

# TermEnergie - Transporter de l'énergie coûte de l'énergie !

Sur 10 points

Lors du transport de l'énergie électrique, la préoccupation première est de maximiser la quantité d'énergie transportée en minimisant les pertes.

**L'exercice comporte deux parties indépendantes qui s'intéressent à l'optimisation du transport de l'énergie électrique.**

## **Document 1** *Électricité : à combien s'élèvent les pertes en ligne en France ?*

L'énergie électrique ne peut être acheminée jusqu'au consommateur final sans pertes. L'essentiel de ces pertes est lié à la circulation du courant électrique dans les matériaux conducteurs qui lui opposent une résistance : cela provoque une perte d'énergie qui se traduit par un dégagement de chaleur.

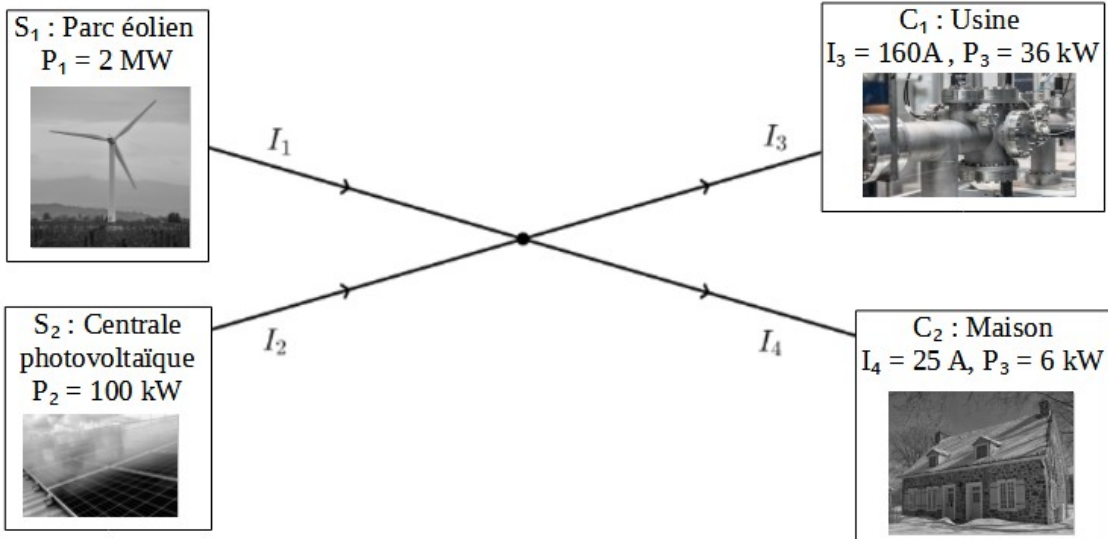
A puissance délivrée égale, plus la tension est élevée et l'intensité réduite, plus les pertes en lignes sont faibles. Le courant circule donc sur les lignes électriques à haute et très haute tension sur le réseau de transport d'électricité français (63 000 à 400 000 volts). Sur les réseaux de distribution, la tension est réduite et les pertes sont donc plus importantes. Sur ces différents réseaux, le courant alternatif est utilisé en partie pour cette raison : il permet d'élever les tensions, de réduire les intensités donc de limiter les pertes.

Sur le réseau de transport d'électricité, le gestionnaire RTE déclare un taux de pertes compris entre 2% et 2,2% depuis 2007. Sur les réseaux de distribution, le gestionnaire ERDF annonce que les pertes s'élèvent au total à près de 6 % de l'énergie acheminée (20 TWh/an).

En incluant l'autoconsommation des postes de transformation et les pertes dites « non techniques » (fraudes, erreurs humaines, etc.), les pertes d'électricité en France entre le lieu de production et de consommation avoisinent 10% en moyenne.

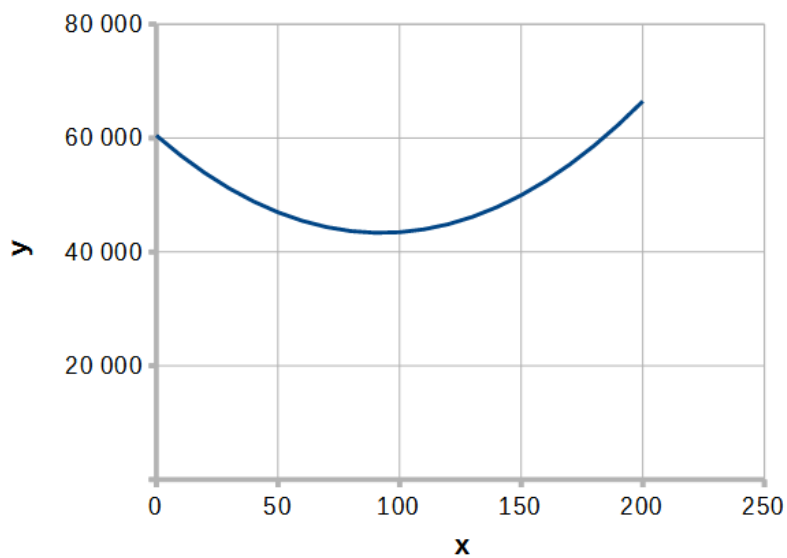
D'après <https://www.connaissancedesenergies.org/>

**Document 2** Modélisation simple d'un réseau de distribution électrique par un graphe orienté



**Document 3**

Représentation graphique de la courbe d'équation  $y = 2x^2 - 370x + 60\,450$



## PARTIE A : Transport de l'énergie électrique

La puissance  $P$  perdue par ce phénomène dans un conducteur ohmique de résistance  $R$  parcouru par un courant d'intensité  $I$  est donnée par la relation :

$$P = R \times I^2.$$

La résistance  $R$  d'un fil conducteur est donnée par la formule :

$$R = \rho \times \frac{L}{S}.$$

avec  $\rho$  la résistivité du conducteur en  $\Omega \cdot \text{m}$ ,  $L$  la longueur du fil en m et  $S$  sa section en  $\text{m}^2$ .

1. Plus la longueur du câble est grande, plus sa résistance est importante. En vous appuyant sur l'expression de la résistance, proposer deux façons de diminuer la résistance des lignes qui transportent l'énergie électrique.

Diminuer la résistance n'est pas la seule réponse à apporter pour diminuer les pertes. On peut également agir sur l'intensité.

2. Indiquer par combien sont divisées les pertes si on divise l'intensité par deux.

3. Expliquer l'intérêt des lignes à haute tension.

4. Expliquer pourquoi les deux réseaux transportant de l'énergie électrique en France mentionnés dans le document 1 n'annoncent pas les mêmes pourcentages d'énergie perdue.

## PARTIE B : Modélisation d'un réseau

Considérons un réseau simple représenté de façon symbolique dans le document 2.

Deux sources  $S_1$  et  $S_2$  produisent du courant, que l'on supposera continu, d'intensités respectives  $I_1$  et  $I_2$ . Le courant doit être acheminé vers deux cibles  $C_1$  et  $C_2$  qui attendent des intensités fixées valant respectivement  $I_3$  et  $I_4$ . On note  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$  et  $R_4$  les résistances respectives des câbles de transport des lignes 1 à 4.

Le réseau présente un unique nœud.

5. Donner l'expression de la puissance  $P_{JT}$  totale dissipée par effet Joule en fonction des intensités et résistances.

6. En utilisant la loi des nœuds, supposée valable, montrer que, si les intensités sont exprimées en ampères, on a  $I_2 = 185 - I_1$ .

7. On admet que les valeurs des résistances des câbles de transport sont toutes identiques et égales à  $R$ . Montrer que l'expression de la puissance  $P_{JT}$  ( en W) en fonction de  $I_1$  (en A) est :

$$P_{JT} = R(2I_1^2 - 370I_1 + 60450).$$

8. Par lecture graphique, estimer la valeur de l'intensité  $I_1$  qui permet de minimiser l'énergie dissipée lors de l'acheminement de l'énergie.