

Nom:..... Prénom:..... Classe:..... Date: .....

## Comment est assuré le transport de l'électricité ?

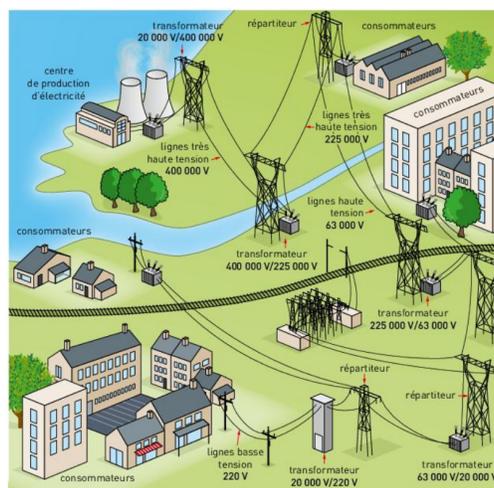
<b>✔ Objectifs</b>	<b>👤 Classe</b>
<input type="checkbox"/> Au cours du transport, une partie de l'énergie électrique, dissipée dans l'environnement par effet Joule, ne parvient pas à l'utilisateur. L'utilisation de la haute tension dans les lignes électriques limite les pertes par effet Joule, à puissance transportée fixée. <input type="checkbox"/> Faire un schéma d'un circuit électrique modélisant une ligne à haute tension. <input type="checkbox"/> Utiliser les formules littérales reliant la puissance à la résistance, l'intensité et la tension pour identifier l'influence de ces grandeurs sur l'effet Joule.	Terminale ES
	<b>🕒 Durée</b>
	1 h

### 📄 Document 1: Un réseau de transport et de distribution électrique

L'énergie électrique<sup>1</sup> est disponible en permanence aux bornes d'une simple prise murale. Pour cela, en amont, un réseau complexe a permis de la transporter et de la distribuer sur tout le territoire français.

#### Mais pourquoi utiliser des lignes à haute tension pour le transport de l'électricité ?

Les lignes à très haute tension relient chaque centrale productrice d'électricité à un premier transformateur qui abaisse la tension. Les lignes à haute tension transportent l'électricité sur de longues distances jusqu'à un deuxième transformateur qui permet d'alimenter les lignes à moyenne et basse tension du réseau de distribution des consommateurs (entreprises et particuliers). (Source image: Bordas)



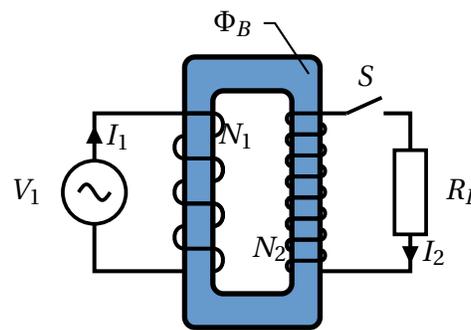
### 📄 Document 2: Le transformateur

Pour modifier une tension alternative, on utilise un transformateur. Il repose sur le phénomène d'induction magnétique (voir chapitres précédents) et a un rendement proche de 1. Il est constitué d'un noyau de fer doux et de deux bobines de fil de cuivre, l'une constitue le circuit primaire (avec  $N_1$  tours), l'autre constitue le circuit secondaire (avec  $N_2$  tours).

Un transformateur est caractérisé par son rapport de transformation, noté  $m$ . Le rapport de transformation est égal au rapport entre les tensions  $U_2$  et  $U_1$  ou au rapport entre les nombres des spires du circuit primaire et secondaire  $N_1$  et  $N_2$ :

$$m = \frac{U_2}{U_1} = \frac{N_2}{N_1} \quad (1)$$

Si  $m > 1$ , le transformateur élève la tension. Si  $m < 1$ , le transformateur abaisse la tension.



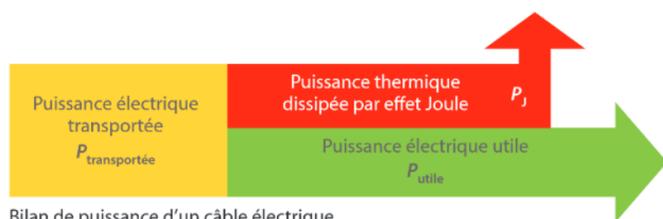
<sup>1</sup>D'après C.Voinot.

**Document 3: Les pertes par effet Joule**

Tout au long de son transport, une partie de l'énergie électrique se dissipe sous forme d'énergie thermique. En effet, tout matériau conducteur traversé par un courant s'échauffe : c'est l'effet Joule. Cela est dû à la résistance propre des câbles qui s'oppose au passage du courant.

Sur le réseau français, les pertes par effet Joule représentent 2 à 6% de l'énergie électrique transportée.

Par conséquent, la puissance électrique réellement utile pour les usagers est inférieure à la puissance électrique transportée dans les câbles électriques.



Bilan de puissance d'un câble électrique.

La résistance d'un câble électrique de longueur  $L$  (m), de section  $S$  (m<sup>2</sup>) et de résistivité  $\rho$  ( $\Omega \cdot m$ ) est:

$$R = \frac{\rho \times L}{S} \quad (2)$$

Cette relation est appelée la première loi d'Ohm et a plusieurs conséquences pour le choix d'une ligne:

- la résistance est d'autant plus grande que la longueur est importante. On essaie donc de réduire la longueur autant que possible;
- la résistance est d'autant plus faible que la section est grande: on augmente donc la section autant que possible;
- la résistance est d'autant plus faible que le matériau conducteur possède une résistivité la faible possible.

Nom du métal	Argent	Cuivre	Aluminium	Zinc	Fer	Plomb
Résistivité à 300 K ( $\Omega \cdot m$ )	$16 \times 10^{-9}$	$17 \times 10^{-9}$	$28 \times 10^{-9}$	$61 \times 10^{-9}$	$10 \times 10^{-8}$	$21 \times 10^{-8}$

**Document 4: Câbles électriques**

Conducteur conventionnel sur la gauche et à « âme » en fibre composite à droite:



**Document 5: Des relations utiles**

**Loi d'Ohm**

Aux bornes d'un conducteur ohmique, de résistance  $R$  (en  $\Omega$ ), la tension  $U_R$  (en V) est proportionnelle à l'intensité  $I$  (en A) qui le traverse:

$$U_R = R \times I \quad (3)$$

**Puissance électrique**

Pour un générateur, une lampe ou une résistance, la puissance  $P$  (en W), la tension  $U$  (en V) et l'intensité  $I$  (en A) sont liées par la formule:

$$P = U \times I \quad (4)$$

1. Par quel moyen est assuré le transport de l'électricité sur le territoire français ?

.....  
.....  
.....  
.....

2. Expliquer en quoi l'effet Joule est un inconvénient lors du transport de l'énergie électrique.

.....  
.....  
.....  
.....

3. À partir du document 3, établir la relation mathématique traduisant le bilan de puissances d'un câble électrique avec  $P_{transportée}$ ,  $P_J$  et  $P_{utile}$ .

.....  
.....  
.....  
.....

4. Exprimer la puissance dissipée par effet Joule  $P_J$ , en fonction de la résistance  $R$  du câble électrique et de l'intensité du courant qui le parcourt ?

.....  
.....  
.....  
.....

5. En raisonnant sur cette précédente relation, quelles solutions doit-on envisager pour réduire les pertes de puissance par effet Joule ?

.....  
.....  
.....  
.....

6. D'après la relation  $P = U \times I$ , pour une puissance fixe donnée, comment faire pour minimiser l'intensité du courant qui traverse un conducteur ? En déduire pourquoi on transporte l'électricité dans des lignes de haute tension.

.....

.....

.....

.....

7. Comment s'appelle le dispositif électrique du réseau qui permet de modifier la valeur de la tension entre deux lignes électriques ?

.....

.....

.....

.....

8. Modéliser par un schéma électrique un réseau simple constitué :

- d'une source génératrice de courant,
- d'un transformateur élévateur de tension,
- d'une ligne haute tension de résistance  $R_{totale} = 2R$
- d'un transformateur abaisseur de tension
- et d'un récepteur de courant comme une lampe.

Le symbole d'un transformateur est le suivant:

