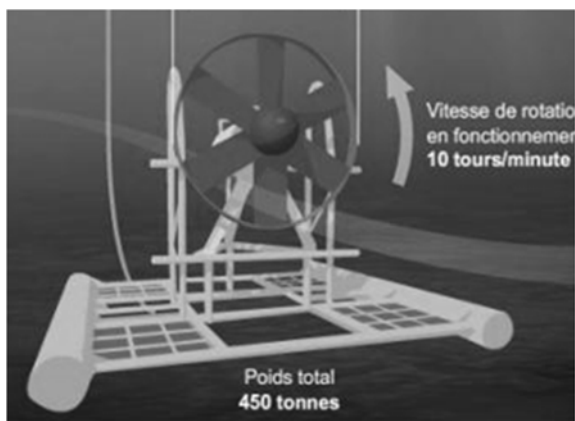


Sujet original, non modifié. Ancien programme.
L'intégralité de cette annale est conforme au nouveau programme.

EXERCICE III : UNE HYDROLIENNE À OUESSANT (5 points)

Située à quinze kilomètres des côtes françaises au large de la Bretagne, l'île d'Ouessant, qui compte environ 850 habitants en hiver, est alimentée en électricité par une centrale à fioul car elle n'est pas raccordée au réseau électrique du continent. Afin de diversifier l'alimentation en énergie de l'île et de réduire la consommation en fuel, une hydrolienne a été installée au large de l'île en 2015.



Cette hydrolienne, photographiée ci-dessus et schématisée ci-contre immergée, est constituée d'une **turbine sous-marine** qui permet de transformer l'**énergie cinétique des courants marins** liés au phénomène de la marée en énergie électrique grâce à un alternateur.

Relativement peu encombrante (par comparaison avec une éolienne), l'hydrolienne ne fonctionne en moyenne que 12 h par jour compte-tenu du caractère intermittent des courants liés à la marée.

Cette hydrolienne est conçue pour être immergée à proximité des côtes, entre 30 m et 40 m de profondeur dans des zones de courant dont la vitesse est supérieure à 4 nœuds.

En effet, la puissance cinétique P_c d'un courant marin, c'est-à-dire l'énergie cinétique de la masse d'eau de mer qui traverse par seconde les pales de la turbine à la vitesse v , est donnée par la relation :

$$P_c = \frac{1}{2} \rho S v^3$$

où :

- S est la surface balayée par les pales de l'hydrolienne (surface du disque ayant le diamètre de l'hélice), en m^2 ;
- ρ est la masse volumique de l'eau de mer, en $kg \cdot m^{-3}$;
- v est exprimée en $m \cdot s^{-1}$;
- P_c est exprimée en W .

Cependant, la diminution de vitesse au voisinage des pales et les pertes liées à la conversion d'énergie au sein de l'alternateur conduisent à un rendement global de l'ordre de 40 %.

D'après le site www.connaissancedesenergies.org

Détermination de la vitesse v d'un courant marin



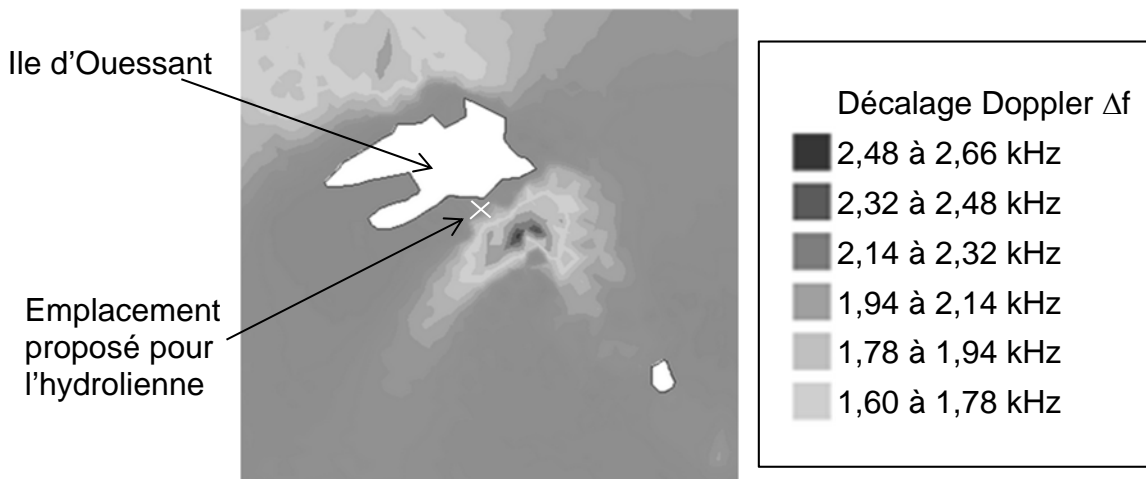
Il est possible d'utiliser un courantomètre acoustique à effet Doppler. Ce dispositif émet des ondes ultrasonores de fréquence f_e égale à 500 kHz se propageant dans l'eau de mer à la vitesse c égale à 1500 m.s⁻¹. Ces ondes ultrasonores sont réfléchies par les particules en suspension dans l'eau qui se déplacent avec le courant à la vitesse v .

Du fait de l'effet Doppler, on observe une différence, appelée décalage Doppler et notée Δf , entre la fréquence f_e des ondes ultrasonores émises et celle f_r des ondes ultrasonores réfléchies et reçues par l'appareil de mesure. On a :

$$\Delta f = f_r - f_e \quad \text{et} \quad f_r = f_e \left(1 + 2 \frac{v}{c}\right)$$

Données :

- 1 Wh = 3600 J
- Décalages Doppler mesurés à l'aide d'un courantomètre acoustique autour de l'île d'Ouessant, à mi-marée



D'après le site www.france-energies-marine.org

- Topographie des fonds marins autour de l'île d'Ouessant



D'après données SHOM/HOMERE

- Masse volumique de l'eau de mer au large de l'île d'Ouessant :
 $\rho = 1,02 \times 10^3 \text{ kg.m}^{-3}$.
- Le « nœud » (symbole nd) est une unité de vitesse utilisée dans le monde marin : $1 \text{ nd} = 0,514 \text{ m.s}^{-1}$.
- Consommation moyenne annuelle d'énergie électrique par personne : 6 MWh.
- Consommation annuelle de fuel de la centrale thermique d'Ouessant avant l'installation de l'hydrolienne : $1,8 \times 10^6 \text{ L}$.
- Surface d'un disque de rayon R : $S = \pi R^2$.

Questions préalables :

1. Schématiser la chaîne énergétique de l'hydrolienne.
2. Montrer que l'emplacement proposé pour l'installation de l'hydrolienne est adapté.
3. Estimer le diamètre d du disque balayé par les pales de l'hydrolienne à partir de la photographie.

Problème :

Quel est le pourcentage de fuel économisé suite à l'installation de l'hydrolienne ?

La démarche suivie et les calculs nécessaires nécessitent d'être correctement présentés.

Toutes les prises d'initiative et toutes les tentatives de résolution, même partielles, seront valorisées.