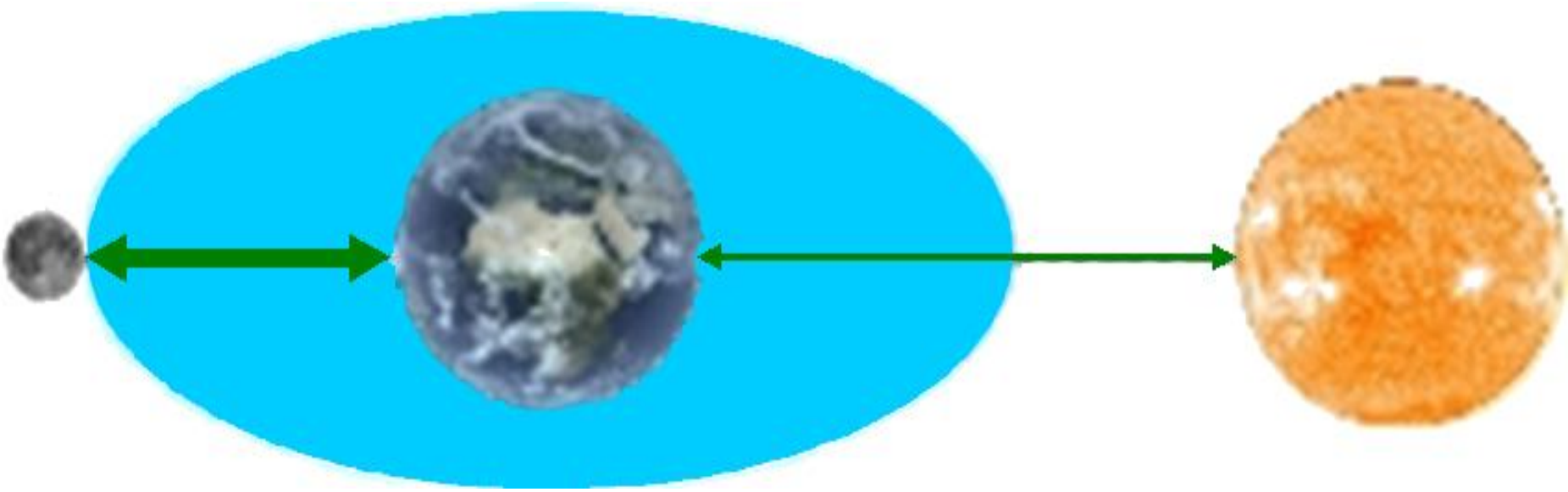
Hydroliennes



Quelques aspects techniques relatifs à l'hydrolien

Exploiter les courants marins

- Les courants marins exploités proviennent du mouvement des marées, dont l'horaire et l'amplitude sont calculables très longtemps à l'avance (prédictibilité).
- Dans nos contrées, sur les zones propices à l'exploitation, le régime des marées est surtout semi-diurne ; le flux change donc de sens quatre fois par jour, suivant une direction globalement parallèle aux côtes.
- Les faibles variations de direction du courant, lorsqu'il est établi, justifient l'absence de dispositif d'orientation des turbines, avec des gains en coûts de construction et de maintenance.

Principe de l'énergie hydrolienne



- Les hydroliennes exploitent *l'énergie cinétique* des courants marins.
- Ce sont, le plus souvent, des turbines qui sont placées dans l'axe des courants d'eau sous-marins afin d'en capter l'*énergie cinétique* pour la transformer en *énergie mécanique* puis *électrique*.
- L'électricité produite est ensuite acheminée par des câbles sous-marins jusqu'au rivage. On peut également envisager la production d'hydrogène in situ.
- On peut compléter la production par des dispositifs de stockage électriques, hydrauliques, pneumatiques…

La formule de puissance

$$P = 1/2 * \rho * Cp * \pi D^2/4 * V^3$$

En d'autres termes, la puissance d'une hydrolienne est proportionnelle :

- À la masse volumique ρ de l'eau de mer (1 025 $kg \cdot m^{-3}$)
- Au coefficient de performance Cp de la machine (env. 0,25)
- Au carré du diamètre de son hélice
- Enfin, au cube de la vitesse du courant

Lien entre puissance nominale et production effective

- La puissance nominale ou « puissance installée » indique la puissance maximale des générateurs pour une vitesse de courant optimale, trop rarement indiquée.
  - **Production annuelle « théorique » d'une hydrolienne de 1 MW :**

    env. 9 000 MWh

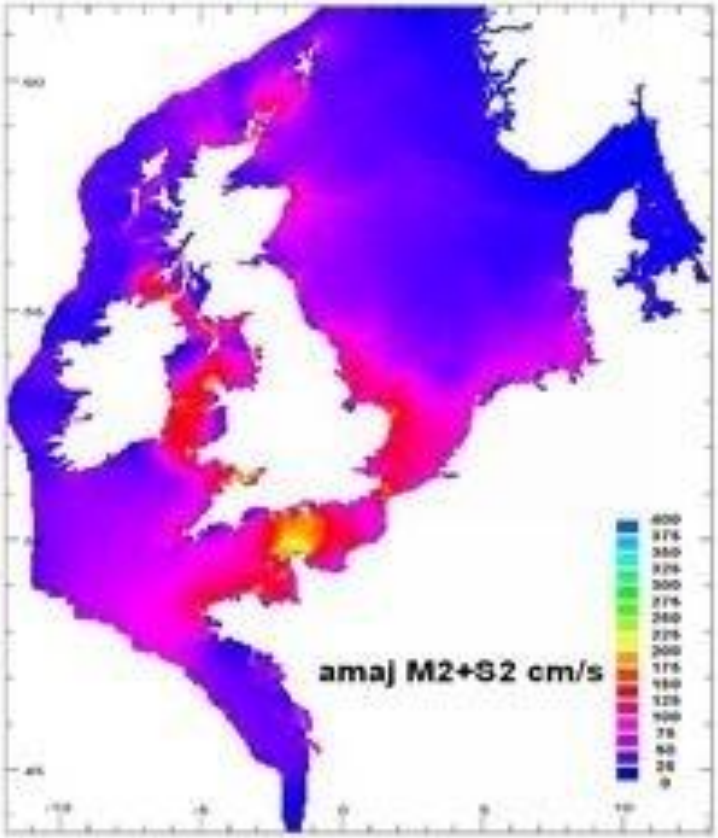
- Les courants de marée sont alternatifs et leur vitesse suit une loi sinusoïdale, accentuée par le terme en V^3 de la formule de puissance. De plus, l'intensité des courants de marée est soumise à des variations cycliques importantes (coefficient de marée variant de 20 à 120).
  - ***Production annuelle pouvant raisonnablement être attendue d'une hydrolienne de 1 MW dans le Raz Blanchard : 2 000 MWh***

Rentabilité potentielle de l'énergie hydrolienne

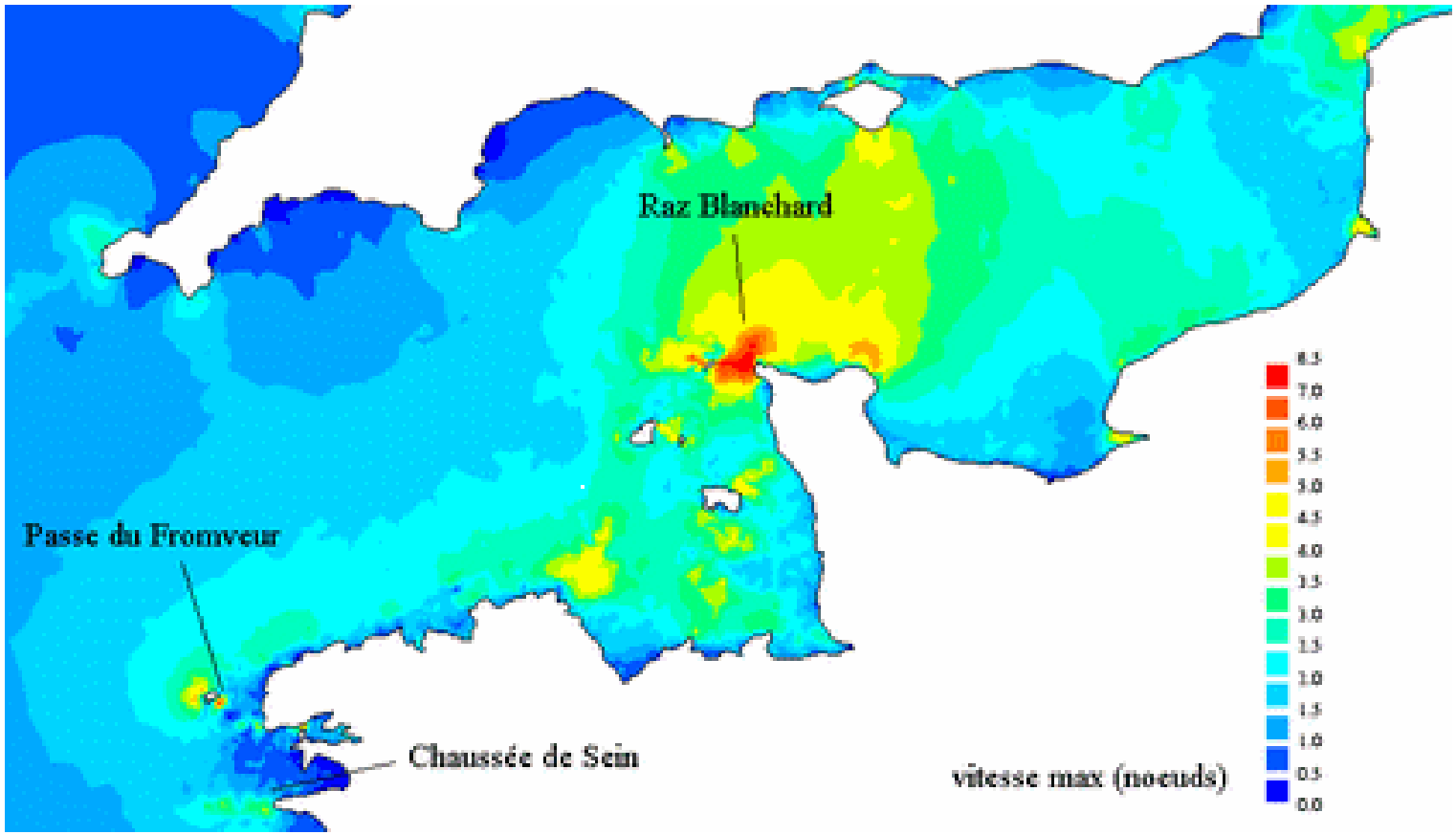
Premières estimations faites dans un contexte à 50 € le MWh, mais ce chiffre a presque **décuplé** depuis la fin 2021.

- La rentabilité d'un projet hydrolien dépend notamment de l'investissement initial, des coûts d'exploitation, du productible réel et du prix de valorisation de l'électricité. À titre d'ordre de grandeur, une machine de 1 MW produisant 2 000 MWh/an générerait 300 000 € de chiffre d'affaires annuel avec une valorisation moyenne de 150 €/MWh.
- La prédictibilité des marées et la régularité de la production constituent des atouts importants pour la valorisation de cette énergie..

À propos des courants marins en Europe



À propos des courants marins en Manche



Potentiel hydrolien théorique

- Selon une étude européenne réalisée en 1996, le potentiel hydrolien européen exploitable est estimé à 12,5 GW, qui pourraient produire 48 TWh annuels.
  - Au Royaume-Uni : 6 GW (source EDF)
  - En France : 3 GW (source EDF)

Au Canada

Source : Bibliothèque et Archives nationales du Québec

POTENTIEL DU COURANT DES MARÉES PAR PROVINCES ET PAR TERRITOIRES

TERRITOIRE OU PROVINCE	POTENTIEL DU COURANT DES MARÉES (MW)	NOMBRE DE SITES	PUISSANCE MOYENNE (MW)
Territoires du Nord-Ouest	35	4	9
Colombie-Britannique	4 015	89	45
Québec	4 288	16	268
Nunavut	30 567	34	899
Nouveau-Brunswick	636	14	45
Île-du-Prince-Édouard	33	4	8
Nouvelle-Écosse	2 122	15	141
Terre-Neuve-et-Labrador	544	15	36
Total	**42 240**	**191**	**221**

À pleine mer, le courant s’arrête-t-il ?

Deux observations depuis un quai

Sur une échelle de marée, on lit la hauteur de l’eau en mètres. Un flotteur qui passe devant le quai révèle un autre mouvement : l’eau se déplace horizontalement, à une vitesse que l’on exprime en nœuds ou en m/s.

Le flotteur peut encore dériver à pleine mer.

À cet instant, le niveau cesse de monter sur l’échelle. Le courant, lui, peut encore être soutenu. L’écart entre pleine mer et minimum de courant dépend du lieu. Pour une hydrolienne, il faut donc lire la vitesse du courant au site même.

Lire l’onde de marée en Manche

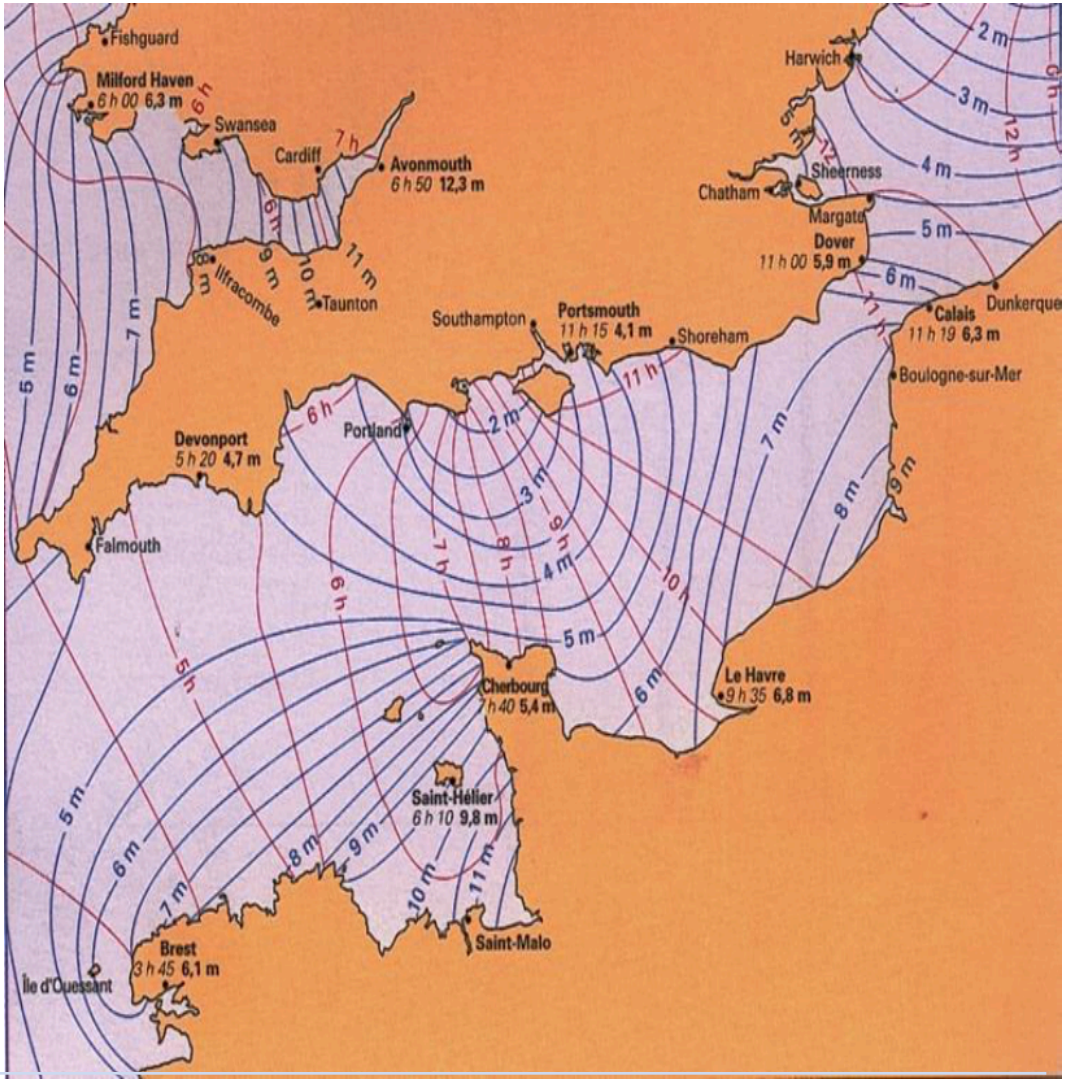
Les lignes rouges

Elles relient les lieux où la pleine mer survient à la même heure.

Les lignes bleues

Elles relient les lieux de même marnage : la différence de hauteur entre pleine mer et basse mer. La carte correspond au coefficient 95.

Le décalage entre deux pleines mers ne donne pas celui entre deux minima de courant. Comparez ces minima sur la planche 13.



Comparer les courants au Raz Blanchard et à Paimpol–Bréhat

Quand un courant faiblit, l’autre reste-t-il soutenu ?

1 Dans la carte, choisissez « Vitesse V ». Déplacez le curseur jusqu’à une vitesse minimale au Raz Blanchard.

2 À cette même heure, lisez la vitesse à Paimpol–Bréhat. Repérez le minimum le plus proche sur ce second site. Combien de temps sépare les deux minima ?

Ouvrir la carte interactive HydreManche ›