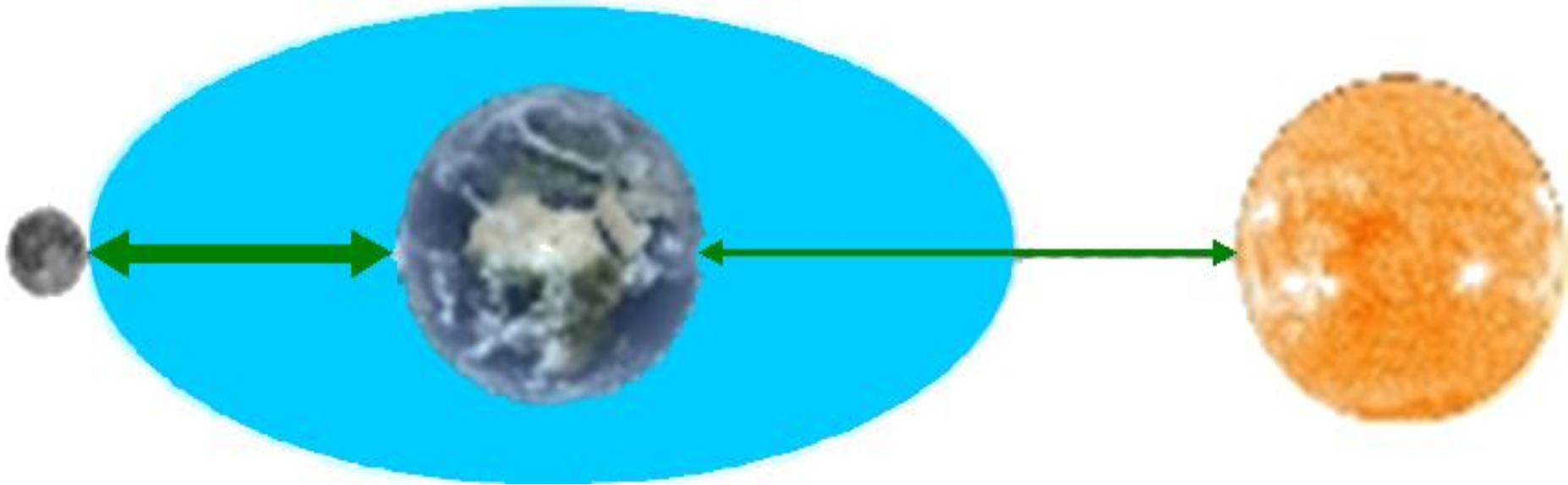


Hydroliennes



**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

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

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

- À la masse volumique ρ de l'eau de mer (1 025 kg·m⁻³)
- Au coefficient de performance C_p 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).

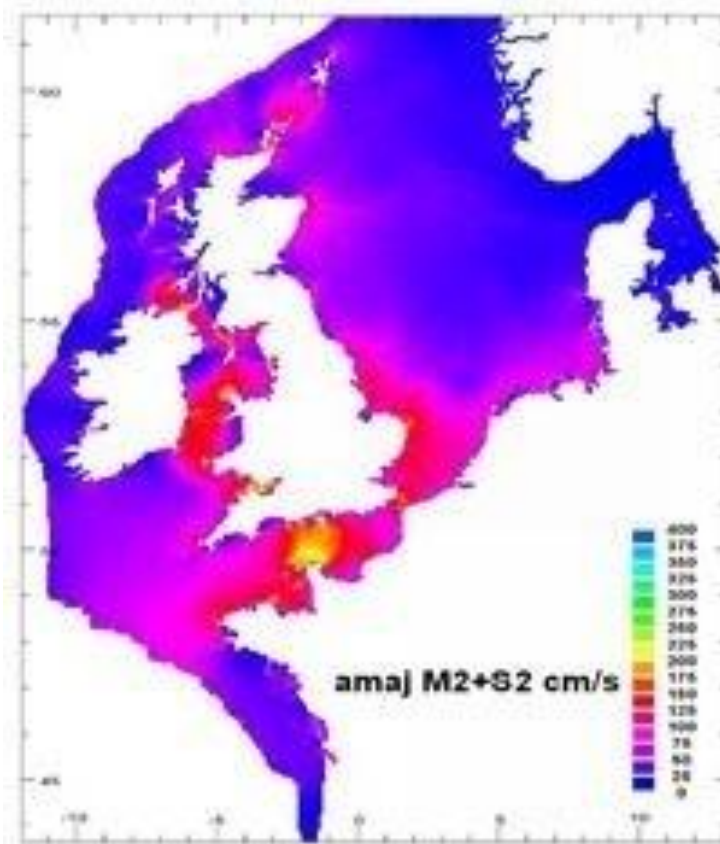
➤ **Production annuelle pouvant raisonnablement être attendue d'une hydrolienne de 1 MW dans le Raz Blanchard : 2 000 MWh**

Rentabilité potentielle de l'énergie hydrolienne

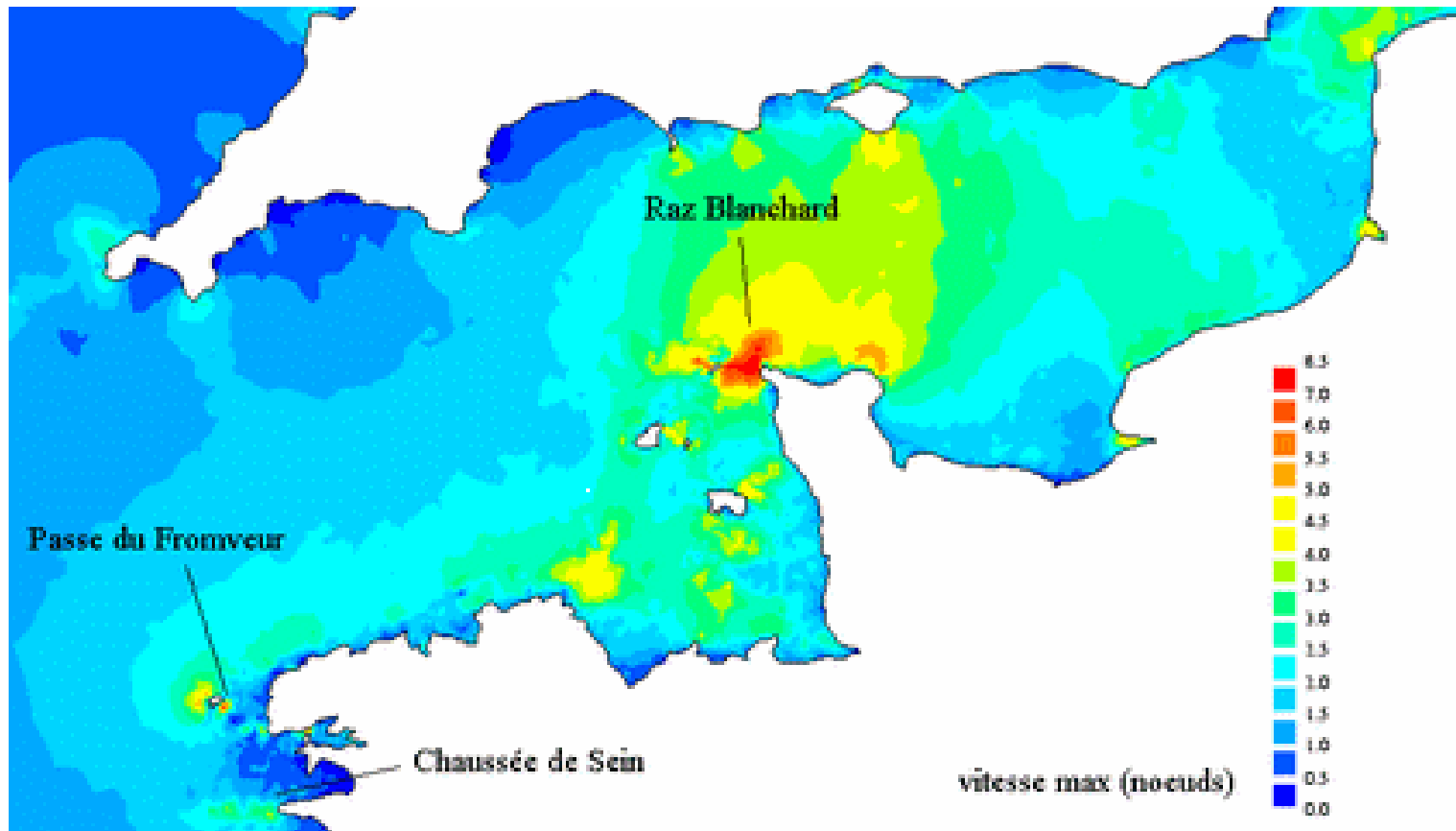
Premières estimations faites dans un contexte à 50 € le MWh, mais ce chiffre a presque décuplé depuis la fin 2021.

- 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

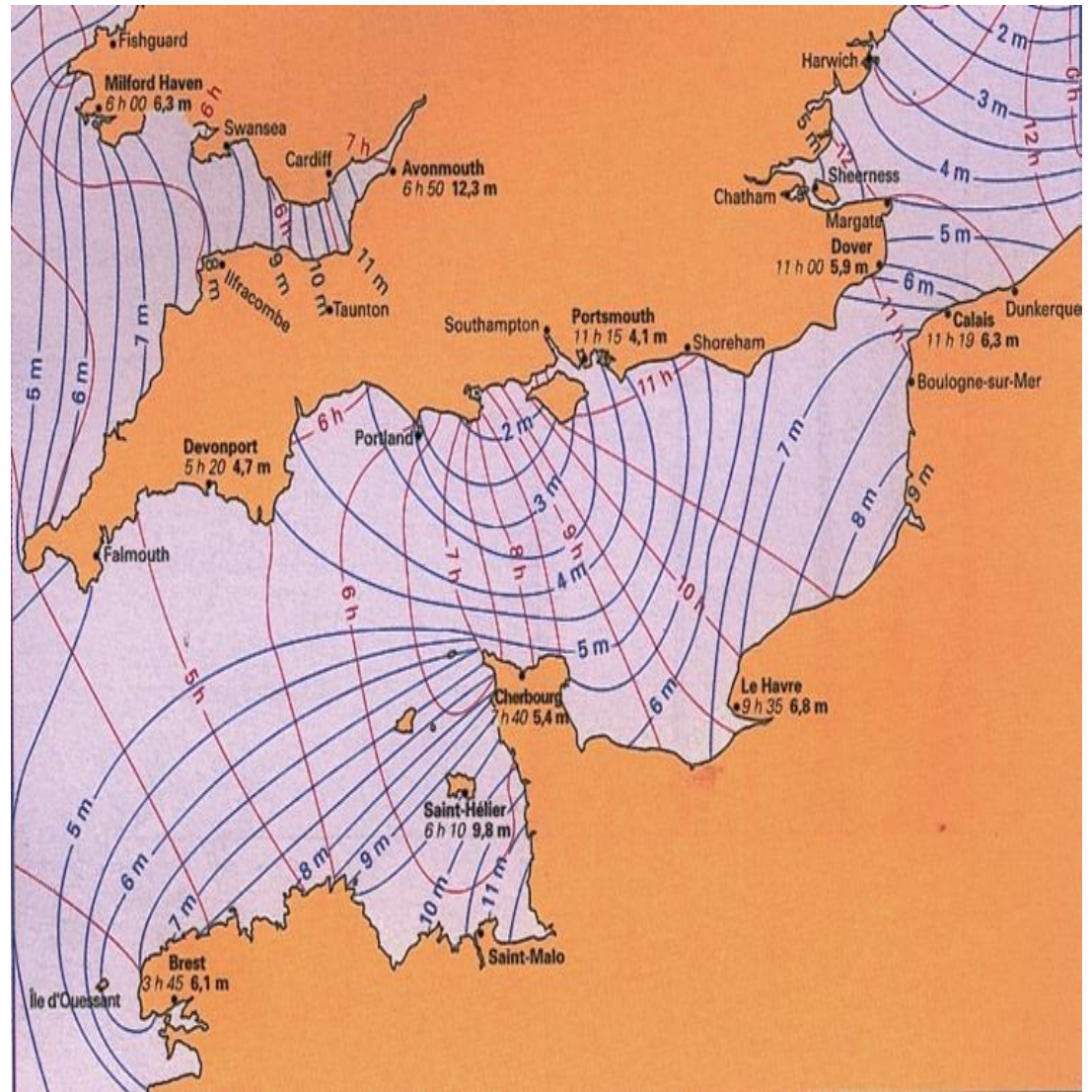
L'onde de marée

- ❖ La marée se propage comme une onde le long des côtes.
- ❖ On peut en tirer parti en étageant les sites de captation de manière à lisser la production de courant électrique.

L'onde de marée en Manche

Cette carte, issue de l'**IFREMER**, représente l'évolution de la marée réelle dans la Manche (somme de toutes les composantes). Les nombres indiqués sous certains ports sont la phase de la pleine-mer et le marnage par vive-eau moyenne (coef=95). Les lignes représentent :

- **en bleu : lignes d'iso-marnage**, représentant une même valeur de marnage. C'est cette hauteur qui est utilisée pour le calcul du coefficient de marée. Notez que la marée est plus importante le long des côtes françaises que des côtes anglaises ; cela est dû à la force de Coriolis, qui tend à pousser l'onde vers la droite.
- **en rouge : les lignes cotidiales**, représentant les points se trouvant en pleine mer (PM) à la même heure. Si la PM est à 3 h 45 à Brest, la marée est encore montante à Cherbourg et la PM ne sera atteinte qu'à 7 h 40, soit presque 4 h après. Le décalage entre Barfleur et le Raz Blanchard est d'environ 1 h 30. L'onde de marée se propage vers le Pas-de-Calais.



Production hydrolienne cumulée de trois sites majeurs (**sans Raz de Barfleur**)

Source : IFREMER

Production hydrolienne des 3 sites majeurs
(avec limites basse et hautes)

