

# TermEnergie – Corrigé

## Minimisation des pertes par effet Joule

Dans le sud de la France, un immeuble et une maison sont alimentés la journée par des éoliennes et des panneaux solaires distribuant respectivement des courants d'intensité  $I_1$  et  $I_2$ . On veut minimiser les pertes par effet Joule dans ce réseau de distribution électrique.

### Partie 1 : Dissipation de l'énergie

#### Document 1 : transport de l'énergie électrique

L'électricité lors de son transport entre les lieux de production et les lieux de consommation subit des pertes en ligne dont le volume dépend de la distance de transport des caractéristiques du réseau. 80 % de ses pertes le sont par effet Joule dans les câbles électriques, soit pour la France, l'équivalent de deux unités de production nucléaires électriques.



#### **Pertes sur le réseau de transport de l'électricité en France en 2019 :**

Energie électrique transportée en France en 2019 :  $495 \times 10^9$  kWh

2,22 % : taux de perte d'énergie en France en 2019 pendant le transport de l'électricité

Source: <https://www.actu-environnement.com>

**1-** Calculer les pertes d'énergie en kWh en France en 2019 dues au transport de l'énergie électrique.

L'énergie électrique transportée en 2019 est de  $495 \times 10^9$  kWh, il y a 2,22% de pertes, soit :

$$495 \times 10^9 \times \frac{2,22}{100} = 1,089 \times 10^{10} \text{ kWh} = 11,0 \times 10^9 \text{ kWh}$$

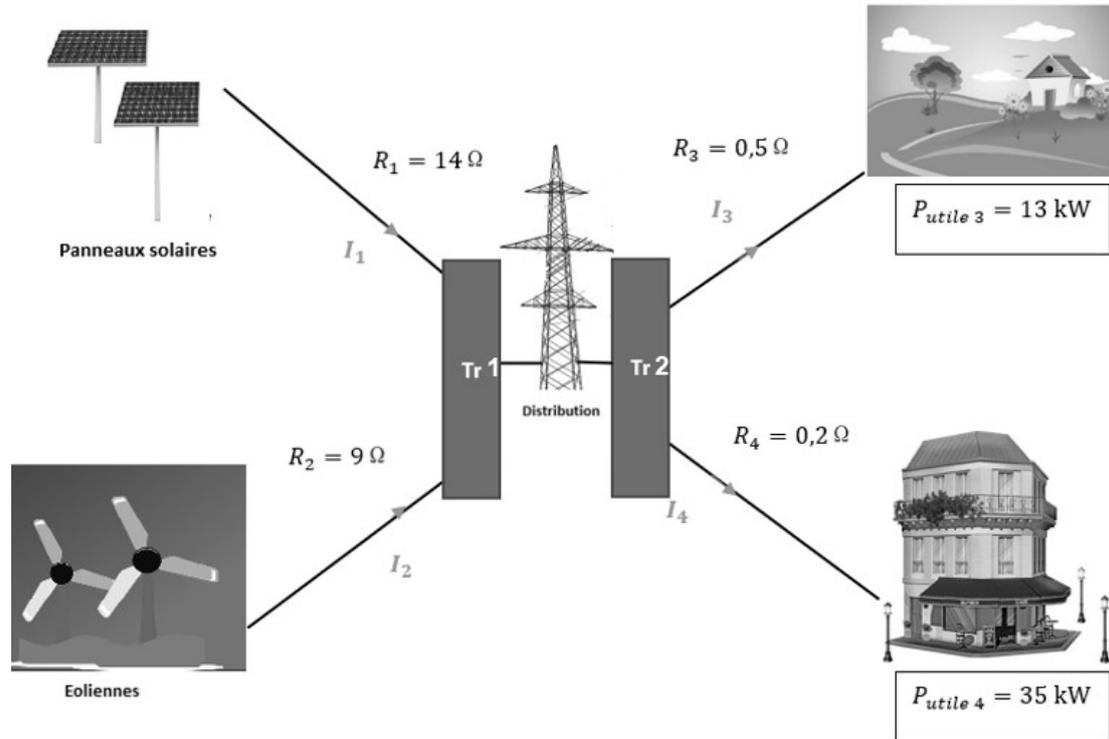
**2-** Calculer en 2019 en France, l'énergie électrique en kWh à disposition des consommateurs.

L'énergie électrique à la disposition des consommateurs correspond à la différence entre l'énergie transportée et les pertes :  $495 \times 10^9 - 11,0 \times 10^9 = 484 \times 10^9$  kWh

## Partie 2 : modélisation du réseau électrique

### Document 2 : schéma du réseau électrique

Les puissances par effet Joule sont égales à 5% des puissances utiles.



Tr 1 : Transformateur 1

Tr 2 : Transformateur 2

Les puissances utiles dépendent

de l'abonnement souscrit par l'utilisateur.

Dans la modélisation simplifiée utilisée, on considère que les tensions et les courants sont continus.

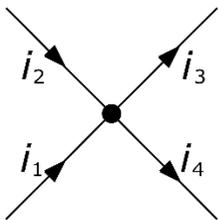
3- Identifier les cibles destinataires et les sources distributrices du réseau du document 2.

Les cibles destinataires sont les usagers (maison individuelle ou immeuble) et les sources distributrices sont les panneaux solaires et les éoliennes.

4- La tension du réseau de distribution étant fixée, expliquer pourquoi les intensités  $I_3$  et  $I_4$  sont fixées.

D'après la loi d'Ohm on a  $U_3 = R_3 \cdot I_3$  et  $U_4 = R_4 \cdot I_4$ . Les tensions sont constantes et les résistances également, alors les intensités  $I_3$  et  $I_4$  sont donc fixées.

5- Modéliser le réseau électrique du document 2 par un graphe orienté.



6- Justifier que  $I_3$  est environ égale à 36 A et  $I_4$  à 94 A en sachant que les puissances par effet Joule correspondent à 5 % des puissances utiles.

La puissance par effet Joule  $P_{3J}=R_3.I_3^2$  correspond à 5% de la puissance utile  $P_3$ .

$$P_{3J} = \frac{5}{100} P_3$$

$$R_3.I_3^2 = \frac{5}{100} P_3$$

$$I_3^2 = \frac{0,05 \times P_3}{R_3} \quad I_3 = \sqrt{\frac{0,05 \times P_3}{R_3}}$$

$$I_3 = \sqrt{\frac{0,05 \times 13 \times 10^3 W}{0,5 \Omega}} = 36 A$$

De même  $I_4 = \sqrt{\frac{0,05 \times P_4}{R_4}} \quad I_4 = \sqrt{\frac{0,05 \times 35 \times 10^3}{0,2}} = 93,5 A = 94 A$

On admet que les intensités vérifient la relation  $I_1 + I_2 = I_3 + I_4$

7- Donner l'expression de la puissance dissipée par effet Joule  $P_J$  à minimiser en fonction de  $I_1$ ,  $I_2$ ,  $I_3$  et  $I_4$ . Exprimer la valeur de  $I_2$  en ampères en fonction de  $I_1$ .

Puissance dissipée par effet Joule  $P_J = R_1.I_1^2 + R_2.I_2^2 + R_3.I_3^2 + R_4.I_4^2$

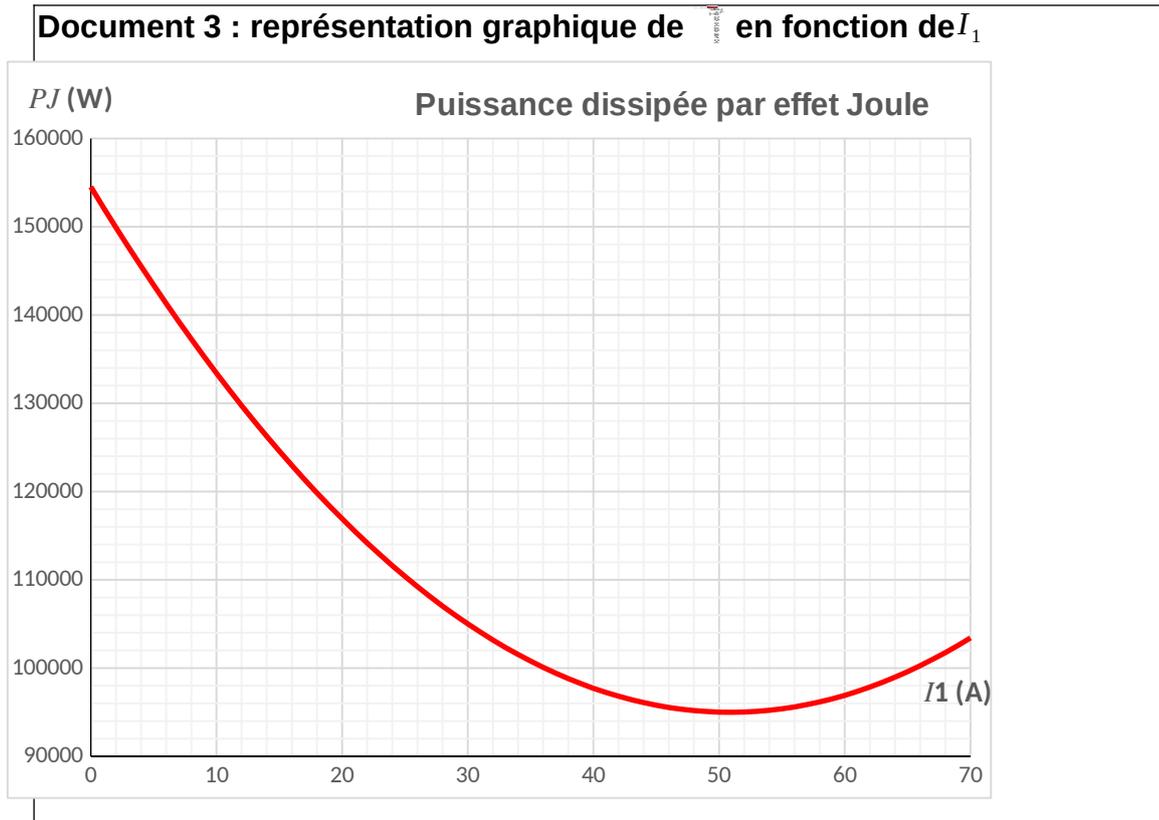
$$I_1 + I_2 = I_3 + I_4$$

$$I_2 = I_3 + I_4 - I_1$$

$$I_2 = 36 + 94 - I_1$$

$$I_2 = 130 - I_1$$

Les intensités  $I_3$  et  $I_4$  étant connues et  $I_2$  pouvant s'exprimer en fonction de  $I_1$ , la puissance  $P_J$  peut s'exprimer en fonction de  $I_1$  seulement. La représentation graphique de la fonction  $P_J(I_1)$  est donnée dans le document 3.



**8-** La contrainte sur les intensités délivrées par les sources impose que  $I_1$  peut prendre une valeur comprise dans l'intervalle  $]0 ; 70]$ .

Déterminer les valeurs de  $I_1$  et de  $I_2$  pour lesquelles les pertes par effet Joule sont minimales.

Les pertes par effet Joule sont minimales pour  $I_1 = 50$  A (lecture graphique)

Soit  $I_2 = 130 - 50 = 80$  A