

Transport de l'électricité

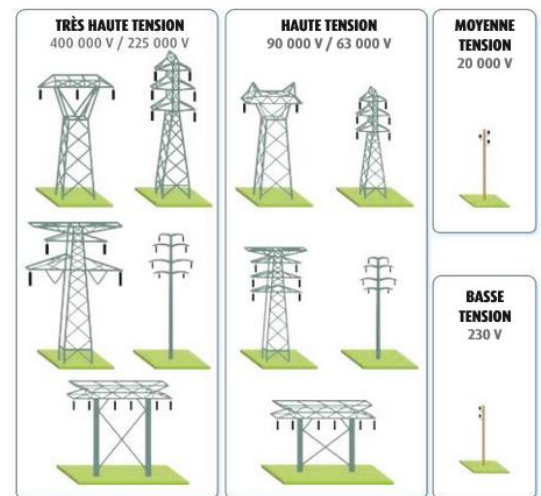
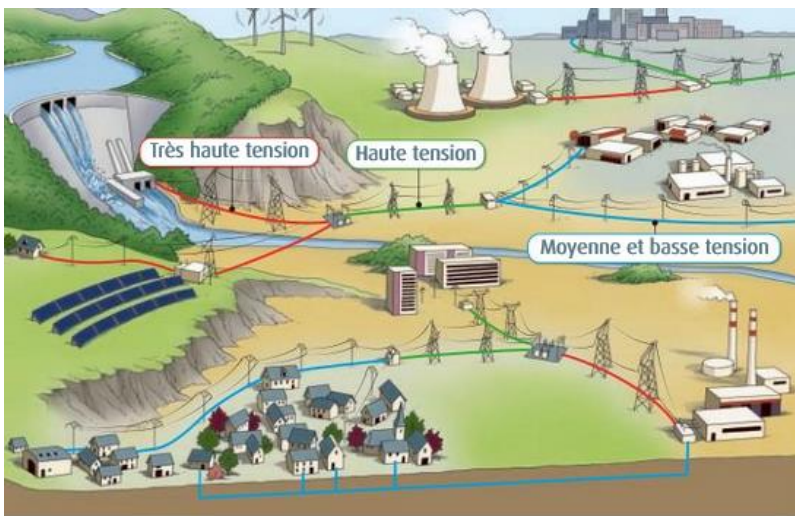
Comment est assuré le transport de l'électricité

L'énergie électrique 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. Pour transporter et distribuer l'énergie électrique depuis des sites de production, on utilise des lignes à haute tension.

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

Documents :

Doc.1 : Un réseau de transport et de distribution électrique



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 2^{ème} transformateur qui permet d'alimenter les lignes à moyenne et basse tension du réseau de distribution des consommateurs (entreprises et particuliers).

Doc.2 : Le transformateur

Pour modifier une tension alternative, on utilise un transformateur. Il repose sur le phénomène d'induction magnétique (*voir chapitre 5*) 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 :

$$m = \frac{N_2}{N_1} = \frac{U_2}{U_1}$$

Si $m > 1$, le transformateur élève la tension

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

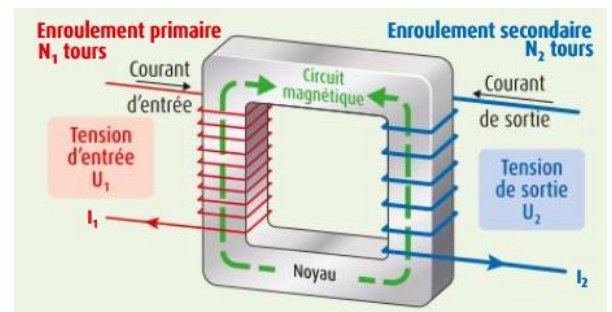
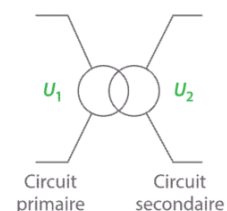


Schéma électrique d'un transformateur :

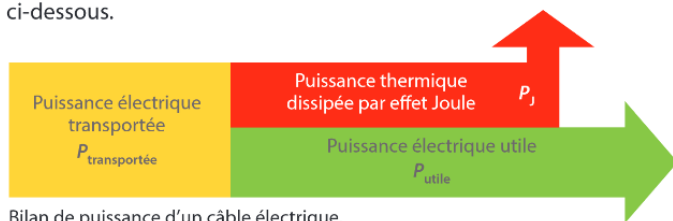


Doc.3 : Les pertes par effet Joule

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. Le bilan de puissance d'un câble peut être représenté par le diagramme ci-dessous.



Bilan de puissance d'un câble électrique.

La résistance d'un câble électrique de longueur L (m), de section S (m^2 , voir doc. 4) et de résistivité ρ ($\Omega \cdot m$) est :

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

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 de réduire la longueur autant que possible ;

► la résistance est d'autant plus faible que la section est grande, on augmente la section autant que possible ;

► la résistance est d'autant plus faible que le matériau conducteur possède une résistivité la plus faible possible.

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

Doc.4 : Câbles électriques

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

**Doc.5 : Formules****Loi d'ohm**

Aux bornes d'un conducteur ohmique, de résistance R , la tension U_R est proportionnelle à l'intensité I qui le traverse.

$$U_R = R \times I$$

en volts (V) ← en ohms (Ω) ← en ampères (A)

Puissance électrique

Pour un générateur, une lampe ou une résistance, la puissance P , la tension U et l'intensité I sont liées par la formule :

$$P = U \times I$$

en watts (W) ← en volts (V) ← en ampères (A)

Questions :

- 1) Par quel moyen est assuré le transport l'électricité sur le territoire français ?
- 2) **Expliquer** en quoi l'effet Joule est un inconvénient lors du transport de l'énergie électrique.
- 3) A partir du doc.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 I 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 $P = U \times I$ (doc.5), 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.