



Photo M. Berteloot

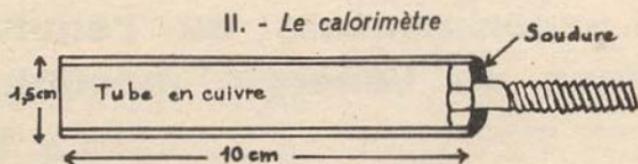
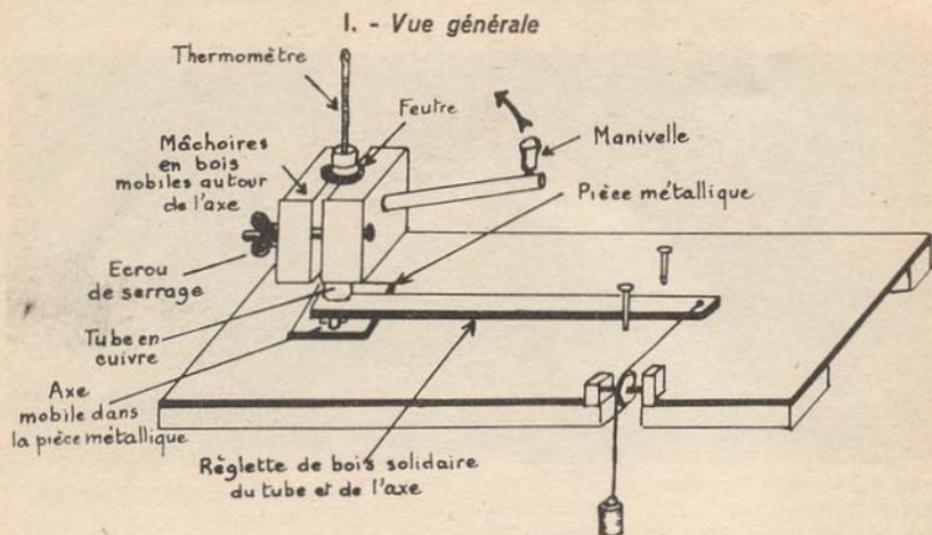
Etude expérimentale de l'équivalent calorifique de l'énergie mécanique

par M. Berteloot

**On affirme...
il faut croire...**

Voici une partie délicate du programme. On se contente souvent d'en parler et c'est sans doute ici que se manifeste le plus le dogmatisme scientifique. On affirme... il faut croire. Les élèves nous croient, bien sûr ! Mais leur connaissance des transformations d'énergie reste superficielle ; on les contraint à appliquer une formule comme le ferait une machine. Pourtant il est possible d'expérimenter sur cette importante question. Il ne s'agit pas d'établir une relation avec une très grande précision ; mais encore une fois de montrer une méthode de recherche qui fait appel aux expériences antérieures (les leviers), à une observation individuelle féconde (fonctionnement de l'appareil) et enfin aux mathématiques, outil indispensable et supérieur que nos élèves ne relient pas assez souvent aux sciences.

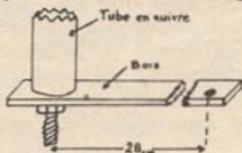
Le matériel



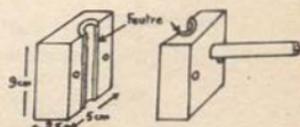
Cette pièce, assez délicate peut-être exécutée par un « homme du métier » (bien qu'on puisse la réussir avec le petit fer à souder CEL).

Tu pèses cette pièce, tu calcules son équivalent en eau.

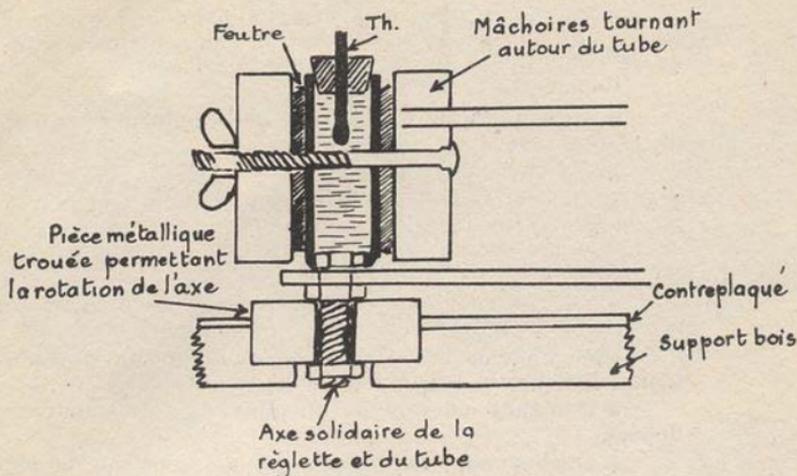
III. - Assemblage calorimètre - Règlette en bois



IV. - Les mâchoires



V. - Coupe



Son utilisation

Discussion préalable

Ta fiche-guide doit demander de très nombreux exemples simples de la transformation de l'énergie mécanique en chaleur. Faire remarquer l'intervention des forces de frottement.

Situe le problème à résoudre : l'énergie est-elle une grandeur mesurable ? Quels nombres faut-il pour calculer celui qui mesure un travail ?

La chaleur est-elle une grandeur mesurable ? Quels nombres faut-il pour calculer une quantité de chaleur ? Quel appareil ?

Quel est donc le problème à résoudre ? Existe-t-il un rapport constant entre des quantités d'énergie et les quantités de chaleur qui apparaissent, quand le travail se transforme en chaleur ?

Comment pourrait-on faire pour établir expérimentalement cette relation ? (Note les solutions, même incomplètes, elles peuvent aider à perfectionner le matériel).

Ensuite le travail peut être individualisé par une fiche-guide.

● Tu fais mettre dans le calorimètre une masse d'eau déterminée à l'avance, l'équivalent en eau a été déterminé lors de sa construction (le marquer sur le support).

Repérer la température.

● Tu fais tourner la manivelle une vingtaine de tours avec un serrage assez fort.

● Conclusion ?

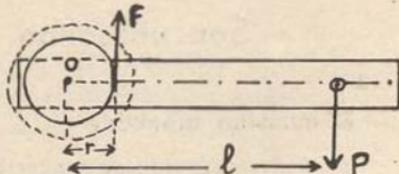
● Tu fais remarquer que l'on pourrait calculer la quantité de chaleur. *Mais comment calculer la quantité de travail égale au travail des forces de frottement ?* Quels nombres faut-il ? (l'intensité et le déplacement de f).

● Tu fais accrocher un poids assez lourd et on tourne à nouveau. Changement ?

(Remarque la nécessité d'utiliser toi-même les appareils pour conseiller la valeur des poids à accrocher).

● Demande un croquis simplifié de l'appareil (vue au-dessus).

● Quelles sont les forces qui agissent sur la réglette de bois ?



● Si P agissait, que ferait la réglette ?

Quand f agissait, que faisait la réglette ?

Quelle machine simple constitue la réglette ?

A quelle condition ce levier sera-t-il en équilibre ?

Appelle P le poids qui fait équilibre, f la résultante des forces de frottement, r le rayon du calorimètre, l la distance du centre O au point d'application de la force P . $f \times r = P \times l$.

De cette égalité tu peux tirer la valeur algébrique de la force f .

Donc pour calculer f il faut mettre un poids qui maintienne en équilibre le levier quand la force de frottement se fera sentir en réaction du mouvement provoqué par la force musculaire.

Tu peux calculer le travail pour un tour, pour n tours.

$$T \text{ (kgm)} = f \times 2 \pi r \times n$$



Travail à la bande programmée sur les forces de frottement

Photo M. Berteloot

On remplace f par sa valeur $\frac{l \times p}{r}$

Et tu obtiens : $T = 2 \pi n \times p \times l$

Toutes ces lettres représentent des grandeurs connues (l en mètres et p kgp). Fais dresser un tableau des différents résultats en variant n et p et en calculant les quantités de chaleur correspondantes. Fais calculer les rapports.

$$\frac{T_1}{Q_1} \approx \frac{T_2}{Q_2} = \frac{T_3}{Q_3} = k.$$

Ce rapport représente la valeur de l'énergie dépensée qui se transforme en 1 calorie.

Evidemment, il ne faut pas t'attendre à retrouver exactement la relation de Joule, mais nous avons obtenu des nombres qui, en moyenne, s'en approchent assez.