Thème : Energie, matière et rayonnement.
Partie : Transferts d'énergie.
TP C22-2 : Loi phénoménologique de Newton,
(version professeur)

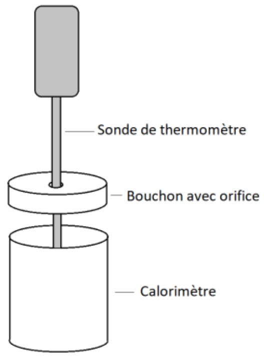
B.O. Suivre et modéliser l'évolution de la température d'un système incompressible.

La loi de Newton pour le refroidissement

Objectif : Observer et modéliser l'évolution de la température d'un corps se refroidissant au contact d'un autre, au cours du temps.

Matériel :

- Un bécher de 400 mL
- Un bécher de 250 mL
- Une éprouvette graduée de 250 mL
- Un thermomètre électronique
- Bec électrique ou chauffe ballon
- Gants de protection thermique
- Eau
- Papier millimétré.



Expérience :

- Faites chauffer 200 g d'eau dans le bécher de 400 mL jusqu'à une température de 60°C
- Verser l'eau chaude dans le bécher de 250 mL.
- Attendre quelques secondes, que la sonde du thermomètre atteigne la température de l'eau.
- Enclencher le chronomètre et commencer la mesure de la température de l'eau.
- L'acquisition des données durera environ 70 minutes, toutes les 5 min.

Tableau de résultats :

Durée (min)	0	5	10	15	20	25	30	35
Température (°C)	60	54	49	45	43	40	38	36

Durée (min)	40	45	50	55	60	65	70	75
Température (°C)	35	34	33	32	31	30	30	30

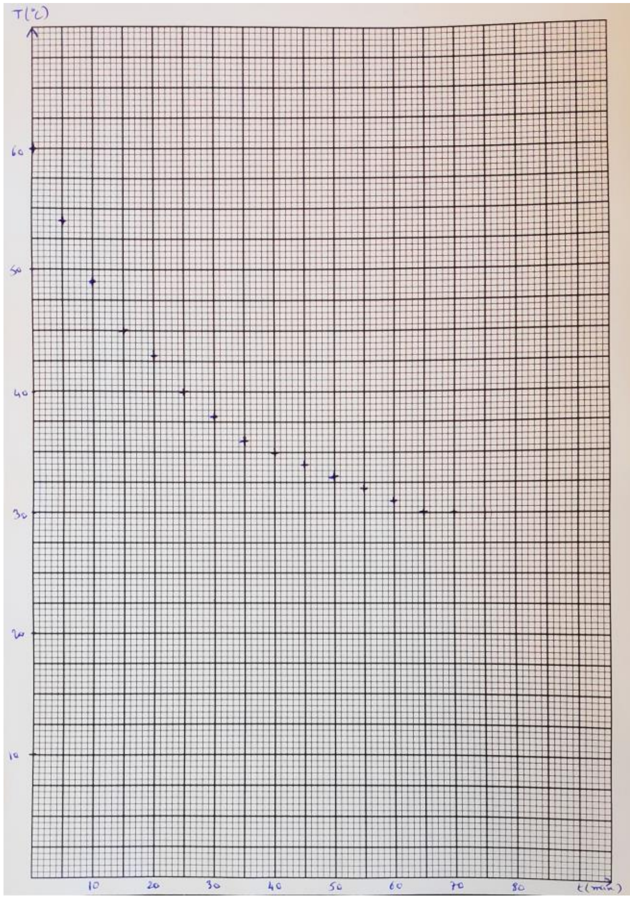
Exploitation des résultats

1. Tracer la courbe $T = f(t)$ sur papier millimétré.

2. L'équation différentielle traduisant la loi de Newton est : $\frac{dT}{dt} = -k \cdot (T - T_{ambiante})$.
La solution de l'équation différentielle est : $T(t) = T_{ambiante} + (T_0 - T_{ambiante}) \cdot e^{-kt}$

- Déterminer graphiquement la valeur de la température ambiante $T_{ambiante}$
La température ambiante est déterminée quand t tend vers l'infini. On trouve $T_{ambiante} = 30°C$
- En prenant une date de votre choix, noter la température correspondante et déterminer la valeur de k en (min^{-1})
A t = 25 min, on a mesuré une température égale à 40°C.

On a donc $T(t) = T_{ambiante} + (T_0 - T_{ambiante}) \cdot e^{-kt}$
$40 = 30 + (60 - 30) \cdot e^{-k\times 25}$
Soit $e^{-k\times 25} = \frac{40-30}{60-30}$
$e^{-k\times 25} = \frac{10}{30} = \frac{1}{3}$
$Ln(e^{-k\times 25}) = Ln(\frac{1}{3})$
$-k \times 25 = -1{,}09$
$k = \frac{-1{,}09}{-25} = 4{,}4 \times 10^{-2}$ min^{-1}
$k = 4{,}4 \times 10^{-2}$ min^{-1}



- Proposer une explication au fait que la température ambiante déterminée dans cette expérience est supérieure à celle de la salle de TP.

  Dans notre cas de figure, la température ambiante est celle du verre du bécher qui reste momentanément dans un équilibre thermique avec l'air proche de sa paroi.
  Pour atteindre la température du laboratoire, il faudrait attendre plus longtemps, afin que la température du bécher baisse et atteigne la température de la pièce selon la même loi phénoménologique de Newton, pour atteindre un nouvel équilibre thermique avec l'air ambiant du laboratoire.