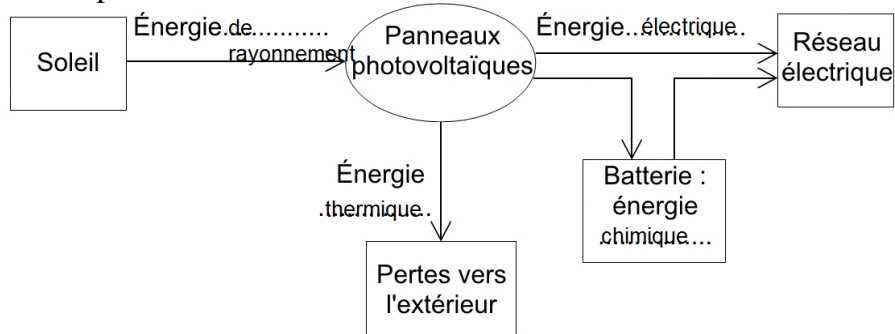


L'ÎLE DE LA RÉUNION FACE À SON AUTONOMIE ÉNERGÉTIQUE

PARTIE A - Exploitation de l'ensoleillement avec le projet Bardzour

A.1. Gestion de l'énergie sur la centrale

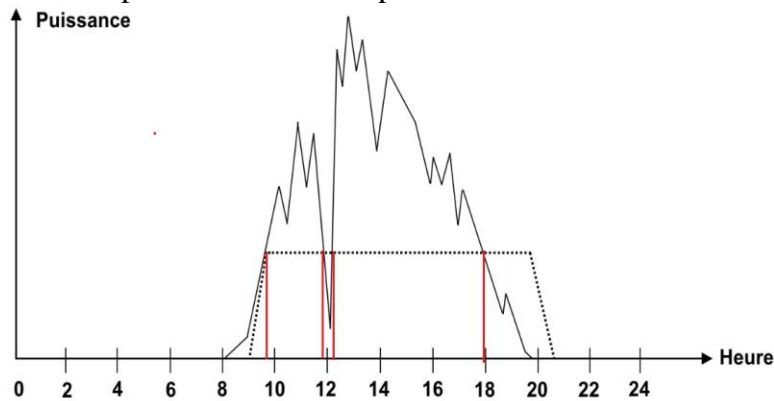
A.1.1 Document réponse n°1



A.1.2 Une centrale électrique photovoltaïque ne disposant pas de solution de stockage de l'énergie ne permet pas de produire de l'électricité de manière constante. Cela dépend des conditions d'ensoleillement. La production peut ne pas être suffisante pour les usagers mais aussi la production peut être importante et largement supérieure à la demande des usagers. Dans ce dernier cas, l'électricité produite en plus n'est utilisée et est donc perdue.

A.1.3 Intervalles de temps de la journée pendant lesquels les batteries emmagasinent de l'énergie.

Les batteries emmagasinent de l'énergie lorsque $P_{PV} > P_{injectée}$. D'après la courbe du document ressource cela se produit lorsque la courbe en traits plein est au-dessus de la courbe en traits pointillés c'est-à-dire pour des intervalles de temps de 9h30 à 11h45 puis de 12h15 à 18h.



A.1.4 Le bulletin n°3 peut correspondre au graphique donnée car, d'après le graphique, la production d'électricité n'est pas constante. Cela signifie qu'il y avait des passages nuageux.

A.2. Panneaux solaires photovoltaïques

A.2.1 Calcul de la surface de ce panneau

On a la relation :

$$\eta = \frac{P_{elec}}{I_r \times S} \quad \text{donc} \quad S = \frac{P_{elec}}{I_r \times \eta} = \frac{305}{1000 \times 0,187} = 1,63 \text{ m}^2$$

A.2.2 Détermination de la puissance maximale sur la toiture des serres.

D'après le document n°3, on a la relation :

$$S_{toiture} = \frac{S_{sol}}{\cos \alpha} = \frac{6000}{\cos 20} = 6385 \text{ m}^2$$

Donc la surface de la toiture recouverte de panneaux solaires sera deux fois moins grande que la surface de la toiture donc : 3193 m^2

Pour une surface de $1,63 \text{ m}^2$, on a une puissance maximale de 305 W donc pour une surface de 3193 m^2 , on a une puissance maximale de :

$$P_{\max} = \frac{3193 \times 305}{1,63} = 0,6 \times 10^6 \text{ W} = 0,6 \text{ MW}$$

A.3. Batteries

A.3.1 Calcul de la tension, U_{accu} , présente aux bornes de chaque accumulateur d'un module.

D'après le document ressource n°4, la tension aux bornes de 8 accumulateurs associés en série est de 24 V. Donc la tension aux bornes de chaque accumulateur sera de :

$$U_{\text{accu}} = \frac{U_{\text{module}}}{8} = \frac{24}{8} = 3 \text{ V}$$

A.3.2 D'après l'unité de l'énergie E, la relation entre les trois grandeurs est la suivante :

$$E = U \times Q$$

En effet le produit des volts (V) par des ampères (A) donne bien des watts (W) :
[V][A.h]=[W.h]

A.3.3 Calcul de l'énergie stockée dans un module

D'après la relation précédente, on a :

$$E = U \times Q = 24 \times 80 = 1920 \text{ Wh} = 1,9 \text{ kWh}$$

A.3.4 Nombre de panneaux solaires photovoltaïques sont nécessaires pour recharger entièrement un seul module.

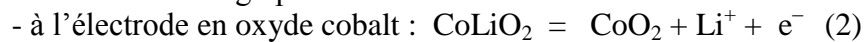
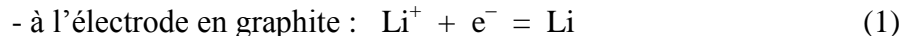
La puissance maximale des panneaux solaires est de 305 W. Or, seulement la moitié de cette puissance est utilisée pour charger les modules. Donc la puissance maximale pour charger les modules est de 152,5 W. Le temps de charge est de 8 heures donc l'énergie sera :

$$E = P \times \Delta t = 152,5 \times 8 = 1220 \text{ Wh} = 1,22 \text{ kWh}$$

L'énergie stockée dans un module est de 1,9 kWh et un panneau solaire délivre une énergie de 1,22 kWh. Deux panneaux solaires sont donc nécessaires pour charger complètement un seul module.

A.3.5 Réaction chimique globale de fonctionnement de l'accumulateur lors de la charge.

D'après le document ressource n°5



En additionnant les deux demi-équations précédentes, on a :

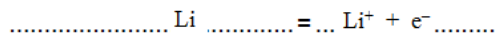


A.3.6 Sur l'électrode en graphite, il s'agit d'une réduction car il y a un gain d'électrons.

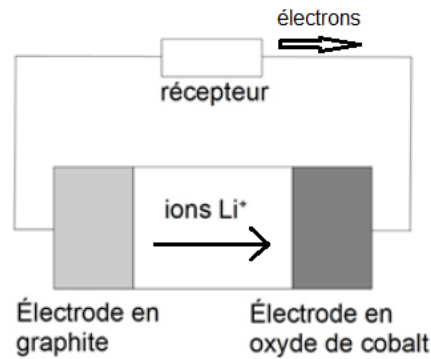
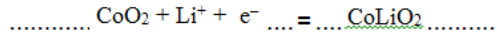
A.3.7 Document réponse n°2

Fonctionnement d'un accumulateur Li-ion en décharge

Sur l'électrode en graphite :



Sur l'électrode en oxyde de cobalt :



PARTIE B - Exploitation du relief de l'île avec l'extension de la centrale hydroélectrique de Sainte Rose

B.1. Mise en service de l'extension de la centrale

B.1.1 Calcul de la durée maximale, Δt_{\max} , nécessaire au remplissage du nouveau réservoir

Le volume du nouveau réservoir est de 25000 m^3 . On a la relation :

$$D_V = \frac{V}{\Delta t_{\max}} \quad \text{donc} \quad \Delta t_{\max} = \frac{V}{D_V} = \frac{25000}{6} = 4167 \text{ s} = 1,16 \text{ h}$$

L'arrêt de la centrale est prévu pendant 27 jours. Donc la durée de cette opération de remplissage est largement possible pendant la durée d'arrêt de la centrale.

B.1.2 La pression est plus élevée au point B.

B.1.3 La valeur de la pression en A correspond à la valeur de la pression atmosphérique donc 1,00 bar

B.1.4 Calcul de la pression au point B.

D'après la relation donnée dans l'énoncé, on a :

$$\Delta P = P_B - P_A = \rho \times g \times h \quad \text{donc}$$

$$P_B = P_A + \rho \times g \times h = 1,00 \times 10^5 + 1,00 \times 10^3 \times 9,81 \times 870 = 8,63 \times 10^6 \text{ Pa} = 86,3 \text{ bar}$$

La pression sera bien supérieure à 80 bar sur cette vanne.

B.1.5 Calcul de l'intensité, F_R , de la résultante des forces de pression exercées par l'eau.

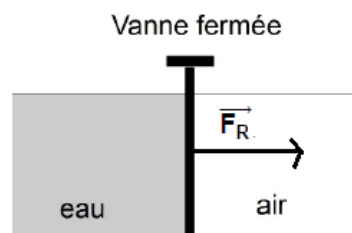
D'après la relation donnée dans l'énoncé, on a la relation :

$$P = \frac{F_R}{S} \quad \text{donc} \quad F_R = P \times S = P \times \pi R^2 = 8,6 \times 10^6 \times \pi \times 0,2^2 = 1,08 \times 10^6 \text{ N}$$

La valeur de cette force est bien de l'ordre de 10^6 N .

B.1.6 Document réponse n°3

D'après l'échelle proposée (1 cm pour 500 kN ou 1 cm pour $0,5 \times 10^6 \text{ N}$), la force sera représentée par un vecteur de longueur 2 cm.



B.2. La turbine

B.2.1 Calcul de la vitesse v

D'après la relation donnée dans l'énoncé, on a :

$$v = \sqrt{2 \times g \times h} = \sqrt{2 \times 9,81 \times 870} = 130,6 \text{ m.s}^{-1}$$

B.2.2 Calcul de l'énergie mécanique de rotation, $E_{\text{méca}}$, transmise à la roue de la turbine.

Calcul de la masse d'eau sortant de l'injecteur. On a la relation :

$$D_v = \frac{V}{t} \quad \text{or} \quad \rho = \frac{m}{V} \quad \text{donc} \quad V = \frac{m}{\rho}$$

$$D_v = \frac{m}{\rho \times t} \quad \text{donc} \quad m = D_v \times \rho \times t = 2,00 \times 1,00 \times 10^3 \times 1 = 2000 \text{ kg}$$

L'énergie cinétique de cette masse d'eau sera de :

$$E_C = \frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{2} \times 2000 \times 130,6^2 = 1,7 \times 10^7 \text{ J}$$

Toute l'énergie cinétique de l'eau sortant de l'injecteur est totalement convertie en énergie mécanique de rotation. Donc :

$$E_{\text{méca}} = E_C = 3,4 \times 10^7 \text{ J}$$

B.2.3 Calcul de la puissance mécanique, $P_{\text{méca}}$, développée par la roue de la turbine, puis la puissance électrique, $P_{\text{élec}}$, fournie.

On a la relation :

$$E_{\text{méca}} = P_{\text{méca}} \times t \quad \text{donc} \quad P_{\text{méca}} = \frac{E_{\text{méca}}}{t} = \frac{3,4 \times 10^7}{1} = 3,4 \times 10^7 \text{ W} = 34 \text{ MW}$$

Pour le calcul de la puissance électrique, on a la relation :

$$\eta = \frac{P_{\text{élec}}}{P_{\text{méca}}} \quad \text{donc} \quad P_{\text{élec}} = \eta \times P_{\text{méca}} = 0,85 \times 3,4 \times 10^7 = 2,9 \times 10^7 \text{ W} = 29 \text{ MW}$$

La puissance nominale de la turbine est de 22 MW donc en fonctionnement normal, elle consomme une énergie de 22 MW. Donc la puissance mécanique de l'injecteur est supérieure à cette puissance nominale. De plus si la puissance nominale est de 22 MW, la puissance mécanique nécessaire, pour un fonctionnement normal, sera de 22 MW donc la puissance électrique produite sera inférieure à celle calculée précédemment.

PARTIE C - Exploitation de la biomasse avec la bagasse et le biogaz

C.1. La bagasse

C.1.1 L'utilisation de la bagasse comme combustible d'une centrale thermique par rapport à l'utilisation du charbon permet de réduire le rejet de dioxyde de soufre et d'éviter de brûler des ressources fossiles (la bagasse étant un résidu de la canne à sucre).

C.1.2 Calcul de l'énergie, E_{bagasse} , disponible par la combustion de ce résidu fibreux

D'après le document ressource n°8, la bagasse a un pouvoir calorifique de 7900 kJ/kg. Donc l'énergie disponible par combustion est de :

$$E_{\text{bagasse}} = m \times PC = 5,69 \times 10^5 \times 7900 = 4,5 \times 10^9 \text{ kJ} = 4,5 \text{ TJ}$$

C.1.3 La valeur de la production totale d'énergie sur l'île qui est de 2,40 TW.h donc, en TJ :

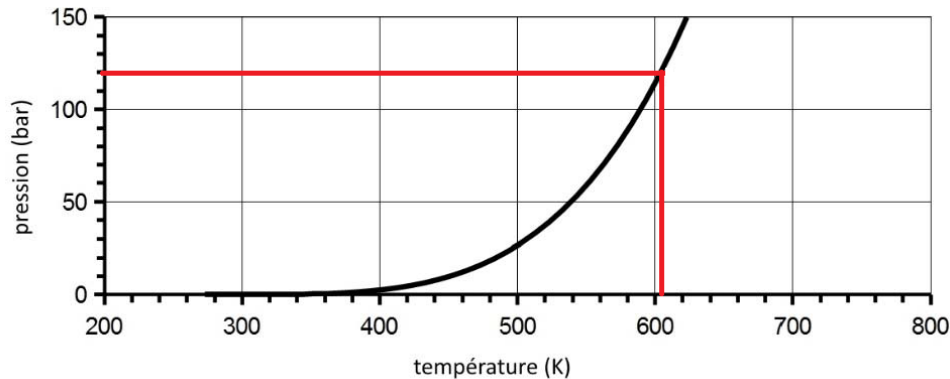
$$E_{total} = 2,40 \times 3600 = 8640 \text{ TJ}$$

La valeur de l'énergie due à la bagasse ne représente qu'une très faible proportion de la production d'énergie (0,05 %).

C.1.4 Noms des changements d'état subis par l'eau au cours d'un cycle complet.

- Dans la chaudière, l'eau est transformée en vapeur. Il s'agit de la vaporisation.
- Dans le condenseur, la vapeur est transformée en eau. Il s'agit de la liquéfaction.

C.1.5 Détermination de la température (en °C) à laquelle s'effectue le passage de l'état liquide à l'état vapeur dans la chaudière.



D'après le document ressource n°10, le passage de l'état liquide à l'état vapeur s'effectue à la température de 605 K c'est-à-dire une température de 332°C.

C.2. Biogaz

C.2.1 D'après le document ressource n°11, le principal gaz issu de la fermentation de matières organiques est le méthane.

C.2.2. Calcul de la masse de dioxyde de carbone produite par la combustion d'une tonne de méthane. On calcule la quantité de matière de méthane. On a la relation :

$$n_{\text{méthane}} = \frac{m_{\text{méthane}}}{M_{\text{méthane}}} = \frac{1 \times 10^6}{16} = 6,25 \times 10^4 \text{ mol}$$

D'après l'équation bilan de combustion donnée dans l'énoncé, on a la relation :

$$\frac{n_{\text{CH}_4}}{1} = \frac{n_{\text{CO}_2}}{1} \quad \text{donc} \quad n_{\text{CO}_2} = n_{\text{CH}_4} = 6,25 \times 10^4 \text{ mol}$$

On a la relation :

$$n_{\text{CO}_2} = \frac{m_{\text{CO}_2}}{M_{\text{CO}_2}} \quad \text{donc} \quad m_{\text{CO}_2} = n_{\text{CO}_2} \times M_{\text{CO}_2} = 6,25 \times 10^4 \times 44 = 2,75 \times 10^6 \text{ g} = 2,75 \text{ t}$$

C.2.3 Détermination de l'ordre de grandeur de la masse de dioxyde de carbone produite par la combustion d'une tonne de biogaz.

D'après le document ressource n°11, le pourcentage de méthane dans le biogaz est de 60 %. Donc la masse de dioxyde de carbone produite par la combustion d'une tonne de biogaz est de :

$$m_{\text{CO}_2} = 2,75 \times 0,6 = 1,65 \text{ t}$$