# Spécialité : Une hydrolienne à Ouessant

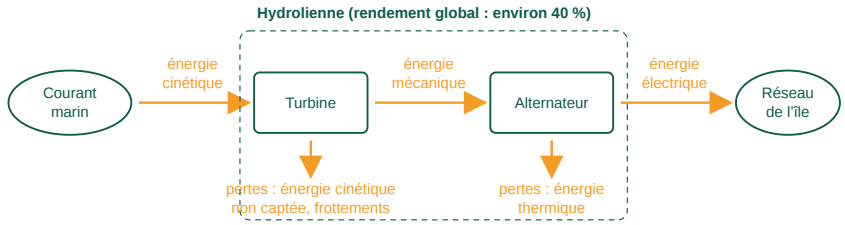
Bac S 2020 Polynésie (ancien programme) · Exercice 4 **5 points** **Durée conseillée 55 min**

## 1 Schématiser la chaîne énergétique de l'hydrolienne.

L'hydrolienne est un convertisseur : la turbine reçoit l'énergie cinétique du courant marin et la transmet sous forme d'énergie mécanique (rotation) à l'alternateur, qui la convertit en énergie électrique.

Une partie de l'énergie reçue n'est pas convertie : énergie cinétique conservée par l'eau, frottements, énergie thermique dissipée dans l'alternateur.

Énergie cinétique (courant marin) → turbine → énergie mécanique → alternateur → énergie électrique (réseau), avec des pertes.




**1** · Chaîne énergétique de l'hydrolienne

**PIÈGE**
Oublier les pertes : le rendement global n'est que de 40 %, une chaîne sans flèche de pertes est incomplète.

**MÉTHODE**
Une chaîne énergétique se lit de gauche à droite : les réservoirs aux extrémités, les convertisseurs au centre, une forme d'énergie écrite sur chaque flèche.

## 2 Montrer que l'emplacement proposé pour l'installation de l'hydrolienne est adapté.

**Données utiles** $f_e = 500$ kHz ; $c = 1500\ \text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ ; $1\ \text{nd} = 0{,}514\ \text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ ; conditions : profondeur de 30 m à 40 m, vitesse supérieure à 4 nd

**Profondeur.** Sur la carte des fonds marins, la croix est au bord de la zone sombre qui entoure l'île, là où la teinte passe au gris moyen : la profondeur y est de l'ordre de 30 m à 40 m.

**Vitesse du courant.** Sur la carte des décalages Doppler, la croix est dans une zone de gris moyen : $\Delta f$ est compris entre $1{,}94$ kHz et $2{,}32$ kHz, soit $\Delta f \approx 2{,}1$ kHz.

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

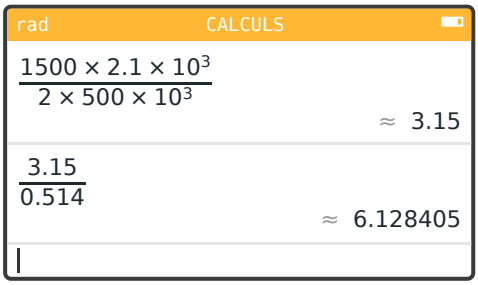
$$v = \frac{1500 \times 2{,}1 \times 10^3}{2 \times 500 \times 10^3} = 3{,}2\ \text{m}\cdot\text{s}^{-1} \quad \text{soit} \quad \frac{3{,}15}{0{,}514} = 6{,}1\ \text{nd}$$

Profondeur d'environ 30 m à 40 m et $v \approx 6\ \text{nd} > 4\ \text{nd}$ : l'emplacement est adapté.

**PIÈGE**
Deux conditions sont à vérifier, la profondeur et la vitesse. Convertir aussi $\Delta f$ et $f_e$ dans la même unité, et la vitesse en nœuds avant de comparer à 4 nd.

**COMPRENDRE**
La lecture de $\Delta f$ ne donne que deux chiffres significatifs : $v$ aussi. Même avec la plus petite valeur de la légende, $1{,}60$ kHz, on trouve $2{,}4\ \text{m}\cdot\text{s}^{-1}$, soit $4{,}7$ nd : la conclusion est sûre.

**À LA CALCULATRICE**



**3** Estimer le diamètre $d$ du disque balayé par les pales à partir de la photographie. Problème : quel est le pourcentage de fuel économisé suite à l'installation de l'hydrolienne ?

**Données utiles** $\rho = 1{,}02 \times 10^3$ kg · m$^{-3}$ ; rendement 40 % ; 12 h de fonctionnement par jour ; 850 habitants ; 6 MWh par personne et par an ; $v = 3{,}15$ m · s$^{-1}$ (Q2)

Sur la photographie, on prend pour échelle un homme debout, de taille voisine de 1,7 m. Le diamètre de l'hélice (du bout d'une pale au bout de la pale opposée) vaut environ 6 fois la taille de l'homme vu en entier à gauche : $d \approx 6 \times 1{,}7$ m.

$d \approx 10$ m

**Problème.** Étape 1 : puissance électrique fournie. Surface balayée : $S = \pi \left(\dfrac{d}{2}\right)^2 = \pi \times 5{,}0^2 = 79$ m$^2$.

$$P_c = \frac{1}{2}\rho S v^3 = \frac{1}{2} \times 1{,}02 \times 10^3 \times \pi \times 5{,}0^2 \times 3{,}15^3 = 1{,}3 \times 10^6 \text{ W}$$

Avec le rendement de 40 % : $P_e = 0{,}40 \times P_c = 5{,}0 \times 10^5$ W.

Étape 2 : énergie électrique produite en un an, à raison de 12 h par jour : $\Delta t = 12 \times 365 = 4\,380$ h.

$E = P_e \times \Delta t = 5{,}0 \times 10^5 \times 4\,380 = 2{,}2 \times 10^9$ Wh, soit $2{,}2 \times 10^3$ MWh.

Étape 3 : énergie électrique consommée sur l'île en un an : $E_{\text{île}} = 850 \times 6 = 5{,}1 \times 10^3$ MWh.

Étape 4 : avant 2015, toute cette énergie venait de la centrale. En supposant le volume de fuel brûlé proportionnel à l'énergie électrique produite par la centrale, la part de fuel économisée est $\dfrac{E}{E_{\text{île}}} = \dfrac{2{,}2 \times 10^3}{5{,}1 \times 10^3} = 0{,}43$.

Regard critique : le résultat repose sur deux estimations, $d$ et $v$ (prise constante, à sa valeur de mi-marée), et sur une population de 850 habitants, plus élevée en été. Seul l'ordre de grandeur est à retenir.

L'hydrolienne permet d'économiser environ 40 % du fuel, soit près de $8 \times 10^5$ L sur $1{,}8 \times 10^6$ L par an.

**PIÈGE**
Utiliser le diamètre à la place du rayon dans $S = \pi R^2$ multiplie le résultat par 4. Garder aussi $v$ en m · s$^{-1}$, et non en nœuds, dans $P_c$.

**COMPRENDRE**
Les hommes du premier plan paraissent plus grands : selon le repère choisi, on trouve $d$ entre 6 m et 10 m, et l'économie varie de 15 % à 45 %. Toute estimation cohérente et justifiée est valorisée.

**COMPRENDRE**
La « résolution de problème » était propre à l'ancien enseignement de spécialité. Les notions utilisées ici (effet Doppler, puissance, énergie, rendement) restent au programme actuel.

**À LA CALCULATRICE**

