

Chapitre 4 : Optimisation du transport de l'électricité

Le réseau de transport, de répartition et de distribution électrique en France est dense et très étendu. Le réseau de distribution électrique est constitué de plus d'un million de kilomètres de lignes qui s'échauffent lors du passage du courant électrique.

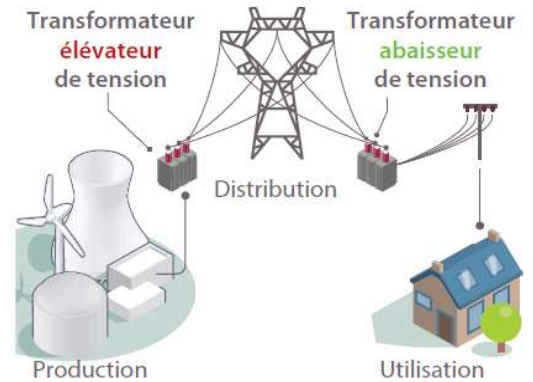
Problématique : Comment transporter efficacement l'électricité vers les utilisateurs ?

Le réseau de distribution

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 baisse 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 :

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

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

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 de laboratoire
Résistance des câbles électriques	Deux résistances

Pour chaque résistance :

Loi d'Ohm

$U = R \times I$

U_R en V, R en Ω et I en A

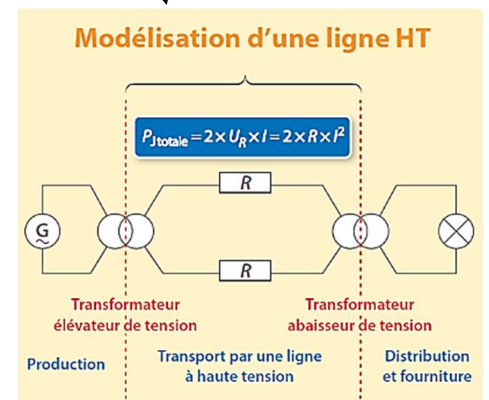
Puissance électrique

$P = U \times I$

P en W, U en V et I en A

Puissance dissipée par effet Joule

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



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.

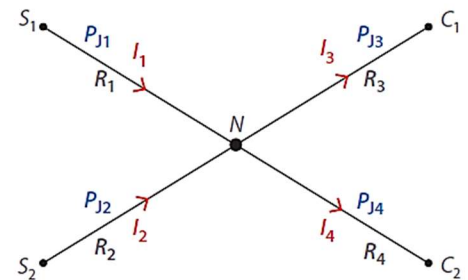
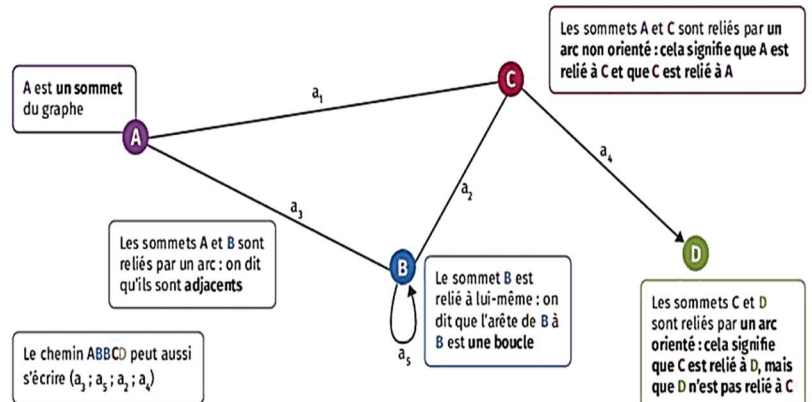
Modéliser et optimiser un réseau

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 P_J totale, puis de déterminer les valeurs des intensités distribuées par les sources pour lesquelles les pertes sont minimales.

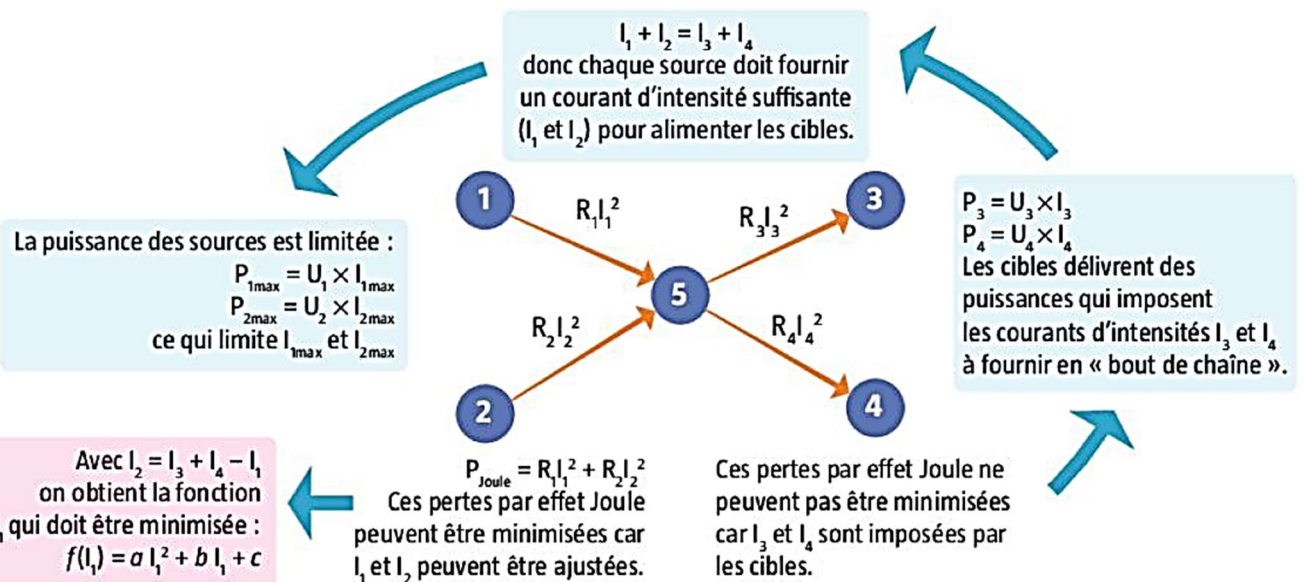
Éléments de vocabulaire de la théorie des graphes



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

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

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



Quelques vidéos utiles :

[Historique de la distribution d'électricité](#)



[Réseau d'électricité](#)



[Bilan](#)

