

Manipulation de TP en classe terminale

INTENSITE EFFICACE D'UN COURANT ALTERNATIF

par R. JOUANISSON,
Université de Clermont II.

Les programmes des classes terminales suggèrent d'introduire les notions d'intensité et de tension efficaces à partir de l'effet Joule.

Expérimentalement, on peut réaliser une manipulation de calorimétrie (décrite au § 1) où l'on compare la puissance fournie par un courant continu constant I à celle fournie par un courant alternatif $i(t)$. J'imagine que cette méthode rencontre peu de succès auprès de nos collègues car elle est longue et délicate à réaliser.

Je suggère de faire réaliser aux élèves, en travaux pratiques, l'expérience décrite au § 2 et dont le principe est le suivant : une lampe à filament de tungstène peut être alimentée successivement, soit en courant continu I , soit en courant alternatif $i(t)$. Lorsque la température du filament est la même dans les deux cas, le flux lumineux émis dans un angle solide donné est le même et un récepteur photosensible est parcouru par le même courant. On peut alors affirmer que la valeur efficace de $i(t)$ est I . En particulier, si le courant $i(t)$ est sinusoïdal et d'amplitude I_M ,

on mesurera le rapport $\frac{I_M}{I}$ grâce à un oscilloscope cathodique.

I. RAPPEL DE L'EXPERIENCE DE CALORIMETRIE.

Une expérience très satisfaisante dans son principe peut être réalisée de la manière suivante : deux récipients *identiques* (par exemple deux calorimètres, mais ce n'est pas nécessaire) contiennent la *même* masse de liquide (vérifier à l'aide d'une balance juste) à la *même* température initiale θ . A l'aide d'un thermocouple, disposé comme l'indique la fig. 1, et d'un instrument de mesure G (galvanomètre, microvoltmètre,...), on peut vérifier, avec une précision qu'on évaluera, que la différence de température entre les récipients (1) et (2) reste constamment nulle. Dans le récipient (1), on fait passer un courant I dans la résistance R et dans le récipient (2), disposée de la même manière, une résistance identique à R est parcourue par le courant $i(t)$. Si on peut régler I de manière que la différence de température reste constamment nulle, on aura par définition $I =$ valeur de $i(t)$.

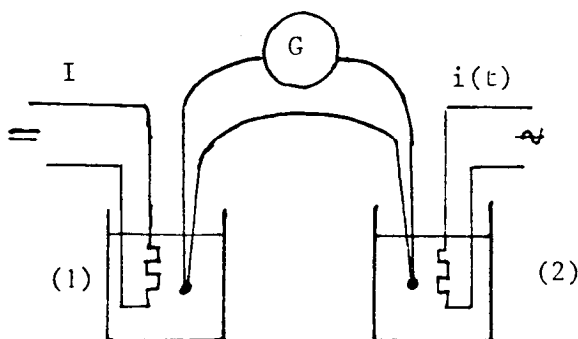


Fig. 1

Cette méthode est très sensible et comporte tous les avantages d'une méthode de zéro, mais les réglages sont délicats. De plus, pendant la durée de l'expérience, il peut se produire des fluctuations de la tension d'alimentation alternative. On a intérêt à utiliser une méthode *instantanée* du type décrit ci-après.

II. DETERMINATION D'UN COURANT EFFICACE PAR PHOTOMETRIE.

Il faut disposer du matériel suivant :

- Lampe à incandescence (L) (par exemple une lampe de phare d'automobile 12 V) avec tensions d'alimentation continue et alternative adaptées. Il est important que la lampe ait un filament de grande inertie thermique (filament boudiné). Un autotransformateur sera le plus commode (mais alors il faudra veiller à l'isoler du secteur par un transformateur d'isolement à cause d'une mise à la terre possible d'une phase par l'intermédiaire de l'oscilloscope).
- Une résistance R (par exemple un rhéostat) aux bornes de laquelle on mesurera à l'oscilloscope les tensions à comparer.
- Un oscilloscope cathodique permettant de mesurer successivement les tensions U et U_M précédentes.
- Eventuellement un voltmètre pour contrôler la tension aux bornes de (L).
- Un récepteur photosensible (cellule à vide, photodiode, photo-résistance,...) avec appareil de mesure. Ce récepteur sera placé à une distance convenable, dans une position qui ne doit pas être modifiée d'une mesure à l'autre.

A titre indicatif, on trouvera ci-après (fig. 2) un exemple de réalisation. Mais chacun pourra concevoir un montage en fonction du matériel disponible.

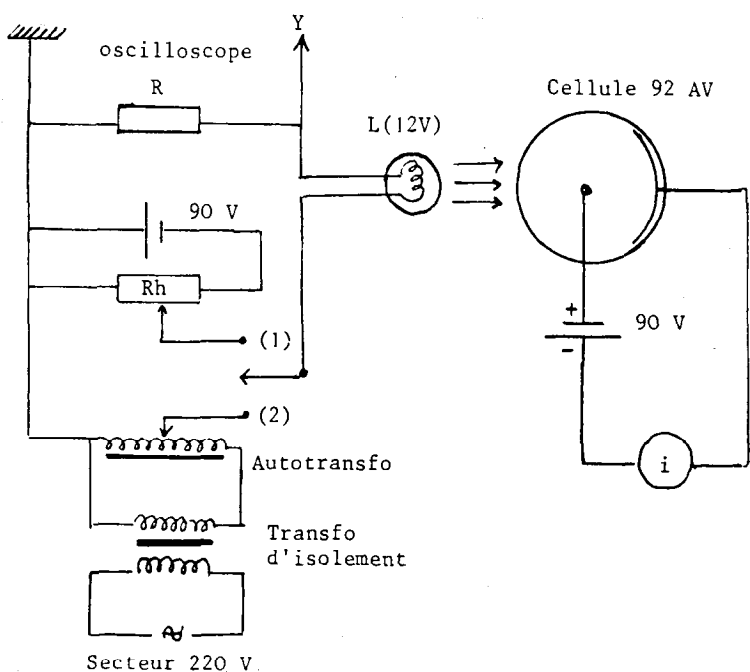


Fig. 2

Manipulation.

Régler les tensions d'alimentation, continue puis alternative, de manière que l'on obtienne dans les deux cas le même courant i parcourant la cellule photoélectrique. Grâce à l'oscilloscope, on mesure les tensions U (en continu) et U_M (en alternatif) aux bornes de R . Les courants dans la lampe sont respectivement I et I_M . Pour améliorer la précision, on fera mesurer $2U$ (en inversant le courant) et $2U_M$. On vérifiera que le rapport :

$$\frac{2U_M}{2U} = \frac{I_M}{I}$$

est constant lorsque I varie.

On trouve que $\frac{I_M}{I} = \sqrt{2}$ à 2 ou 3 % près, ce qui corres-

pond à la précision que l'on peut espérer avec un oscilloscope lorsqu'on mesure le rapport de deux tensions, et à la définition même du courant qui n'est pas rigoureusement sinusoïdal.

Remarque.

On observera qu'il est nécessaire d'utiliser un filament de grande inertie thermique. En effet, par suite de la nature même des lois du rayonnement en fonction de la température, le flux moyen reçu par la cellule n'est pas égal à celui que fournirait un filament dont la température supposée constante serait égale à la température moyenne du filament utilisé.

Il est facile de se rendre compte de cette différence en refaisant l'expérience avec une lampe à filament rectiligne qui peut fournir, à 50 Hz, un flux dont le taux de modulation est de

l'ordre de 10 %. On trouvera alors que le rapport $\frac{I_M}{I}$ est inférieur d'environ 2 à 3 % à la valeur 1,41 que donne la première expérience.

Conclusion.

Une telle manipulation, qui peut être réalisée avec du matériel courant, permet d'aborder *expérimentalement* une notion physique que l'on se contente souvent de traiter de façon purement théorique.

Les valeurs numériques trouvées (moyennant certaines précautions) sont très satisfaisantes. De plus, cette manipulation offre l'occasion d'aborder divers problèmes physiques comme par exemple les mesures à l'oscilloscope, l'utilisation de récepteurs photosensibles (inertie, fidélité...), la comparaison avec une méthode calorimétrique, etc.
