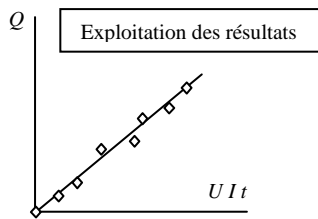


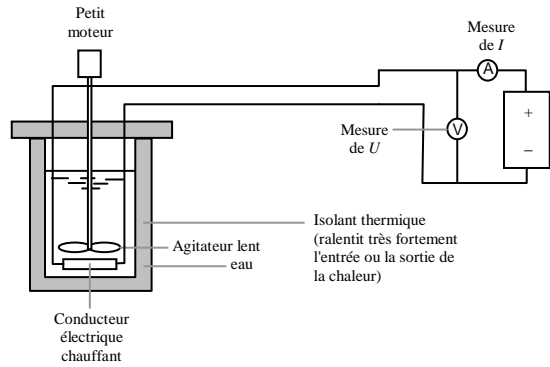
### § Travail et chaleur (expérimental)

James Prescott JOULE était d'abord un chimiste, particulièrement intéressé par les chaleurs dégagées par les réactions chimiques. Il a étendu ses investigations à l'électricité puis à la mécanique. Voici trois expériences fondamentales et les conclusions qu'il en a tirées.

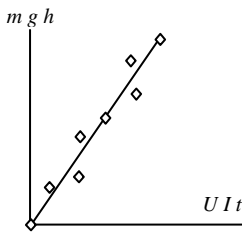


But de la recherche : établir la loi naturelle  
 $Q = f(U, I, t)$ ,  
 la fonction  $f$  étant à deviner.

Modèle mathématique testé :  $Q = \beta U I t$  où  $\beta$  est une constante.  
 Unités de l'époque :  $Q$  en **calories**,  $U$  en **Volts**,  $t$  en **secondes** et  $I$  en **unité provisoire** (par exemple en mg d'argent déposé sur la cathode d'un électrolyseur  $\text{Ag}/\text{AgCl}_{\text{aqueux}}/\text{Ag}$  par seconde)

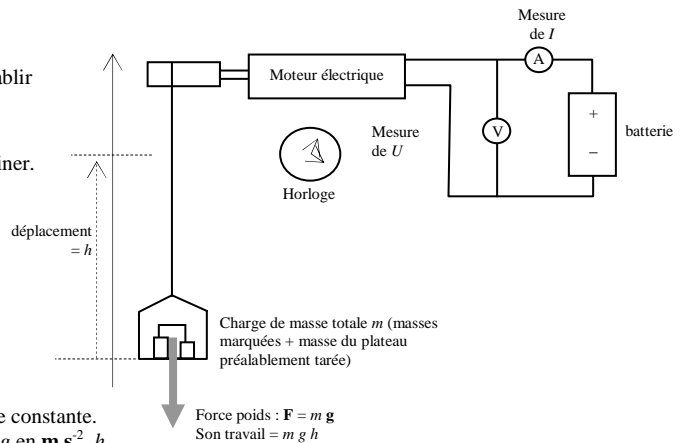


Exploitation des résultats



But de la recherche : établir la loi naturelle  
 $\sum W_{\text{non cons}} = f(U, I, t)$ ,  
 la fonction  $f$  étant à deviner.

Modèle mathématique testé :  $m g h = \alpha U I t$  où  $\alpha$  est une constante.  
 Unités de l'époque :  $U$  en **Volts**,  $t$  en **secondes**,  $m$  en **kg**,  $g$  en **m s<sup>-2</sup>**,  $h$  en **m** et  $I$  en **unité provisoire** (par exemple en mg d'argent déposé sur la cathode d'un électrolyseur  $\text{Ag}/\text{AgCl}_{\text{aqueux}}/\text{Ag}$ )



A la suite de ces premiers résultats ont émergé deux idées.

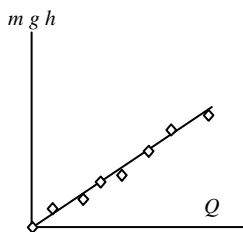
1° Définir une fois pour toutes l'unité de  $I$  qui rend la constante  $\alpha$  égale à 1, et ce sera l'**Ampère** (symbole **A**).

2° Monter des expériences établissant directement, sans passer par l'électricité, le lien direct entre travail et

chaleur. En effet la comparaison des formules donne  $m g h = \alpha U I t = \frac{\alpha}{\beta} Q$ . La constante  $J = \frac{\alpha}{\beta}$  semblait valoir

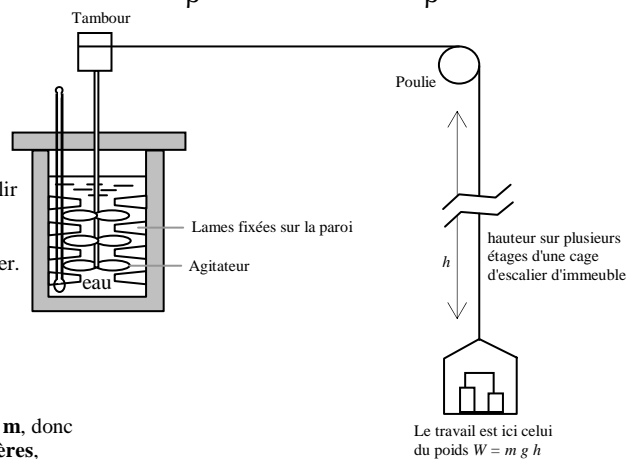
entra 4 et 5.

Exploitation des résultats



But de la recherche : établir la loi naturelle  
 $Q = f(U, I, t)$ ,  
 la fonction  $f$  étant à deviner.

Modèle mathématique testé :  $m g h = J Q$ .  
 Unités de l'époque :  $t$  en **secondes**,  $m$  en **kg**,  $g$  en **m s<sup>-2</sup>**,  $h$  en **m**, donc  $W = m g h$  en **Joules**, symbole **J**,  $Q$  en **calories** et  $I$  en **Ampères**, désormais définie. La valeur de  $J$  est alors 4180 **J cal<sup>-1</sup>**.



Conclusion : vers 1848, la communauté scientifique admit une équivalence entre travail et chaleur, avec le système d'unité d'aujourd'hui : temps en **s**, longueurs en **m**, masses en **kg**, tension électrique en **V**, intensité électrique en **A** et travail en **J**.