

# HT6 Transport d'électricité: ligne haute tension

## Présentation

L'énergie électrique produite par l'alternateur d'une centrale électrique doit être transportée dans les différents endroits où elle est consommée.

Les lignes électriques permettent le transport de cette énergie sur de grandes distances. Les lignes électriques constituées de câbles offrent une certaine résistance proportionnelle à leur longueur. Cela peut entraîner des pertes par effet joule importantes.

Cette maquette permet de comprendre pourquoi il est nécessaire de transporter le courant à haute ou très haute tension, alors que ces tensions potentiellement dangereuses nécessitent des précautions importantes d'isolation.

## Description

La maquette est constituée:

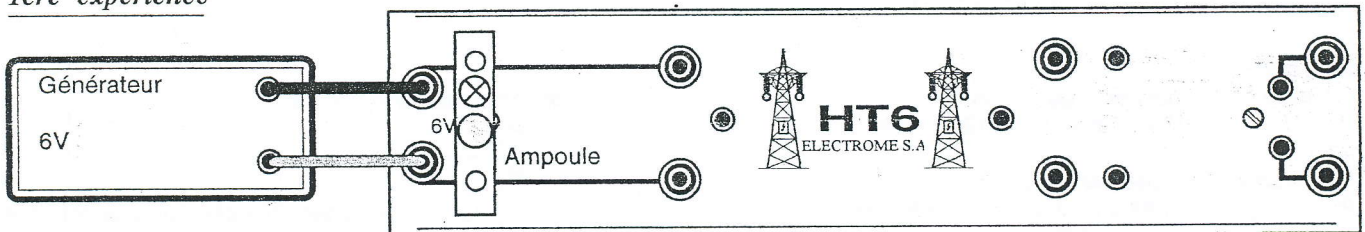
- d'une plaquette de base sérigraphiée sur support isolant
- d'un module transformateur élévateur 6V/40V
- d'un module transformateur abaisseur 40V/6V
- d'un module équipé d'une lampe miniature type E10 6V/60 mA
- de 2 pylônes sérigraphiés sur PVC transparent
- de 2 cordons de 50 cm de longueur équipés de fiches bananes de sécurité de diamètre 4 mm

L'ensemble de la maquette permet de simuler:

- le transport de l'énergie électrique en basse tension sur de courte distance
- le transport de l'énergie électrique sur une grande distance par ligne électrique en basse tension
- le transport de l'énergie électrique sur une grande distance par ligne électrique en haute tension

## Expériences

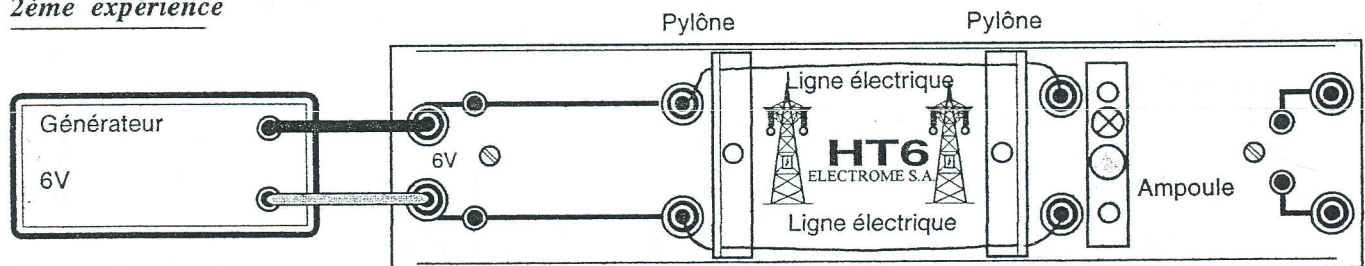
### 1ère expérience



#### Observation:

L'ampoule est alimentée directement par le générateur de tension: l'ampoule s'allume normalement.

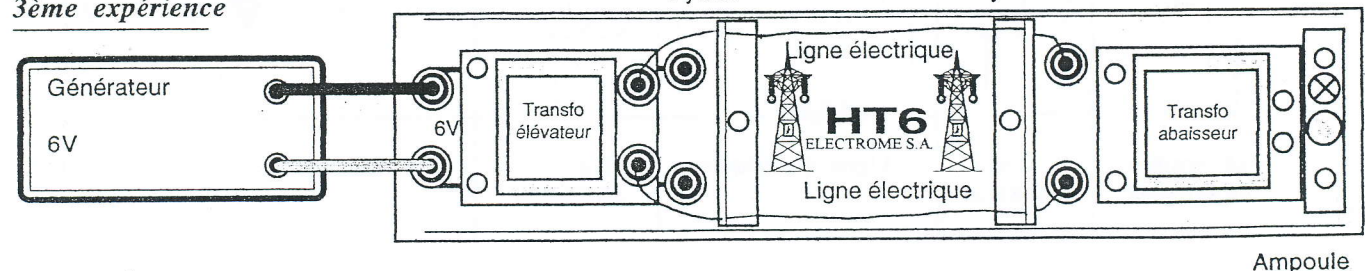
### 2ème expérience



#### Observation:

L'énergie électrique est transportée par la ligne électrique: l'ampoule est à peine éclairée. Les pertes par effet joule dans la ligne électrique sont très importantes.

### 3ème expérience

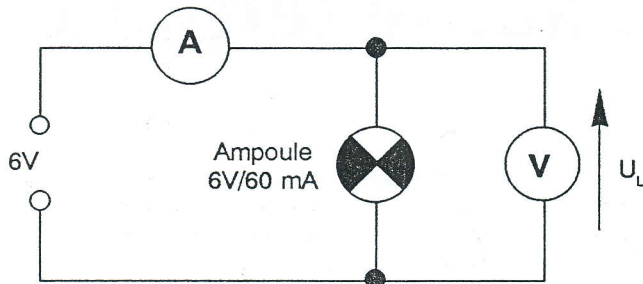


#### Observation:

Grâce aux transformateurs élévateur et abaisseur, le transport de l'énergie électrique par les lignes est en haute tension: l'ampoule s'allume presque normalement.

## Manipulations

### 1ère manipulation

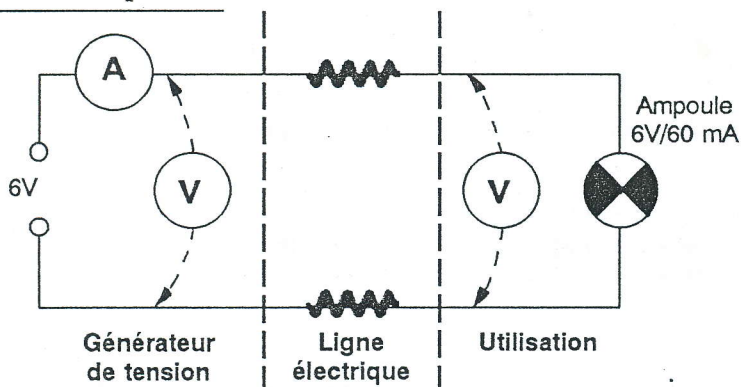


Le schéma ci-contre correspond au montage de la 1ère expérience. Il faut rajouter un voltmètre en parallèle sur l'ampoule et un ampèremètre en série avec l'alimentation de l'ampoule. L'alimentation de l'ampoule est réalisée en basse tension (6V) est sur une très courte distance. L'ampèremètre et le voltmètre permettent de calculer la puissance électrique fournie par le générateur ou absorbée par l'ampoule.

$$P_{ei} = U_L \times I_L$$

(Ex:  $U_L = 7,04 \text{ V}_{\text{eff}}$   $I_L = 65,2 \text{ mA}_{\text{eff}}$   $P_{ei} = 459,66 \text{ mW}_{\text{eff}}$ )

### 2ème manipulation



Ce schéma correspond au montage de la 2ème expérience. Il permet de transporter l'énergie électrique par les lignes en basse tension.

Les différentes prises de mesure tension et courant du montage permettent de calculer: la puissance fournie par le générateur, la puissance perdue par effet joule dans les lignes et la puissance absorbée par l'ampoule.

#### Exemple:

- Puissance fournie par le générateur:

$$P_G = U_G \times I = 7,08 \times 27,8 \times 10^{-3} = 196,82 \text{ mW}$$

- Puissance absorbée par l'ampoule:

$$P_{Amp} = U_{Amp} \times I = 1,54 \times 27,8 \times 10^{-3} = 42,81 \text{ mW}$$

- Puissance perdue par effet joule:

$$P_p = (U_G - U_{Amp}) \times I = (7,08 - 1,54) \times 27,8 \times 10^{-3} = 154,01 \text{ mW}$$

OU

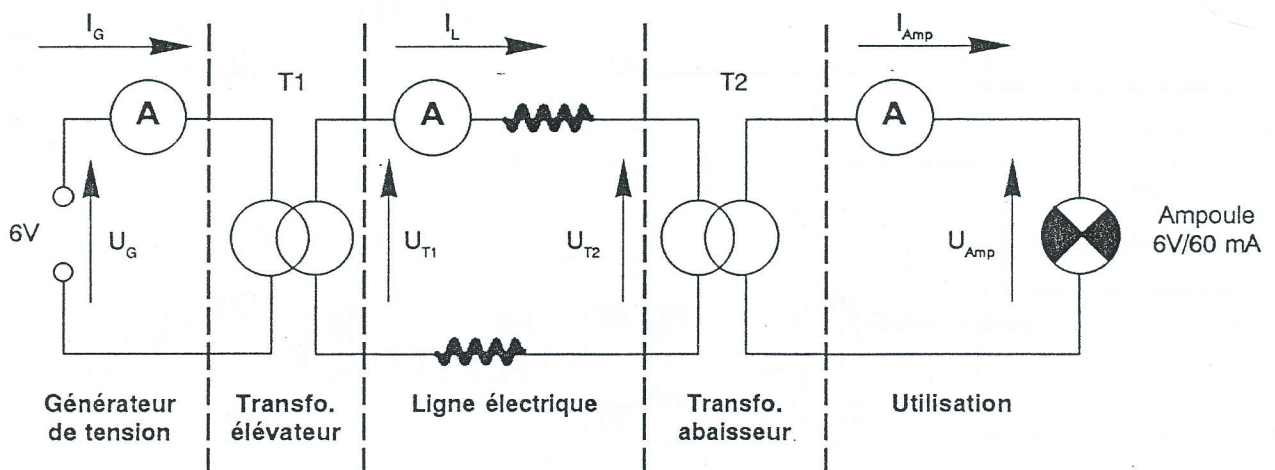
$$P_p = P_G - P_{Amp} = 154,01 \text{ mW}$$

- Rendement de l'installation:

$$\Phi = \frac{P_{Amp}}{P_G} = 0,2175$$

soit un rendement de l'ensemble très faible de 21,75 %

### 3ème manipulation



Ce schéma correspond au montage de la 3ème expérience.

Les différents relevés de mesure de courant et de tension permettront de calculer:

- La puissance fournie par le générateur:

$$P_G = U_G \times I_G = 7,10 \times 84 \times 10^{-3} = 596,4 \text{ mW}$$

### 3ème manipulation (suite)

- La puissance fournie par le secondaire du transformateur: élévateur (T1):  
 $P_{T1} = U_{T1} \times I_L = 37,8 \text{ V} \times 9,48 \times 10^{-3} = 358,34 \text{ mW}$

- La puissance absorbée par le primaire du transformateur abaisseur (T2):  
 $P_{T2} = U_{T2} \times I_L = 35,9 \times 9,48 \times 10^{-3} = 340,33 \text{ mW}$

- La puissance perdue par effet joule dans les lignes électriques:  
 $P_{Ligne} = (U_{T1} - U_{T2}) \times I_L = P_{T1} - P_{T2} = 18,01 \text{ mW}$

- La puissance absorbée par l'ampoule:  
 $P_{Amp} = U_{Amp} \times I_{Amp} = 4,37 \times 49,3 \times 10^{-3} = 215,44 \text{ mW}$

- Rendement de l'ensemble de l'installation:

$$\Phi = \frac{P_{Amp}}{P_G} = 0,3612$$

soit un rendement supérieur au montage précédent de: 36,12 %, malgré l'utilisation de transformateurs élévateur et abaisseur à rendement moyen.

- Rendement du transformateur élévateur (T1):

$$\Phi_{T1} = \frac{P_{T1}}{P_G} = 0,60$$

soit un rendement du transformateur T1 de 60%

- Rendement du transformateur abaisseur (T2):

$$\Phi_{T2} = \frac{P_{Amp}}{P_{T2}} = 0,633$$

soit un rendement du transformateur T2 de 63,3 %

### **Conclusion**

On constate que la perte par effet joule dans les lignes électriques en mode basse tension (6V) est beaucoup plus importante que pour un transport de l'énergie en mode haute tension (154 mW > 18 mW).

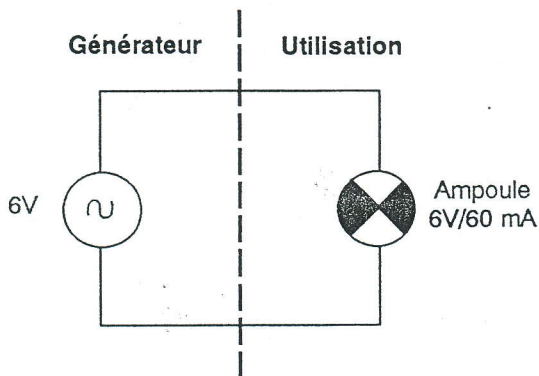
Malgré l'utilisation de transformateur élévateur et abaisseur à rendement moyen (60%), le rendement énergétique de l'ensemble en mode haute tension est plus important qu'en mode basse tension (36% contre 21%).

### **Remarque**

Les courants et les tensions mesurés dans les différents montages sont de type sinusoïdal (50 Hz) et exprimés en valeur efficace.

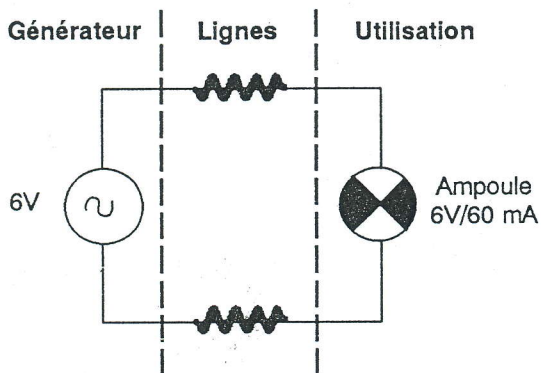
# Fiche élève

## Manipulation n°1



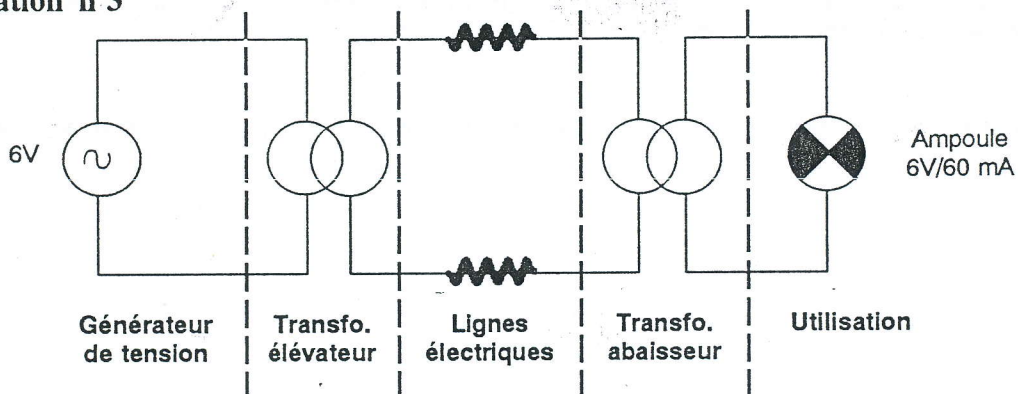
- a/ Puissance fournie par le générateur: .....
- .....
- b/ Puissance absorbée par l'ampoule: .....
- .....
- c/ Rendement énergétique de l'ensemble: .....
- .....

## Manipulation n°2



- a/ Puissance fournie par le générateur: .....
- .....
- b/ Puissance absorbée par l'ampoule: .....
- .....
- c/ Puissance perdue par effet joule dans les lignes électriques: .....
- .....
- d/ Rendement énergétique de l'ensemble: .....
- .....

## Manipulation n°3



- a/ Puissance fournie par le générateur: .....
- b/ Puissance fournie par le secondaire du transformateur élévateur: .....
- c/ Puissance absorbée par le primaire du transformateur abaisseur: .....
- d/ Puissance perdue par effet joule dans les lignes électriques: .....
- e/ Puissance absorbée par l'ampoule: .....
- f/ Rendement énergétique de l'ensemble: .....
- g/ Rendement du transformateur élévateur: .....
- h/ Rendement du transformateur abaisseur: .....