EOLE WATER

Mise en situation :

Eole Water est la première éolienne productrice d'eau potable au monde.

La vocation d'Eole Water est d'apporter de l'eau potable à des collectivités isolées dépourvues de sources d'eau, en limitant les coûts d'installation et d'exploitation.

L'air de l'atmosphère terrestre est chargé d'humidité sous forme de vapeur d'eau, qui une fois convertie en eau pourrait constituer une immense réserve d'eau douce d'environ 13 000 km^3.

L'éolienne Eole Water intègre une pompe à chaleur permettant d'extraire l'humidité contenue dans l'air par condensation[1]. L'énergie électrique produite par l'éolienne est utilisée pour alimenter la pompe à chaleur.

Cette éolienne peut :

- produire l'eau potable nécessaire à une communauté isolée ne disposant pas d'autres ressources que celle de l'air ;
- produire de l'électricité qui est stockée pour les besoins de production d'eau.

L'éolienne dispose d'une commande permettant d'ajuster les différentes productions selon les besoins :

- 100 % de production d'eau ;
- 50 % de production d'eau et 50 % de production d'électricité ;
- 25 % de production d'eau et 75 % de production d'électricité ;
- 100 % de production d'électricité.

DOSSIER DE TRAVAIL DEMANDE

Problématique :

Eole Water est-elle capable de subvenir au besoin en eau d'un village de 100 habitants situé en zone désertique ?

1. Étude préliminaire

L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) estime à 5 litres par jour et par habitant les besoins minimaux en eau.

Q1 / En tenant compte des recommandations de l'OMS, **déterminer** la quantité d'eau nécessaire pour alimenter un village de 100 habitants.

Q2 / À l'aide de la figure 1 du DTR1, **déterminer** la quantité d'eau produite en 24 heures à 35 % d'humidité. **Vérifier** la compatibilité avec les performances en zone désertique annoncées par le constructeur dans le tableau 1 du DTR1.

1 Condensation : la condensation est le phénomène physique de changement d'état de la matière d'un état gazeux à un état liquide

2. Étude structurelle de l'éolienne Eole Water

Le système Eole Water peut être modélisé par le diagramme de blocs internes (ibd) de la figure 3 du DTR2.

Q3 / Nommer les composants de la figure 2 remplissant les fonctions suivantes :

- convertir l'énergie mécanique en énergie électrique ;
- convertir l'air humide en eau.

Associer chacune de ces fonctions aux repères « 1 » el « 2 » de l'ibd représenté à la figure 3 du DTR2.

3. Puissance absorbée pour la production d'eau

L'objectif de cette partie est d'estimer la puissance frigorifique nécessaire pour condenser l'eau afin de la stocker dans un réservoir.

La puissance frigorifique s'exprime par la relation suivante : $P_{Frigo} = \rho \cdot Q_v \cdot \Delta H$

Le document DTR3 donne les grandeurs physiques de cette relation.

Q4 / Sachant que ΔH = 44 kJ.kg^{-1}, **CALCULER** la puissance frigorifique P_{Frigo} nécessaire en kW (voir document DTR3).

Le COefficient de Performance de l'installation frigorifique, noté COP_{Frigo} est égal à 3. Il est défini par le rapport suivant :

$$COP_{Frigo} = \frac{P_{Frigo}}{P_{élec}}$$

$P_{élec}$ est la puissance électrique absorbée par le groupe moto-compresseur.

Dans cette installation frigorifique, les consommations électriques des composants accessoires sont négligeables par rapport au groupe moto-compresseur.

Pour la question suivante, la puissance frigorifique P_{Frigo} est prise égale à : 93 kW.

Q5 / Pour le COP_{Frigo} donné ci-dessus, **calculer** la puissance électrique absorbée par le groupe moto-compresseur $P_{élec}$. **Vérifier** ce résultat en le comparant à la puissance électrique absorbée de 31 kW annoncée par le constructeur.

D'autres procédés existent pour obtenir de l'eau potable. Deux procédés de dessalement d'eau présentés dans le tableau ci-dessous. Ils ont comme inconvénient de rejeter des eaux très chargées en sel qui perturbent l'écosystème.

Tableau de comparaison des procédés de production d'eau potable :

Procédé de production	Consommation
Distillation	15 kW.h.m^{-3}
Osmose inverse	3,5 kW.h.m^{-3}
Eole Water	A déterminer

Dans des conditions nominales, le procédé Eole Water produit 38 litres par heure avec une puissance électrique moyenne $P_{élec}$ = 31 kW.

Q6 / Calculer la consommation énergétique d'Eole Water pour produire 1 m³ d'eau. **Comparer** ce résultat avec les consommations des autres procédés données dans le tableau ci-dessus.

Procédé de production	Consommation
Distillation	15 kW.h.m^{-3}
Osmose inverse	3,5 kW.h.m^{-3}
Eole Water	

4. Gestion des flux

Dans le cas où les conditions d'humidité relative et de température sont favorables à une très grande production d'eau, l'installateur propose de stocker la production électrique de l'éolienne dans des batteries.

La figure 4 du DTR4 représente le réservoir d'eau équipé de trois capteurs TOR. Chaque capteur est activé lorsque l'eau atteint la position de celui-ci. L'état des capteurs donne donc le niveau d'eau dans le réservoir.

Q7 / À l'aide de la figure 4 du DTR4 et du tableau 2 du DTR4, **INDIQUER** l'état des trois capteurs (actif ou inactif) lorsque le niveau d'eau est égal à 550 litres.

Niveau d'eau	État de C1	État de C2	État de C3
Supérieur ou égale à 700L	Actif	Actif	Actif
Supérieur à 600 L et inférieur à 700 L	Actif	Actif	inactif
Supérieur à 500 L et inférieur à 600 L			
Inférieur à 500 L	inactif	inactif	inactif

Q8 / A l'aide du tableau 2 du DTR4 et du cahier des charges du DTR5, **DONNER** les valeurs des durées Δt_1 et Δt_2 de l'algorithme de gestion des flux produits

Afin d'assurer l'autonomie du système en l'absence de vent, l'estimation de la quantité d'énergie électrique à stocker est nécessaire.

L'autonomie maximum à assurer sans vent est estimée à deux jours pour un village de 100 personnes.

Q9 / La consommation électrique de l'Eole Water étant de 830 $kW.h.m^{-3}$, **déterminer** l'énergie qui doit être stockée dans les batteries pour assurer l'autonomie, en supposant que le réservoir d'eau d'1 m³ est initialement vide. À titre de comparaison, une batterie de voiture électrique permet de stocker environ 40 kW.h. **DETERMINER** le nombre de batteries s'il fallait stocker cette énergie. **Discuter** sur la pertinence du stockage d'électricité pour l'Eole Water.

5. Synthèse

Q10 / CONCLURE quant à la capacité de l'Eole Water à subvenir au besoin en eau d'un village de 100 habitants. **INDIQUER** la quantité d'eau en surplus produite.

Q11 / Pour un réservoir de 700 litres, **INDIQUER** l'autonomie en l'absence de vent. **PRECISER** une solution pour augmenter l'autonomie en eau.