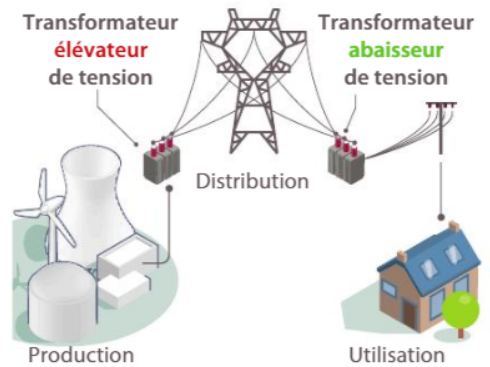


1 Le réseau de distribution électrique

- ▶ Le **réseau** de distribution transporte l'énergie électrique dans des câbles où une partie de la puissance transportée est **dissipée par effet Joule**. Ces pertes dépendent de la résistance R du câble et de l'intensité du courant I qui y circule.
- ▶ Pour **minimiser ces pertes**, l'énergie électrique est transportée à **haute tension**. L'élévation de la tension d'alimentation du câble entraîne une diminution de l'intensité du courant électrique, réduisant ainsi la puissance dissipée par effet Joule P_J .
- ▶ Les **transformateurs** élèvent la tension électrique pour le transport puis l'abaissent pour la rendre utilisable par tout usager.



Le bilan de puissance d'un câble s'écrit :

$$P_{\text{transportée}} = P_J + P_{\text{utile}}$$

avec $P_J = R_{\text{câble}} \times I^2$

LES SAVOIR-FAIRE À MAÎTRISER

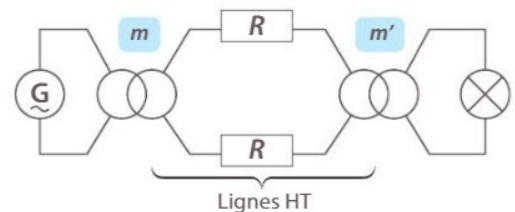
- ✔ Utiliser les formules littérales reliant la puissance à la résistance, l'intensité et la tension pour identifier l'influence de ces grandeurs sur l'effet Joule.

2 Modéliser une ligne à haute tension

- ▶ Une **ligne à haute tension** peut être **modélisée expérimentalement** par un **circuit électrique** avec les correspondances suivantes.

Réseau	Montage expérimental
Transformateurs du réseau (élévateur et abaisseur)	Transformateurs du laboratoire ($m > 1$ et $m' < 1$)
Résistance des câbles électriques	Deux résistances

- ▶ Le **transformateur élévateur** permet d'obtenir une tension supérieure à celle du générateur (modélisation de la haute tension). Comme l'intensité du courant qui parcourt les résistances est alors plus faible, la puissance dissipée par effet Joule est moindre.
- ▶ Le **transformateur abaisseur** permet ensuite à l'utilisateur de disposer d'une tension adéquate.



Pour chaque résistance :

Loi d'Ohm

$$U_R = R \times I$$

en V en Ω en A

Puissance électrique

$$P = U \times I$$

en W en V en A

Puissance dissipée par effet Joule

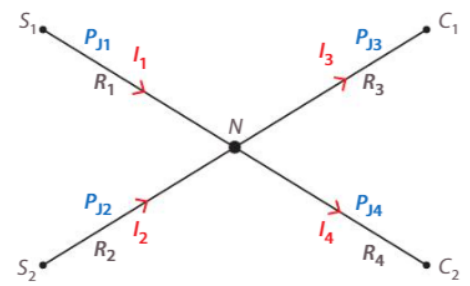
$$P_J = U_R \times I = (R \times I) \times I = R \times I^2$$

LES SAVOIR-FAIRE À MAÎTRISER

- ✔ Faire un schéma d'un circuit électrique modélisant une ligne à haute tension.
- ✔ Utiliser les formules littérales reliant P à R , U et I pour identifier l'influence de ces grandeurs sur l'effet Joule.

3 Modéliser et optimiser un réseau

- ▶ 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 S_k , besoin des cibles C_k , conservation de l'intensité au nœud intermédiaire N).
- ▶ L'étude du graphe orienté permet d'exprimer la **fonction objectif** $P_{J \text{ totale}}$, puis de déterminer les valeurs des intensités distribuées par les sources pour lesquelles les pertes sont minimales.



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

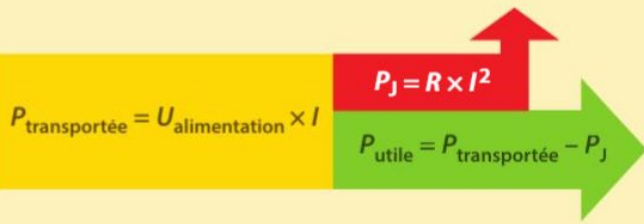
$$P_{J \text{ totale}} = P_{J1} + P_{J2} + P_{J3} + P_{J4}$$

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

LES SAVOIR-FAIRE À MAÎTRISER

- ✔ Modéliser un réseau de distribution électrique simple par un graphe orienté.
- ✔ Exprimer mathématiquement les contraintes et la fonction à minimiser.
- ✔ Formuler le problème de minimisation des pertes par effet Joule et le résoudre.

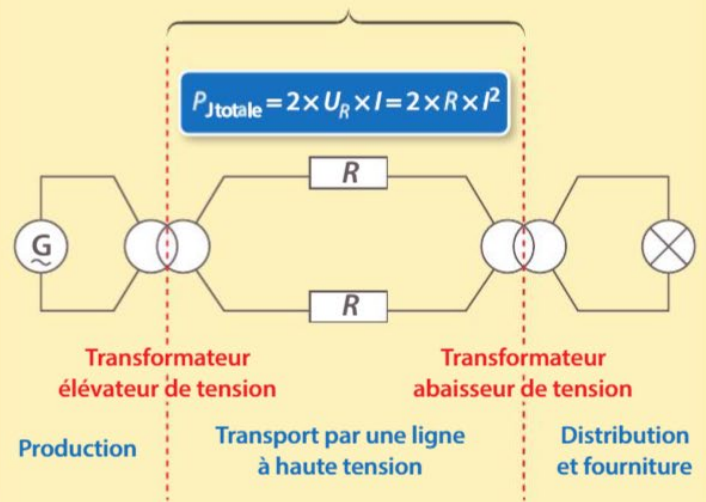
Bilan de puissance d'un câble du réseau de transport électrique



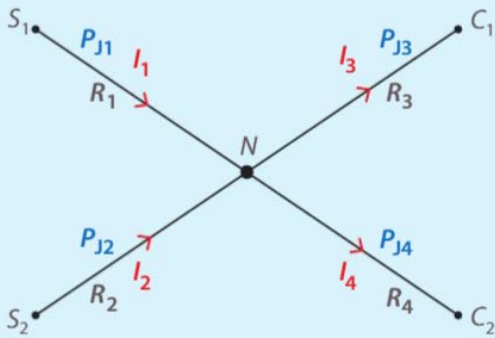
Pour $P_{transportée}$ fixée :

$U_{alimentation}$ augmente $\Rightarrow I$ diminue $\Rightarrow P_J$ diminue.

Modélisation d'une ligne HT



Modélisation d'un réseau simple par un graphe orienté pour l'optimiser



Résolution du problème pour minimiser les pertes

