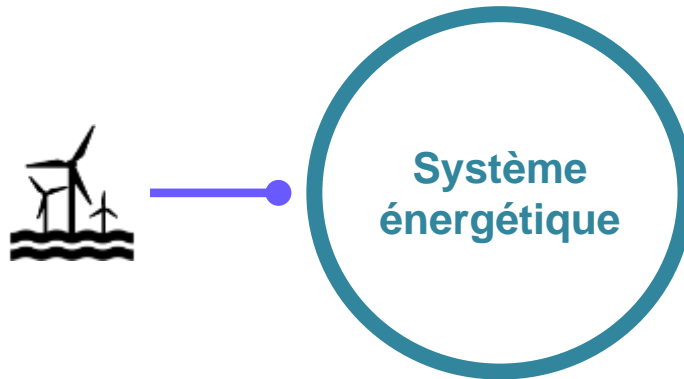
Concertation et acceptation

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

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

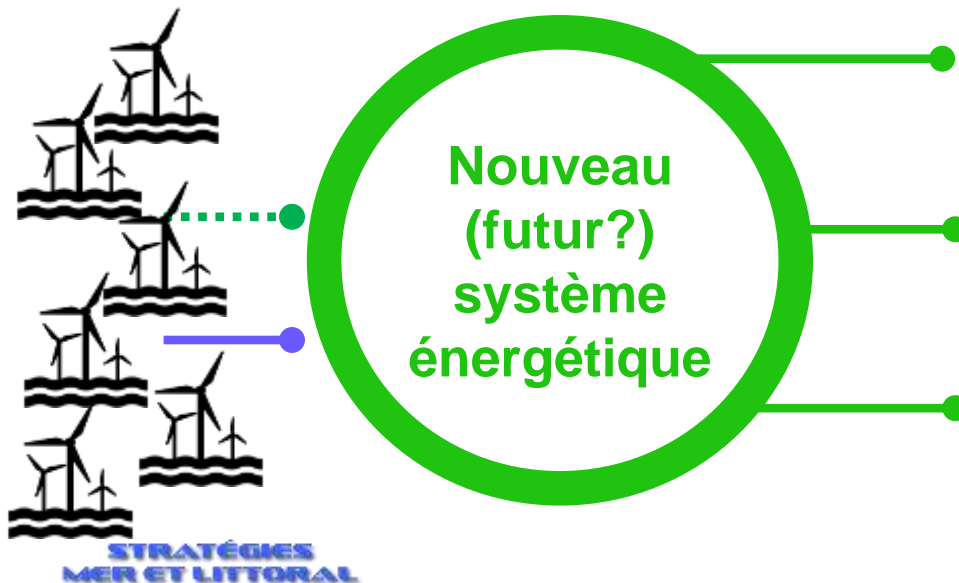


Interactions avec le système énergétique



Intégration limitée à l'injection
→ Pas de modification notable

Transition

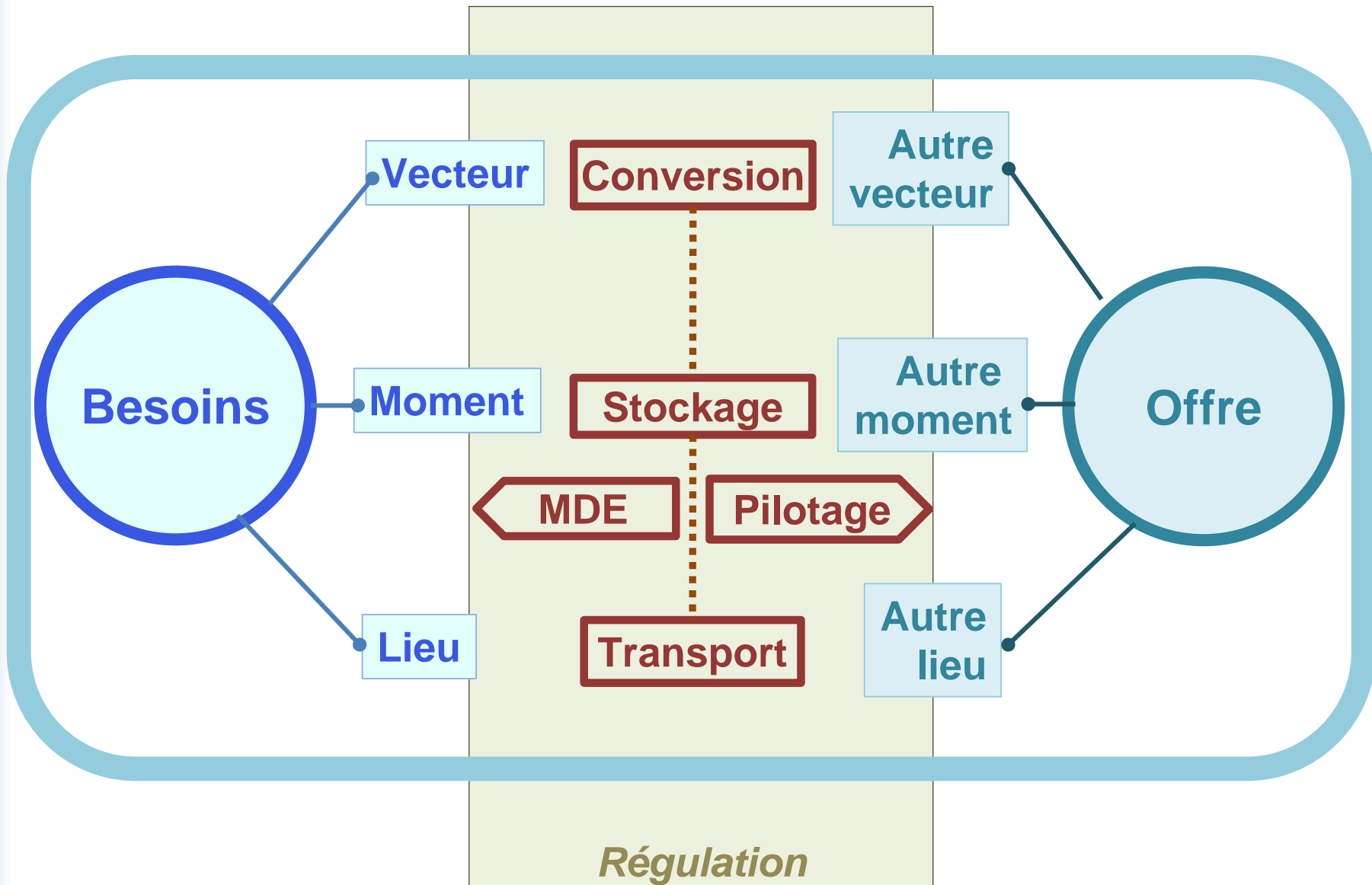


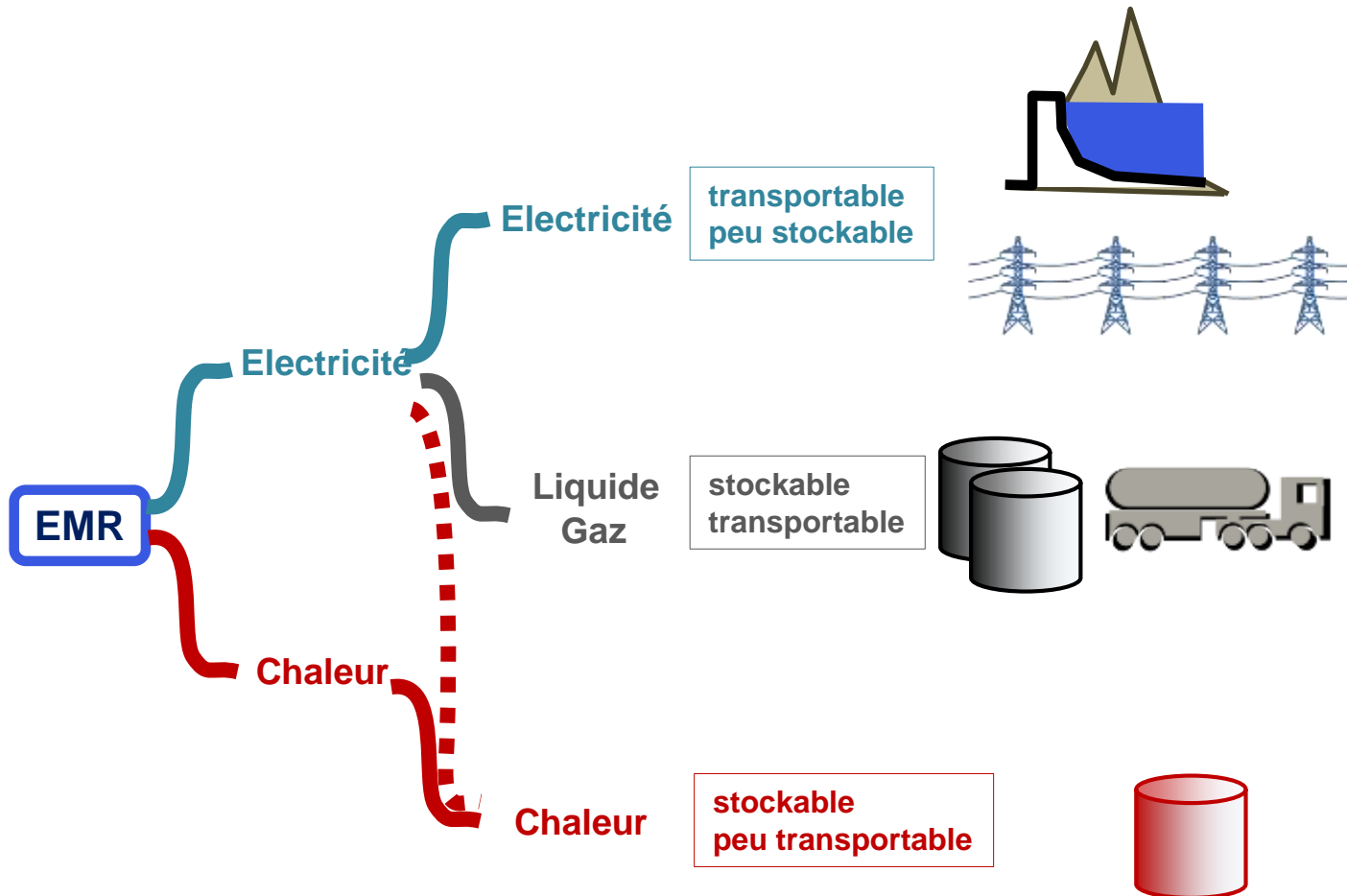
Vecteur (s): **électricité**, **chaleur**,
liquide, gaz ?

Transport, conversions,
stockage?

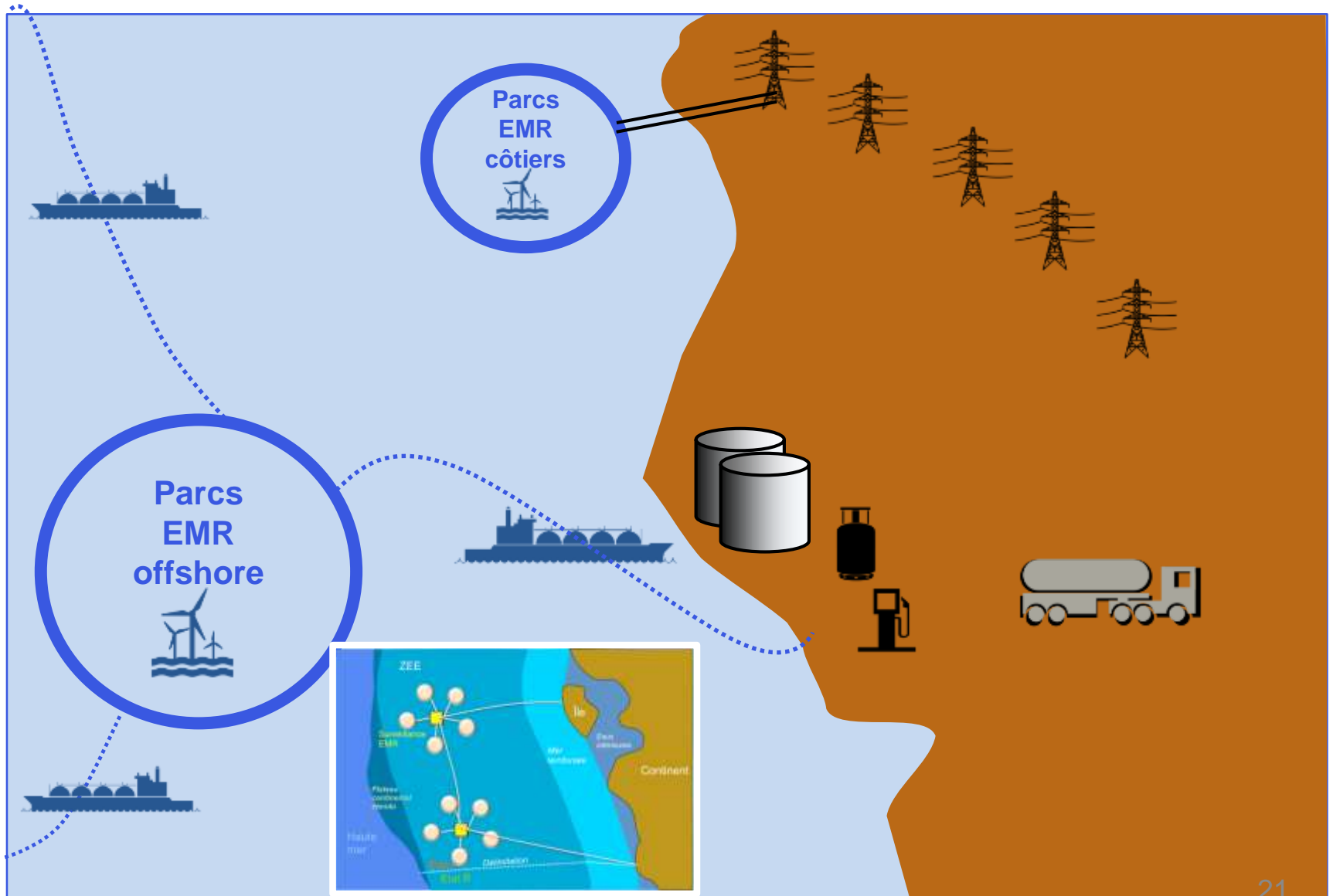
Régulation ?

Systeme énergétique et régulation





ENR/EMR et futur système énergétique?



Les énergies de la mer, quel avenir?

- Une ressource considérable, inépuisable, bien distribuée, en principe accessible 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

Christophe Le Visage

christophe.le.visage@gmail.com

christophe.le.visage@strategies-marines.fr

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

Graphiques : © Noun Project - thenounproject.com