

Contrôle du 11.11.2023 correction

Rappels

1kW.h correspond à $3,6 \cdot 10^6$ J Energie potentielle : $E_p(J) = m(Kg) \cdot g(N.kg^{-1}) \cdot h(m)$

Intensité de la pesanteur $g = 9,8 N.Kg^{-1}$

Relation entre : Energie E, puissance P, durée du transfert t $E(J) = P(W) \cdot t(s)$

Puissance électrique : $P(W) = U(V) \cdot I(A)$

Relation entre la masse ,m, le volume ,V, la masse volumique, ρ : $m = \rho \cdot V$

Masse volumique de l'eau : $\rho_{eau} = 1000 Kg.m^{-3}$

1 million $\rightarrow M \rightarrow 10^6$, 1 milliard $\rightarrow G \rightarrow 10^9$, une heure contient 3600 secondes.

I. (4pts) L'essentiel

1. (1pt) Déterminer parmi les sources d'énergies suivantes celles qui n'utilisent pas la combustion.
(*Panneaux photovoltaïques, Eoliennes, Centrale thermique au fuel, Barrage hydroélectrique*)

Les Panneaux photovoltaïques, les Eoliennes les Barrages hydroélectriques n'utilisent pas la combustion et sont des énergies renouvelables.

2. (1pt) Quelle conversion effectue un barrage hydroélectrique ?
(*Energie Chimique en énergie électrique, Energie potentielle en énergie électrique, Energie potentielle en énergie chimique*).

Un barrage hydro-électrique, lorsque ses vannes sont ouvertes, réalise la conversion de l'énergie potentielle de pesanteur de l'eau en altitude, en énergie électrique avec la turbine et l'alternateur.

3. (1pt) Lesquelles des énergies suivantes sont intermittentes ?
(*Energie nucléaire, Energie solaire, Energie éolienne, Energie d'un barrage fluvial*)

Les énergies intermittentes sont : Energie solaire, Energie éolienne, Energie d'un barrage fluvial

4. (1pt) Le rendement de la charge d'une batterie au plomb est de 50% si sa capacité de stockage maximale est de 350kWh alors l'énergie qu'elle doit absorber pour se recharger est de
(*700kW.h 175kW.h 525kW.h 1000kW.h*)

Si le rendement n'est que de 50% il lui faudra deux fois plus d'énergie absorber que celle emmagasinée soit 700kW.h.

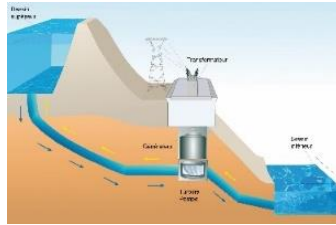
II. (3pts) Le stockage d'énergie Les différentes techniques

Les énergies renouvelables sont intermittentes et souvent éloignées des lieux de consommation. Des stratégies de stockage d'énergie sont représentées ci-dessous :

Super condensateur



STEP Transfert d'énergie par pompage



Accumulateur



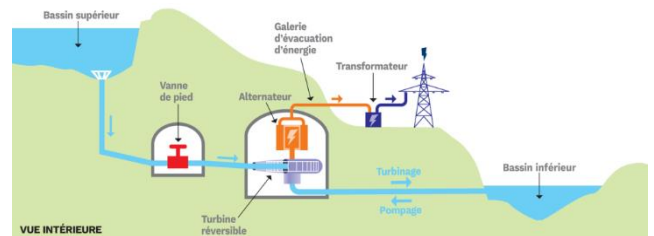
Donner pour ces trois technologies sous quelle forme d'énergie le stockage est effectué.

- *Un super condensateur conserve l'énergie sous forme électromagnétique par les charges de signes contraires sur ces armatures.*
- *Un Step conserve de l'énergie sous forme d'énergie potentielle de pesanteur par l'eau que le barrage conserve en altitude.*
- *Un accumulateur conserve de l'énergie sous forme chimique par les réactifs qu'il contient. ils sont susceptible de réagir pour donner de l'énergie électrique.*

III. (14pts) Approfondissement sur le STEP :

La centrale électrique (STEP) de « Grandmaison » présente les caractéristiques suivantes :

- Capacité de la retenue : **140 Millions de m³**
- Hauteur de chute : **926,5 m**
- 12 groupes qui permettent de **turbiner¹** jusqu'à 217 m³/s
- 8 groupes permettent de **pomper²** jusqu'à 135m³/s
- Puissance de production : **1800 MW**
- **g = 9,81 m.s⁻²**



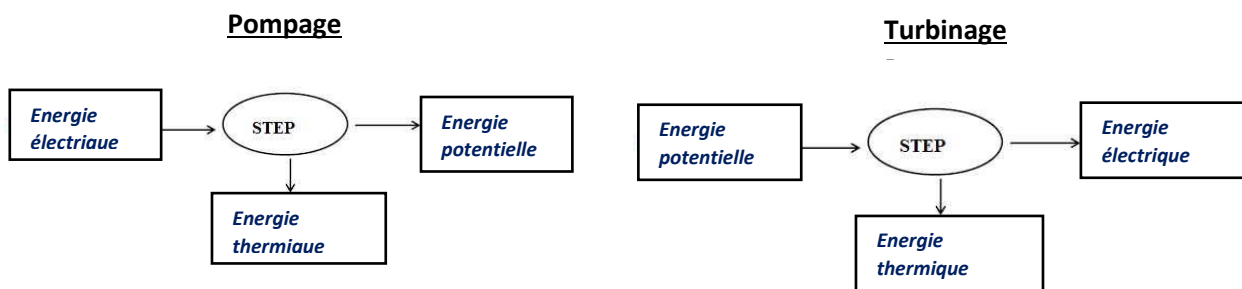
¹ turbiner : faire tourner la turbine et l'alternateur par la chute de l'eau.
²Pomper : faire remonter l'eau du réservoir inférieur vers le réservoir supérieur.

- CO₂ économisé : 1 500 000 Tonnes par an

1. (1pt) Quel est l'utilité d'un système de stockage d'énergie par le Step ?

Le système Step permet grâce au pompage, de mettre de l'eau en altitude, pour conserver de l'énergie potentielle de pesanteur, lors d'excès de production d'énergie électrique, délivrée par les centrales nucléaires, soit pendant les heures de faible consommation. Puis de délivrer de l'énergie électrique, en ouvrant ses vannes, pendant le turbinage lors des heures de forte consommation.

2. (1pt) Compléter les **chaines énergétiques simplifiées** du Step du barrage « Grand'maison» lors du turbinage ou du pompage
(Energie potentielle Energie électrique, énergie thermique)



3. (2pts) Donner la formule de l'énergie potentielle stockée : E_p par la retenue d'eau, en fonction de la masse volumique de l'eau : ρ , de la hauteur de chute : h , de l'accélération de la pesanteur : g et du volume d'eau : V .

La formule de l'énergie potentielle est : $E_p = m \cdot g \cdot h$

La masse d'eau retenue est : $m = \rho \cdot V$

On en déduit : $E_p = \rho \cdot g \cdot h \cdot V$

4. (1pt) Donner la formule générale liant la puissance et l'énergie.

On a la relation : $E = P \cdot t$

On en déduit : $P = E/t$

5. (2pts) Déduire des 2 questions précédentes la formule de la puissance P (hydraulique), en fonction de la masse volumique de l'eau : ρ , de la hauteur de chute : h , de g , du temps t et du volume d'eau V .

La puissance hydraulique du barrage est donc $P = E/t = (\rho \cdot g \cdot h \cdot V) / t$

6. (2pts) Sachant que le débit $Q = V/t$, en déduire la formule de la puissance hydraulique : P en fonction de la masse volumique de l'eau ρ , de la hauteur de chute h , d'accélération de la pesanteur g et du débit d'eau Q .

De la relation $Q = V/t$ On en déduit : $P = \rho * g * h * Q$

7. (2pts) Sachant que le débit total turbiné de manière instantanée par la centrale est de $217 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, déterminer la puissance nominale (maximale) hydraulique dont la centrale dispose potentiellement.

L'application numérique de la relation ci-dessus donne

$P = 1000 * 9,8 * 926,5 * 217 = 1,97 * 10^9 \text{ W}$ Soit presque 2GW

Valeur proche de 1800MW qui est la puissance de production du barrage

8. (3pts) Déterminer la quantité d'énergie disponible dans l'hypothèse où l'on viderait le barrage.

On applique la relation : $E_p = m * g * h$

Soit : $E_p = \rho * V_{\text{total}} * g * h$

On trouve $E(\text{J}) = 1000 * 140 * 10^6 * 9,8 * 926,5 = 1,27 * 10^{15} \text{ J}$

On a la relation : $E(\text{kW.h}) = E(\text{J}) / 3,6 * 10^6$

L'application numérique donne : $E(\text{kW.h}) = E(\text{J}) / 3,6 * 10^6 = 3,5 * 10^9 \text{ kW.h}$

Soit 3,5 milliards de kW.h

IV. (9pts) Approfondissement sur l'accumulateur exemple de la batterie d'un vélo

Soit la capacité d'une batterie comme le produit du courant qu'elle peut délivrer par sa durée de fonctionnement. Un vélo à assistance électrique possède une batterie d'une capacité de 3Ah sous 24V.

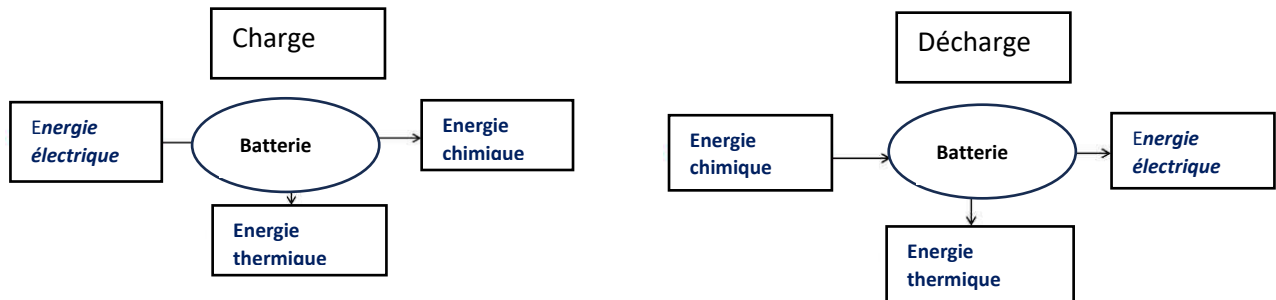
1. (1pt) Quelle est l'utilité générale d'une batterie ou d'un accumulateur

Elle est utilisée pour emmagasiner ou conserver de l'énergie sous forme chimique.

Elle est susceptible de libérer de l'énergie électrique lorsqu'elle est branchée sur un récepteur

2. (1pt) Compléter les chaînes énergétiques simplifiées lors de la charge et la décharge de la batterie

(*Energie électrique , Energie chimique , Energie thermique*)



3. (2pts) Calculer l'énergie contenue dans la batterie pleine (en Wh et en Joules).

On a les relations : $P=UI$ et $E=P*t$

De plus la capacité, Q , de la batterie est : $Q=I*t$ d'après les unités ;

On en déduit que $E(W.h)=U*I*t=U*Q$

L'application numérique donne : $E=3*24=72Wh$

Une heure contient 3600 secondes On en déduit l'énergie contenue dans la batterie :

$$E(J)=72*3600=259200J$$

4. (1pt) Sur du plat l'assistance consomme un courant de 0,4A. Combien de temps faut-il pour que la batterie se décharge complètement ?

On a la capacité de : $Q=3A.h$

On en déduit soit $t=Q/I=3/0,4=7,5$ h soit 7,5 heures.

5. (2pts) En monté, l'assistance consomme un courant de 2,7A. Combien de temps faut-il pour que la batterie se décharge complètement ?

On a la relation $Q=I*t$ s

On en déduit : $t=Q/I$

L'application numérique donne : $t=3/2,7=1,11$ h soit une heure et 6 minutes

6. (2pts) La batterie est au départ complètement chargée. Ensuite on l'utilise pendant 1h30 avec un courant moyen de 1,2A. Quelle est la charge finale (quantité d'électricité) de la batterie ?

La charge utilisée est de : $Q_{utilisé}= 1,5*1,2=1,8A.h$

IL reste dans la batterie la charge de $Q=Q_{batterie}- Q_{utilisé}= 3-1,8=1,2Ah$