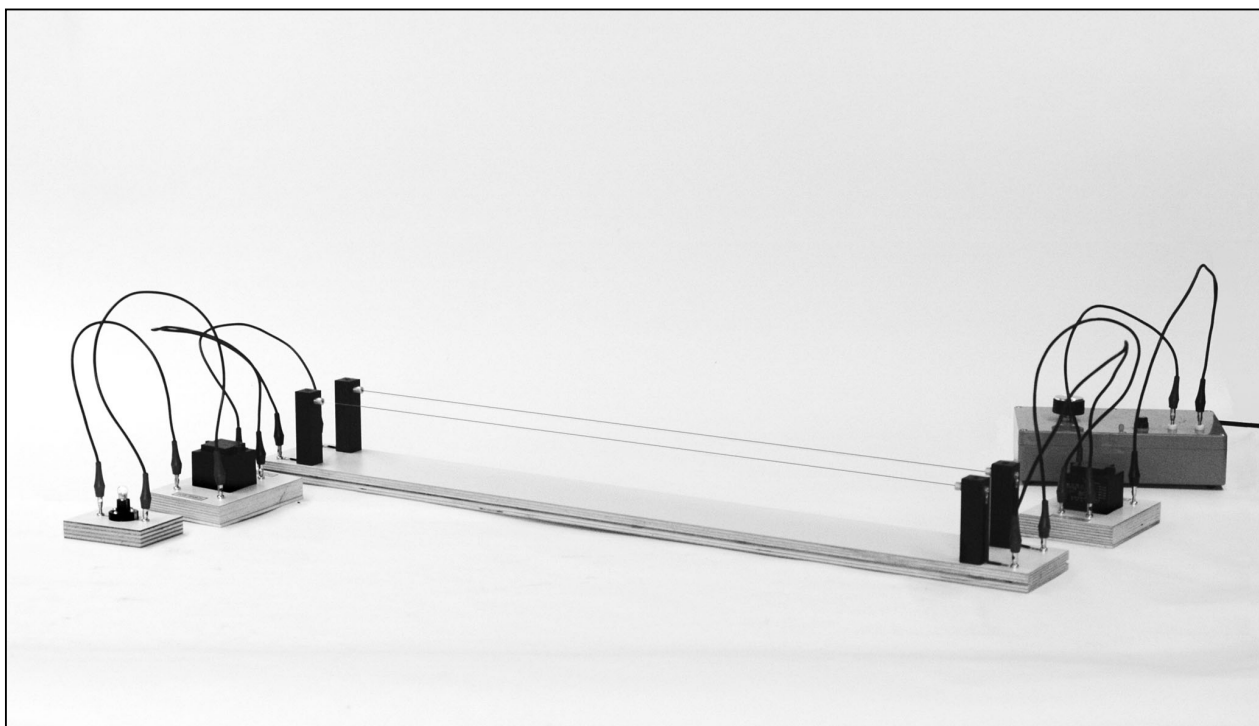


# Ensemble pour la propagation de l'énergie électrique

EE 2105 43215



## Mode d'emploi



Centre technique et pédagogique  
de l'Enseignement de la Communauté française

# 1. But

Montrer que, dans un fil conducteur de faible section, donc de grande résistance, l'énergie électrique ne se propage pas à très grande distance si la tension fournie par le générateur est faible; il n'en est pas de même si la tension est élevée.

## 2. Description

L'ensemble comprend:

- 2 transformateurs identiques sur support,
- 1 planchette simulant la ligne électrique (avec 2 conducteurs),
- 1 support en bois avec douille et lampe 3,7 V; 300 mA.

## 3. Matériel complémentaire nécessaire

- 1 générateur de tensions alternatives 3,5 V (par exemple, le générateur mural) ou un autre générateur\*,
- 1 multimètre (éventuellement),
- fils de connexion.

## 4. Manipulation

1. Régler le générateur de manière telle qu'il fournisse une tension alternative de 3,5 V et connecter la lampe fixée sur son support en bois (voir schéma 1). Observer l'éclat de la lampe.

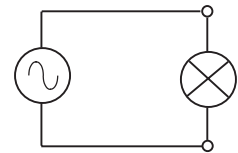


Schéma 1

2. Débrancher la lampe et connecter au générateur la planchette simulant la ligne électrique. Ne pas modifier le réglage de la tension fournie par le générateur.
3. Brancher la lampe à l'autre extrémité de la ligne électrique comme indiqué sur le schéma 2. Observer l'éclat de la lampe.

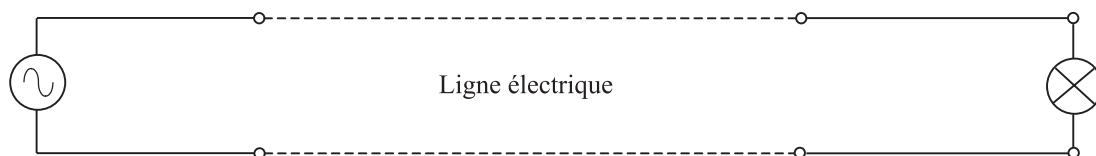
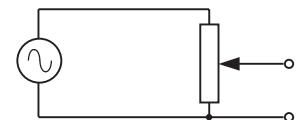


Schéma 2

\* Si la tension fournie par le générateur est supérieure à 3,5 V, il faut utiliser un rhéostat – potentiomètre (par exemple: 50  $\Omega$  ; 5 A ou 100  $\Omega$  ; 2 A) monté en diviseur de tension comme le montre le schéma ci-contre.



4. Sans modifier le réglage de la tension fournie par le générateur, connecter maintenant ce dernier à un des deux transformateurs que l'on branchera en élévateur de tension (voir schéma 3). Connecter la sortie du transformateur à la planchette simulant la ligne électrique. À l'autre extrémité de la ligne, raccorder le deuxième transformateur en abaisseur de tension. À la sortie de ce transformateur, brancher la lampe et observer son éclat.



Schéma 3

5. Refaire éventuellement les points 1 à 3 de la manipulation en utilisant un générateur de tensions continues fournissant également une tension de 3,5 V.  
6. Refaire les points 1 à 3 de la manipulation en remplaçant la ligne électrique par deux conducteurs en cuivre de grosse section.

## 5. Exploitation

Que peut-on déduire de ces expériences?

## 6. Résultats

Lorsqu'on branche la lampe directement aux bornes du générateur fournissant une tension efficace de 3,5 V, celle-ci brille (schéma 1). Si on la branche à l'extrémité de la ligne électrique, elle est éteinte (schéma 2). En effet, la ligne électrique est constituée d'un fil résistif dont la résistance totale vaut environ  $50 \Omega$ . Cette résistance est suffisante pour empêcher la lampe de briller. Il en est de même si on utilise un générateur de tensions continues présentant une tension de 3,5 V entre ses bornes.

Pour pouvoir transporter l'énergie électrique à l'aide de cette ligne de faible section, donc de grande résistance, il faut placer du côté du générateur (c'est-à-dire du côté de la centrale électrique) un transformateur élévateur de tension et à l'autre extrémité de la ligne, un transformateur abaisseur de tension (schéma 3). Dans ce cas, la lampe brille de nouveau, mais un peu moins que précédemment (schéma 1).

Si la ligne électrique est un fil de cuivre de grosse section, donc de faible résistance, la lampe brille car les pertes d'énergie par effet Joule sont minimales.

Les résultats ci-dessous ont été obtenus lors d'une expérience réalisée avec une lampe de 3,8 V; 300 mA.

### Sans transformateur (schéma 2)

$$U_{\text{générateur}} = U_{\text{ligne départ}} = 3,50 \text{ V}$$

$$U_{\text{lampe}} = U_{\text{ligne arrivée}} = 0,11 \text{ V}$$

$$I_{\text{lampe}} = 64 \text{ mA}$$

$$I_{\text{lampe}} = I_{\text{ligne}} = 64 \text{ mA}$$

À partir de ces résultats, on peut déterminer la perte par effet Joule dans la ligne.

$$\text{La résistance } R \text{ de la ligne vaut: } R = \frac{U}{I} = \frac{3,50 - 0,11}{64 \times 10^{-3}} = 53 \Omega.$$

On en déduit la puissance  $P$  perdue par effet Joule dans la ligne:

$$P = RI^2 = 53 \times (64 \times 10^{-3})^2 = 217 \times 10^{-3} \text{ W.}$$

### Avec transformateur (schéma 3)

$$U_{\text{générateur}} = 3,50 \text{ V}$$

$$U_{\text{ligne départ}} = 38,0 \text{ V}$$

$$U_{\text{ligne arrivée}} = 37,4 \text{ V}$$

$$U_{\text{lampe}} = 1,75 \text{ V}$$

$$I_{\text{lampe}} = 120 \text{ mA}$$

$$I_{\text{ligne}} = 11 \text{ mA}$$

À partir de ces résultats, on peut déterminer la perte par effet Joule dans la ligne.

La résistance  $R$  de la ligne vaut:  $R = \frac{U}{I} = \frac{38,0 - 37,4}{11 \times 10^{-3}} = 55 \Omega$  (valeur proche de celle calculée précédemment).

On en déduit la puissance  $P'$  perdue par effet Joule:  $P' = RI^2 = 55 \times (11 \times 10^{-3})^2 = 7 \times 10^{-3} \text{ W.}$

On constate que  $P' \ll P$ .

## 7. Note

Si on veut distribuer l'énergie électrique provenant d'une centrale dont la puissance est de 1000 MW et si l'énergie est transportée en utilisant une tension de 230 V~, il faut utiliser des fils conducteurs en cuivre\* dont le diamètre est de 52,6 cm, soit une masse de cuivre de près de 1900 tonnes par kilomètre! Si on transporte l'énergie en utilisant une tension de 400 000 V~, il faut utiliser des fils conducteurs en cuivre dont le diamètre est de 1,2 cm, soit une masse de cuivre d'environ 1 tonne par kilomètre! La différence est significative!

## 8. Sécurité

Il est vivement conseillé de ne pas dépasser la tension de 3,5 V~ aux bornes du générateur afin d'éviter de produire des tensions trop élevées aux bornes de la ligne électrique. Tel que le montage est prévu, la tension aux bornes de cette ligne ne présente pas de danger.

En cas de remplacement de la lampe, ne pas la choisir avec une tension supérieure à 3,8 V et veiller à ce que le courant nécessaire pour la faire fonctionner ne dépasse pas 300 mA.

---

\* En supposant qu'un fil de cuivre aérien non isolé puisse laisser passer un courant de 20 A par mm<sup>2</sup> de section.