

Étude multicritère de sites propices aux tests de prototypes d'hydroliennes de petite et moyenne puissances dans la Mer des Pertuis.

Olivier LE MOINE¹, Robin PASQUET², Philippe GEAIRON¹, Damien VOYER³, Audrey BRUNEAU¹

1. Laboratoire Environnement Ressource des Pertuis Charentais, Station Ifremer, 17390 La Tremblade, France. Olivier.Le.Moine@ifremer.fr

2. CD17, Maison de la Charente Maritime, 85 boulevard de la République, 17076 La Rochelle, France. robin.pasquet@charente-maritime.fr

3. École d'ingénieurs en génie des systèmes industriels, EIGSI, 26 rue de Vaux de Foletier, 17041 La Rochelle cedex 1, France.

1 – Contexte

- Atouts du Département de la Charente Maritime CD17 (façade maritime particulière et bassin local de compétences) ayant fait naître la volonté de faciliter le développement des Energies Marines Renouvelables (EMR)
- Nécessité d'un inventaire des ressources disponibles et d'une étude de faisabilité pour l'installation de sites d'essais dédiés aux matériels hydroliens
- Regroupement de diverses expertises partenaires locales (ENEDIS, Ifremer, EIGSI, Université de La Rochelle ULR, etc.) pour mener cette réflexion

3 - Matériels et méthodes

- Utilisation d'un Système d'Information Géographique (SIG) pour analyser, classer et croiser les différentes informations. Les analyses géostatistiques donnent des éléments d'aide à la concertation locale, d'anticipation d'éventuels conflits d'usages ou d'exploration de zones nécessitant une évolution réglementaire
- Méthode de sélection sous SIG en trois temps :
 1. Choix des variables spatiales à prendre en compte (sélection et caractérisation)
 2. Reclassement de ces variables en fonction des contraintes techniques des différents types d'appareils
 3. Croisement de ces variables avec une pondération adaptée à la thématique (DGEC-MEDE, 2013).
- Variables de SELECTION : bathymétrie, courants, zones d'exclusions réglementaires... Elles sont de sources diverses i) SHOM, DDTM, CD17, ii) Ifremer, iii) ULR, SHOM Elles concernent i) la réglementation, les usages (cultures marines, pêche), et la bathymétrie, ii) les variables de courants issues du modèle MARS-3D de l'Ifremer, et iii) des variables de nature des fonds sous marins ou d'habitats à protéger.

2 – Objectifs

- Définir et caractériser des sites d'essais favorables dans la Mer des Pertuis Charentais :
- Recenser les zones potentielles d'installation
 - Donner des éléments objectifs de choix
 - Fournir pour chaque site un panel d'informations pratiques
 - Anticiper les éventuels conflits d'usage

Les aspects technico-économiques (coût de raccordement, rendement, ...) seront pris en compte dans un second temps à la suite de cette étude amont.

Tableau 1. Proposition de nomenclature en fonction des puissances de machine.

Nomenclature	Mini	Petit	Moyen
Puissance nominale P _N (kW)	1 - 5	5 - 30	30 - 100
Nombre de foyers équivalents	1 à 2	2 à 5	6 à 15
Diamètre équivalent D (m)	1 - 4	1 - 5	3 - 5
Limite bathymétrique (H _{lim})	- 6 m	- 7 m	- 7 m
Densité de puissance nominale PD _N (kW.m ⁻²)	0,16 - 5,0	0,42 - 5,5	0,87 - 9,70
Limite hydrodynamique (APD _{lim})	55,7 W.m ⁻²	145 W.m ⁻²	301 W.m ⁻²

4 – Résultats

- ❑ Classification des gammes de puissances : étude effectuée sur 37 systèmes existants
 - Identification de 3 groupes partageant des caractéristiques proches : mini, petit et moyen hydrolien - *Tableau 1*
- ❑ Définition des seuils - *Tableau 1. & 2.*
 - Sélection hydrodynamique
 - ✓ Densité de puissance hydrodynamique moyenne extractible APD_{dispo} : calcul direct depuis U_i (vitesse instantanée) et f(U_i) (occurrence correspondante). Introduction du facteur d'impact de l'hydrolienne sur l'écoulement SIF = 0,40 (LEGRAND, 2009)

$$APD_{dispo} = SIF \cdot APD_{hydro} = SIF \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho_e \sum_{i=1}^{N_B} (U_i^3 \cdot f(U_i)) \quad (W.m^{-2})$$
 - ✓ Densité de puissance limite de fonctionnement APD_{lim} : estimation du besoin minimal d'une machine (données techniques machines). Introduction du facteur η_{site} = 0,35 donnant le rapport de la puissance moyenne réellement obtenue sur la puissance nominale d'une machine

$$APD_{lim} = \eta_{site} \cdot \min(PD_N)_{P_N} \quad (W.m^{-2})$$
 - ✓ Critère de choix

$$APD_{dispo} > APD_{lim}$$
 - Sélection bathymétrique
 - Exclusion des zones où H_{eau} > H_{lim} = - 6 m (niveau des plus basses mers astronomiques)
- ❑ Cartographies des résultats (à mi-hauteur sur la colonne d'eau)
 - Carte des zones potentielles d'installation pour chaque gamme de puissance - *Figure 1.*
 - Carte de permanence : pourcentage de temps cumulé où le courant est supérieur à X m/s
 - X = 0,5 m/s – démarrage théorique des prototypes (LEGRAND, 2009) – *Figure 2.a. & b.*

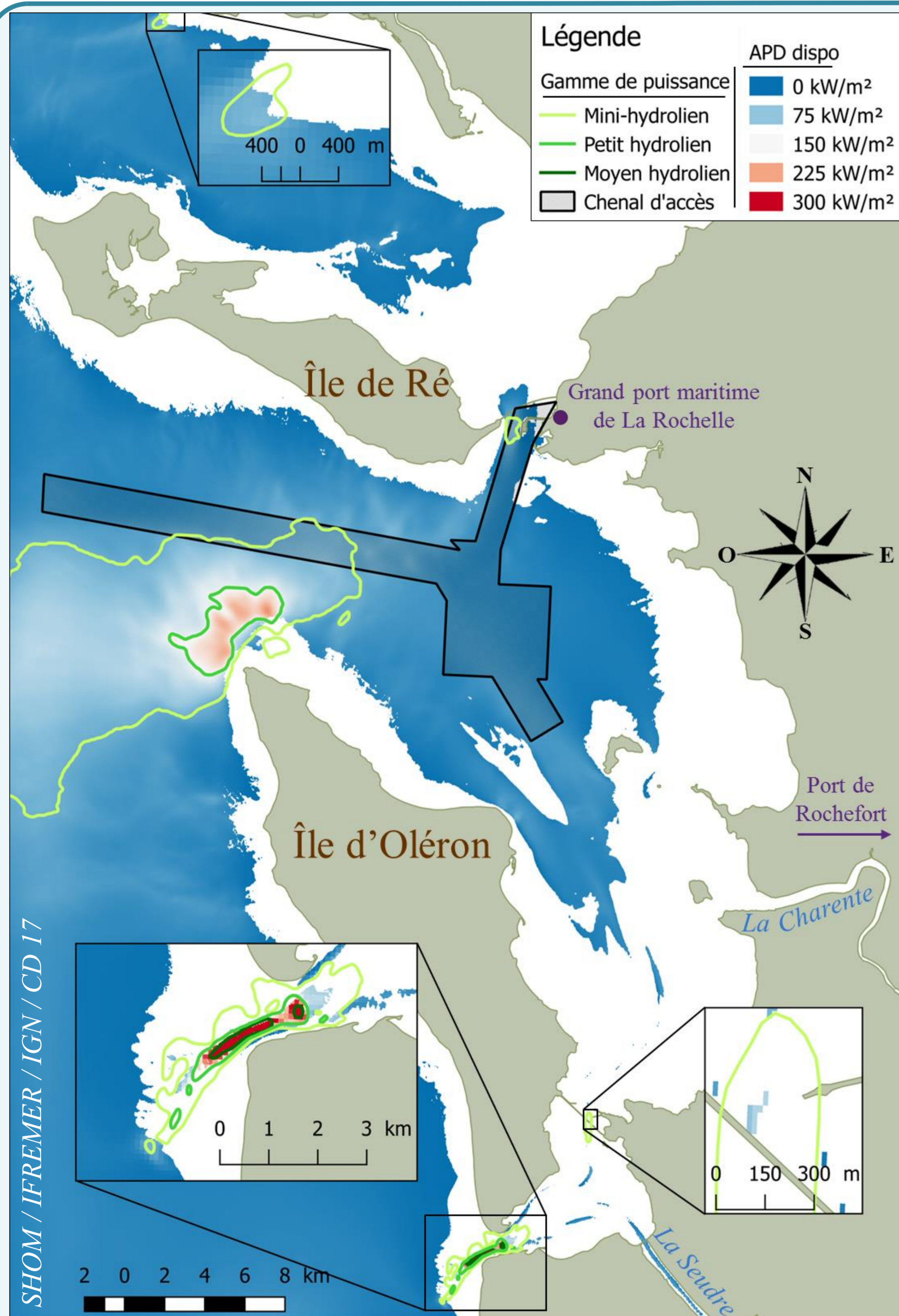


Figure 1. Zonage des implantations possibles en fonction des gammes de puissance

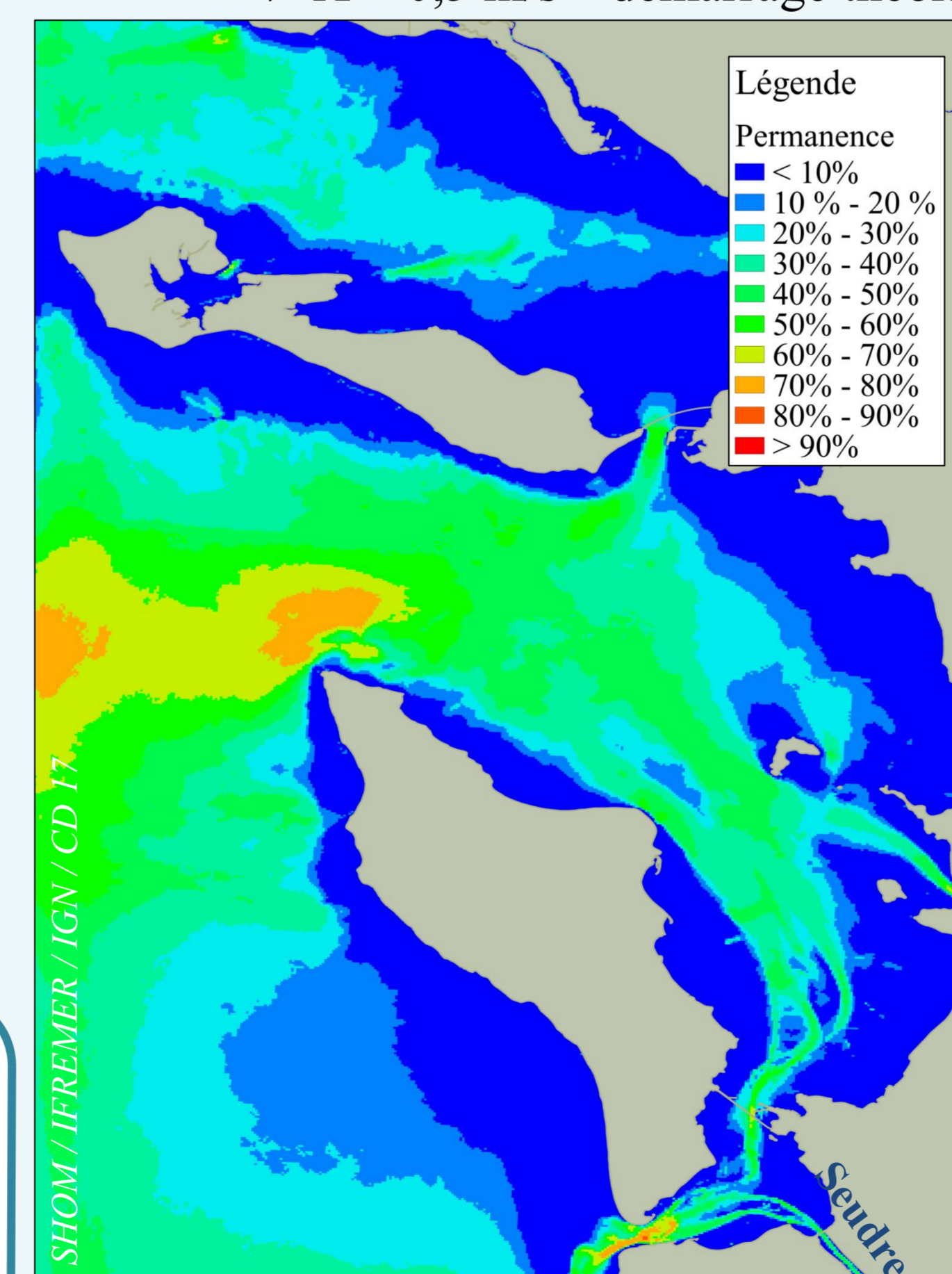


Figure 2.a. Carte de permanence V=0,5 m/s

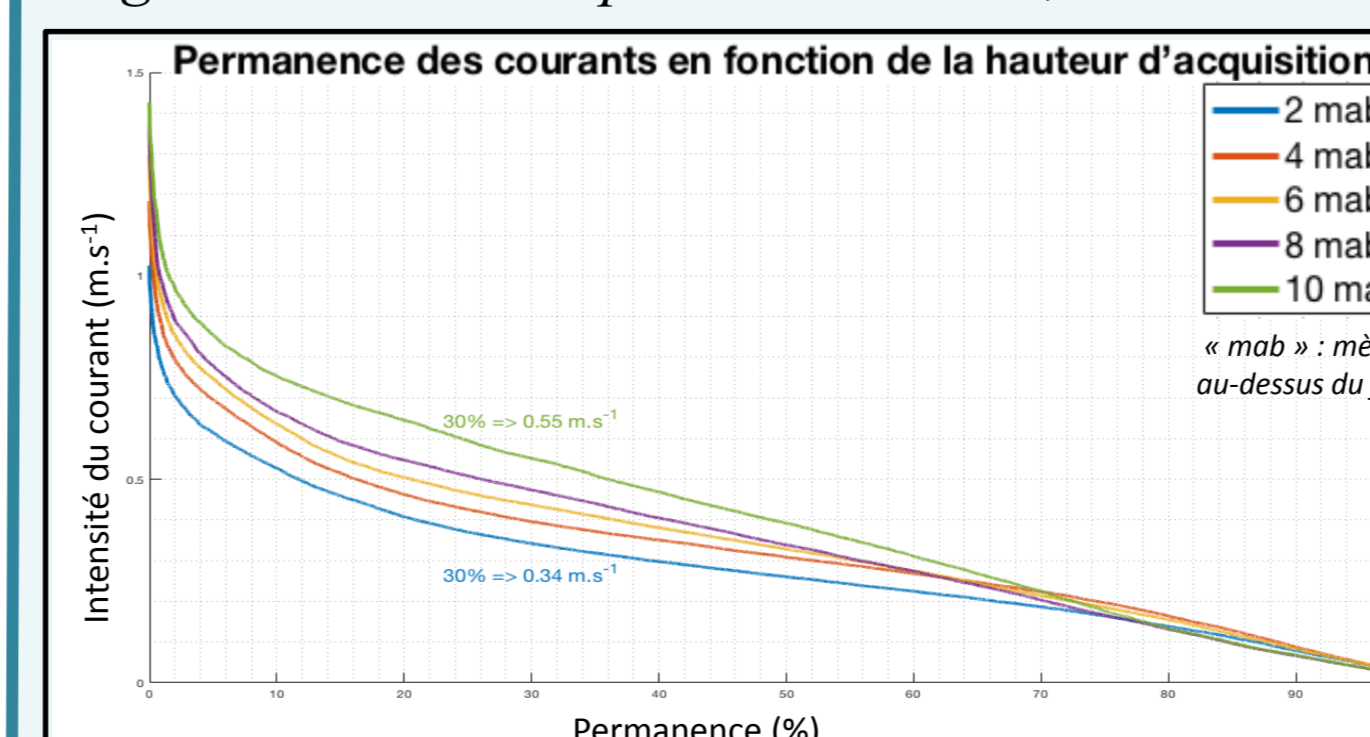


Figure 2.b. Courbe de permanence (mesure - SEUDRE)

Tableau 2. Variables et seuils de pondération

Variables de Sélection				
Variables	Exclusif	Défavorable	Neutre	Favorable
Bathymétrie (m)	< 6	6 - 7	7 - 11	> 11 m
APD (W/m ²)	< 55,7	55,7 - 145	145 - 301	> 301
Ports/Chenaux d'accès	X			
Cultures marines	X			
Câbles	X			
Variables de Caractérisation				
Les variables seront qualifiées de la même façon qu'elles l'ont été pour les variables de sélection				
Hydrodynamique (Permanence, occurrences, pertes avant démarrage, vitesse maximale, direction du courant, profil de courant, marnage...)				
Géotechnique (Type et épaisseur de sédiments, substratum rocheux, pente, matières en suspension, turbidité, mouvements sédimentaires ...)				
Raccordement (Type de fond, éloignement, puissance des postes avoisinants, ...)				
Environnement (Restrictions en cours sur la zone, espèces protégées, impact sur le milieu ...)				
Contraintes d'usage (Activités conchylicoles, pêcheurs, navigation, activités touristiques...)				

5 - Conclusions et perspectives

- Zonage à deux niveaux (zone totale explorée 223 143 ha) :
 1. Démarrage des prototypes : 8,6 % de la zone totale retenue
 2. Production : 6,9 % (Mini) → 0,53 % (Petit) → 0,014 % (Moyen)
- Rédaction d'un cahier des charges documenté (problématiques du *Tableau 2.*)
- Catalogage et description des sites en fonction des variables pondérées de sélection et de caractérisation
- Positionnement par site sur le type de dispositifs d'accueil des systèmes

Pistes potentielles à considérer pour la suite du projet :

- Affinage des données de courants (accélération locale potentiellement forte)
- Etude de houle et des mouvements sédimentaires
- Ouverture sur d'autres types d'EMR (marémoteur, houlomoteur, ...)

Publications citées :

- DGEC-DIRECTION GÉNÉRALE DE L'ENERGIE ET DU CLIMAT. (2013). *Etude multicritère pour la définition du potentiel hydrolien en France métropolitaine*. Ministère de l'Ecologie et de Développement Durable.
- LEGRAND C. (2009). *Assessment of tidal energy resource*. The European Marine Energy Centre Ltd. URL
- SARKAR A., BEHERA D.K. (2012). *Wind turbine blade efficiency and power calculation with electrical analogy*. International Journal of Scientific and Research Publications