

Électrocinétique

- ✓ effet Joule
- ✓ rayonnement infrarouge



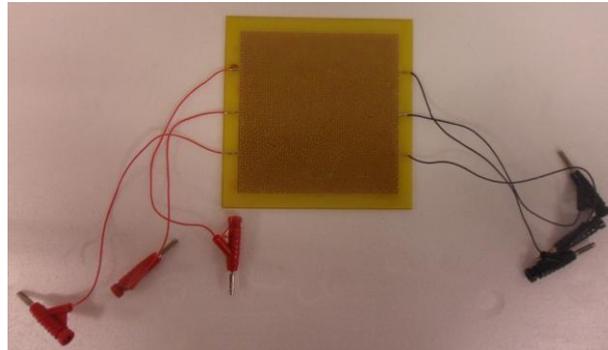
Matériel

- ✓ un circuit électrique sous forme de labyrinthe, recouvert d'un film plastique transparent.
- ✓ une alimentation continue
- ✓ une caméra infrarouge

Attention : ?



UNE DÉMONSTRATION LUDIQUE DE L'EFFET JOULE



Assemblage (1 min)

- ✓ Alimenter deux entrées du circuit en courant continu.
- ✓ Braquer l'objectif de la caméra IR sur le circuit.
- ✓ Augmenter l'intensité jusqu'à atteindre 1.5 A environ.
- ✓ La piste devient visible.

Manipulations (10 min)

Appliquer une tension de l'ordre de 0.1 V et une intensité de l'ordre de 1.5 A à deux entrées du circuit. Si les deux entrées sont reliées, le chemin s'illumine immédiatement. L'augmentation de température est modérée et peut atteindre 40°C environ.

Plusieurs configurations sont possibles : entre A et B (Fig.1), il s'agit d'un chemin unique et tortueux (*labyrinthe*). Entre 1 et 2 (Fig.2), il y a un embranchement dont une branche est deux fois plus longue que l'autre (test de la loi d'Ohm), ainsi qu'un pont de Wheatstone (le courant dans la branche intérieure est nul). Entre I et II (Fig.3), le chemin se subdivise de manière complexe (on parle alors de *dédale*) et l'intensité fait de même (test de la loi des nœuds de Kirchhoff).

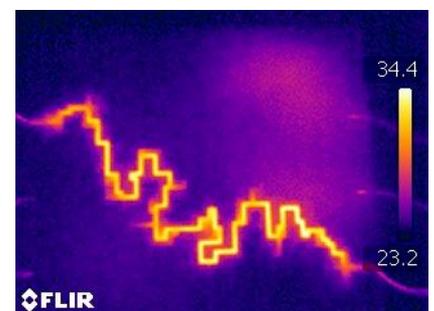
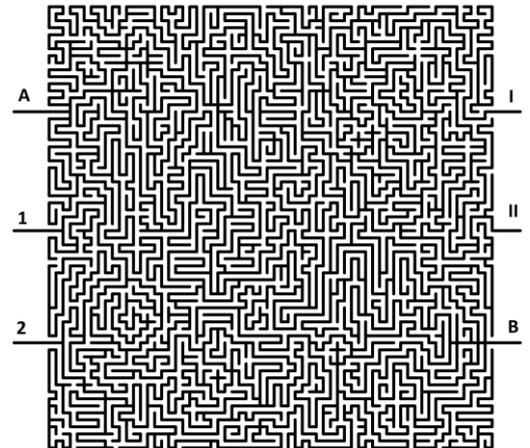


Figure 1

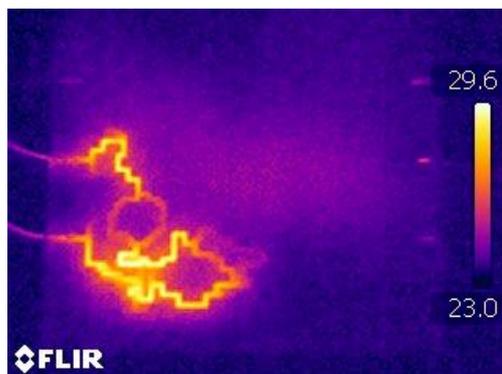


Figure 2

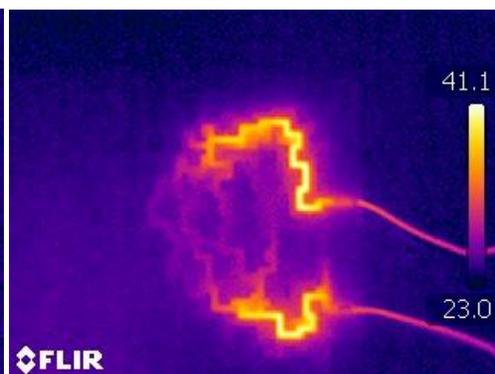


Figure 3

Explications

La piste en cuivre du circuit, parcourue par un courant de forte intensité, chauffe par effet Joule. Le cuivre ayant une émissivité très faible, le circuit est recouvert d'un film plastique. Cela permet à la caméra de détecter l'augmentation de température car la chaleur est communiquée au film plastique dont l'émissivité est bien meilleure que le métal.

Cette expérience peut être utilisée dans le cadre de démonstrations utilisant la caméra infrarouge. Il est spectaculaire de constater que le « bon chemin » apparaît instantanément grâce à la caméra infrarouge, en dépit de la complexité du tracé. On peut d'ailleurs demander aux spectateurs, en préalable à cette expérience, d'essayer de résoudre le labyrinthe (et pourquoi pas de les chronométrer, sachant qu'ils seront battus par les lois de la physique quelque soit leur performance).

Ce montage permet de discuter des lois basiques de l'électrocinétique : lois de Kirchhoff, effet Joule, résistance. Il met aussi en évidence l'existence d'un régime transitoire entre le moment où le courant est établi et le moment où le chemin « correct » s'illumine. Pendant ce régime transitoire, le courant teste tous les chemins possibles à la vitesse de propagation du champ électrique dans le circuit, et s'annule dans les culs-de-sac. La discussion doit mettre en évidence l'importance des *charges de surface* dans la conduction (voir Fig.4 ci-dessous issue du livre de Chabay & Sherwood, Fig.19.49 p.779). Ces charges font le pont conceptuel entre l'électrostatique et l'électrocinétique, deux matières enseignées traditionnellement de manière disjointes.

Références

Cette expérience a fait l'objet d'un article paru dans le journal *Physics Education* : *Electric current solves mazes*, Simon Ayrinhac, *Phys. Educ.* **49** 443 (2014).

Liens : <http://iopscience.iop.org/0031-9120/49/4/443/>

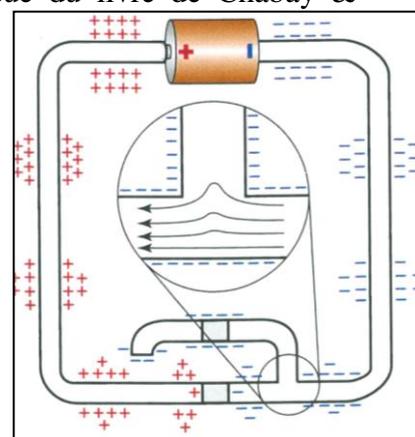


Figure 2