

OPTIMISATION DU TRANSPORT DE L'ÉLECTRICITÉ

1) L'EFFET JOULE :

Lorsqu'un courant traverse un matériau conducteur, il se produit un phénomène appelé « effet Joule » qui se traduit par un échauffement et un dégagement d'énergie thermique vers l'environnement.

L'énergie dissipée par effet Joule dans un conducteur de résistance R traversé par un courant d'intensité I pendant une durée Δt est :

$$E_{\text{joule}} = R \cdot I^2 \cdot \Delta t$$

Énergie dissipée par effet Joule (joule) →

Résistance (ohm) → R

Intensité (ampère) → I

Durée (seconde) → Δt

Démonstration :

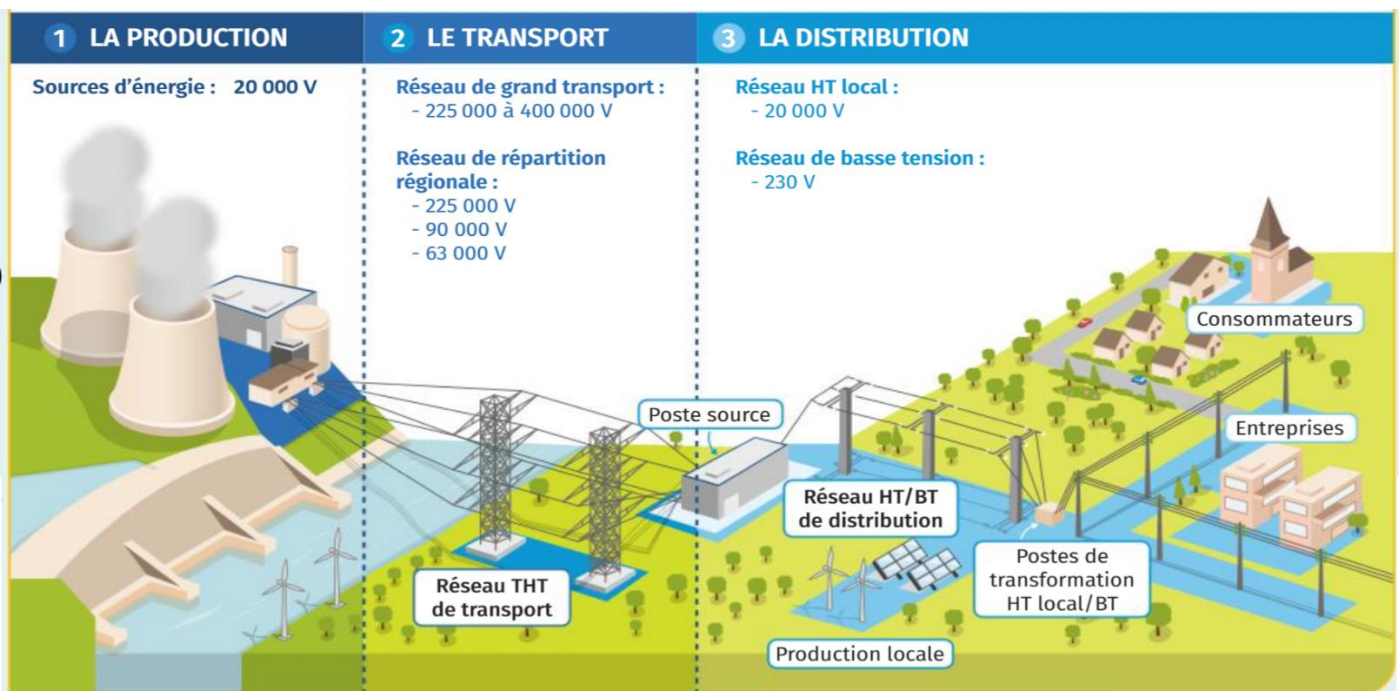
Puissance électrique transférée par un conducteur : $E = P \times \Delta t$
 Loi d'Ohmique pour un conducteur : $U = R \times I$

$$\Rightarrow E = P \times \Delta t = U \times I \times \Delta t = (R \times I) \times I \times \Delta t$$

2) LE RÉSEAU ÉLECTRIQUE :

ACTIVITÉ 1

Les centrales produisent de l'électricité qui est ensuite transportée à des câbles électriques jusqu'aux utilisateurs :

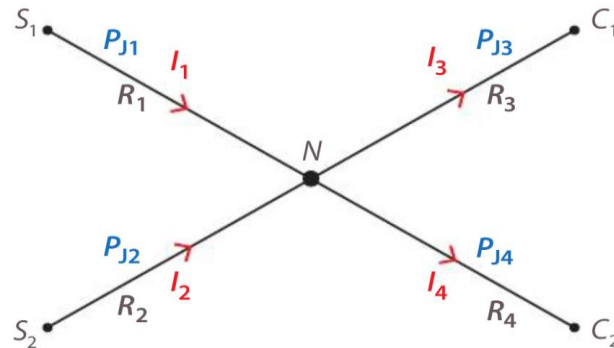


Pour minimiser les pertes par effet Joule, la tension est augmentée grâce à des transformateurs avant le transport dans les câbles (lignes à haute ou très haute tension) puis abaissée avant d'être distribuée aux utilisateurs (lignes basse tension). **En effet, pour une puissance P fixée, plus la tension est élevée et plus l'intensité est faible. La puissance dissipée par effet Joule est donc moins importante.**

3) OPTIMISATION DU RÉSEAU ÉLECTRIQUE :

ACTIVITÉ 2

Un réseau de distribution électrique peut être modélisé par un graphe orienté sur lequel chaque arc est associé à une ligne électrique. Optimiser l'acheminement de l'énergie électrique signifie minimiser les pertes par effet Joule sur l'ensemble du réseau, en respectant des contraintes naturelles (production des sources, besoin des utilisateurs, conservation de l'intensité). L'étude du graphe permet d'exprimer une « fonction objectif » $P_{J\text{ totale}}$ puis de déterminer les valeurs des intensités distribuées par les sources pour lesquelles les pertes sont minimales :



$$I_1 + I_2 = I_3 + I_4 \text{ (loi des nœuds)}$$

$$P_{J\text{ totale}} = P_{J1} + P_{J2} + P_{J3} + P_{J4}$$

$$P_{J\text{ totale}} = R_1 \times I_1^2 + R_2 \times I_2^2 + R_3 \times I_3^2 + R_4 \times I_4^2$$

Exercices : n°7,14,15,19,20,21 p157/161