

Transport -Correction

Exercice 01 : Choisir la (les) bonne(s) réponse(s)

1. Dans les câbles, pour une même puissance transportée, lorsqu'on augmente la tension :

- L'intensité diminue.
- L'intensité augmente.
- La puissance dissipée par effet Joule diminue.

La relation donnant la puissance $P = U \times I$ montre que pour une même puissance si la tension augmente, l'intensité diminue. Comme la relation donnant la puissance dissipée par effet Joule est $P_J = R I^2$, lorsque l'intensité diminue, les pertes diminuent également.

2. L'effet Joule est :

- La transformation totale ou partielle de l'énergie électrique reçue par un appareil en chaleur.
- Toujours à éviter.
- À éviter dans les câbles à haute tension.

L'effet Joule est utilisé pour produire de la chaleur dans nombre d'appareils comme les bouilloires par exemple. Dans les câbles à haute tension, on essaye de limiter les pertes dues à cet effet.

3. Le transport de l'électricité, depuis les centrales, sous haute tension est nécessaire :

- Du fait du nombre de consommateurs.
- Pour diminuer les pertes.
- À cause de l'effet Joule.

L'utilisation de la haute tension permet de réduire les pertes inévitables liées à l'effet Joule.

Exercice 02 :

Un parc de 84 éoliennes fournit une production énergétique annuelle de 190 GWh. Sa puissance totale est d'environ 50 MW.

1. Calculer la puissance de chacune des éoliennes.

$$50 \text{ MW} = 50 \cdot 10^6 \text{ W}$$

Soit $P_{\text{éolienne}}$ la puissance d'une éolienne :

$$P_{\text{éolienne}} = \frac{50 \cdot 10^6}{84} \approx 5.9 \cdot 10^5 \text{ kW}$$

2. Les éoliennes ne fonctionnent pas en continu. Combien de temps ces éoliennes ont-elles « tourné » pour produire 190 GWh ?

L'expression suivante permet de calculer la durée de fonctionnement des éoliennes :

$$\Delta t = \frac{E}{P}$$

Application numérique : $190 \text{ GWh} = 190 \cdot 10^9 \text{ Wh}$

$$\Delta t = \frac{E}{P} = \frac{190 \cdot 10^9}{50 \cdot 10^6} = 3800 \text{ heures}$$

Les éoliennes ont tourné 3 800 heures pour produire 190 GWh.

3. Combien d'éolienne de ce type faudrait-il implanter pour produire l'énergie électrique annuellement produite en France de $5.2 \cdot 10^{14} \text{ Wh}$?

En un an une éolienne fournit :

$$E_{\text{éolienne}} = P_{\text{éolienne}} \times \Delta t$$

$$E_{\text{éolienne}} = 5.9 \cdot 10^5 \times 3800 \approx 2.2 \cdot 10^9 \text{ Wh}$$

Soit n le nombre d'éoliennes nécessaires :

$$n = \frac{5.2 \cdot 10^{14}}{2.2 \cdot 10^9} = 2.4 \cdot 10^5 \text{ éoliennes}$$

$$n = 2.4 \cdot 10^5 \text{ éoliennes}$$

Il faudrait implanter $2,4 \cdot 10^5$ éoliennes pour produire l'énergie électrique annuellement produite en France.

Exercice 03 :

Le transport de l'électricité des centrales jusqu'aux habitations s'effectue à l'aide de câbles électriques. Ils engendrent des pertes composées principalement de l'énergie dissipée par effet Joule.

Les taux de pertes représentent entre 2 % et 3.5 % en France.

1. Sous quelle forme cette énergie dissipée est-elle convertie ?

L'énergie, dissipée par effet Joule, est convertie en énergie thermique.

2. Pour une même puissance électrique transmise, à résistance égale, l'effet Joule est moins important lorsqu'on utilise la haute tension.

L'énergie, dissipée par effet Joule, est convertie en énergie thermique.

Pour un câble de longueur 100 km et de résistance 10Ω , la puissance transmise par la ligne est de 400 MW, si la tension est de 400 kV ou si la tension est 200 kV.

a. Calculer l'intensité I_1 du courant quand la tension est de 400 kV.

L'expression permettant de déterminer l'intensité est :

$$I = \frac{P}{U}$$

Application numérique :

$$I_1 = \frac{P}{U} = \frac{400 \cdot 10^6}{400 \cdot 10^3} = 1,00 \cdot 10^3 \text{ A}$$

b. Calculer l'intensité I_2 du courant quand la tension est de 200 kV.

L'expression permettant de déterminer l'intensité est :

$$I = \frac{P}{U}$$

Application numérique :

$$I_2 = \frac{P}{U} = \frac{400 \cdot 10^6}{200 \cdot 10^3} = 2,00 \cdot 10^3 \text{ A}$$

3. Quelle est l'expression de la puissance dissipée par effet Joule ?

L'expression permettant de calculer la puissance dissipée par effet Joule est :

$$P_J = R X I^2$$

4. Calculer la valeur du rapport entre les puissances dissipées quand la ligne est exploitée à 400 kV et quand elle l'est à 200 kV.

Soit P_{J1} les pertes par effet Joule lorsque la ligne est exploitée à 400 kV et P_{J2} celles lorsque la ligne est exploitée à 200 kV.

Le rapport s'écrit :

$$\frac{P_{J1}}{P_{J2}} = \frac{R I_1^2}{R I_2^2} = \frac{I_1^2}{I_2^2} = \left(\frac{I_1}{I_2}\right)^2$$

Application numérique :

$$\frac{P_{J1}}{P_{J2}} = \left(\frac{10^3}{2 \times 10^3}\right)^2 = \left(\frac{1}{2}\right)^2 = \frac{1}{4}$$

$$\frac{P_{J1}}{P_{J2}} = \frac{1}{4}$$

5. Que peut-on en déduire ?

La haute tension permet de diminuer les pertes par effet Joule. En effet, lorsque la tension est doublée, les pertes sont divisées par 4.