

Transferts thermiques

Corrigé du TP - niveau Terminale

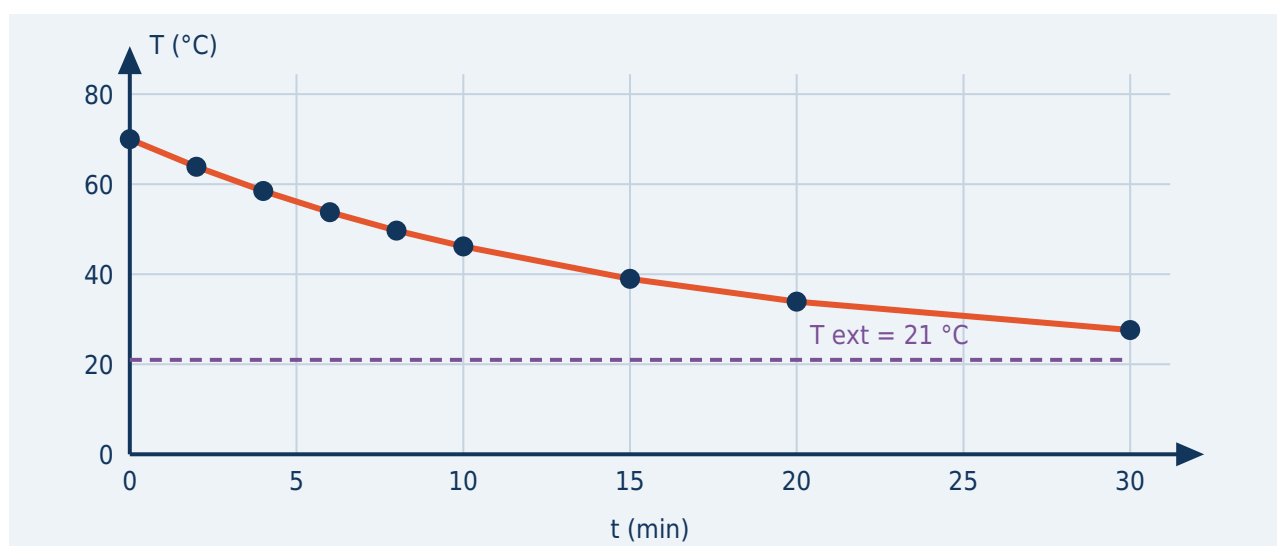
Voici le corrigé du TP sur les transferts thermiques : mesures types, courbe de refroidissement, détermination de la constante de temps et compte rendu modèle. Tes valeurs peuvent varier avec la pièce et le bécher.

Ce corrigé de TP est à **télécharger en PDF et à imprimer gratuitement** : le bouton se trouve en bas de la page, sans inscription.

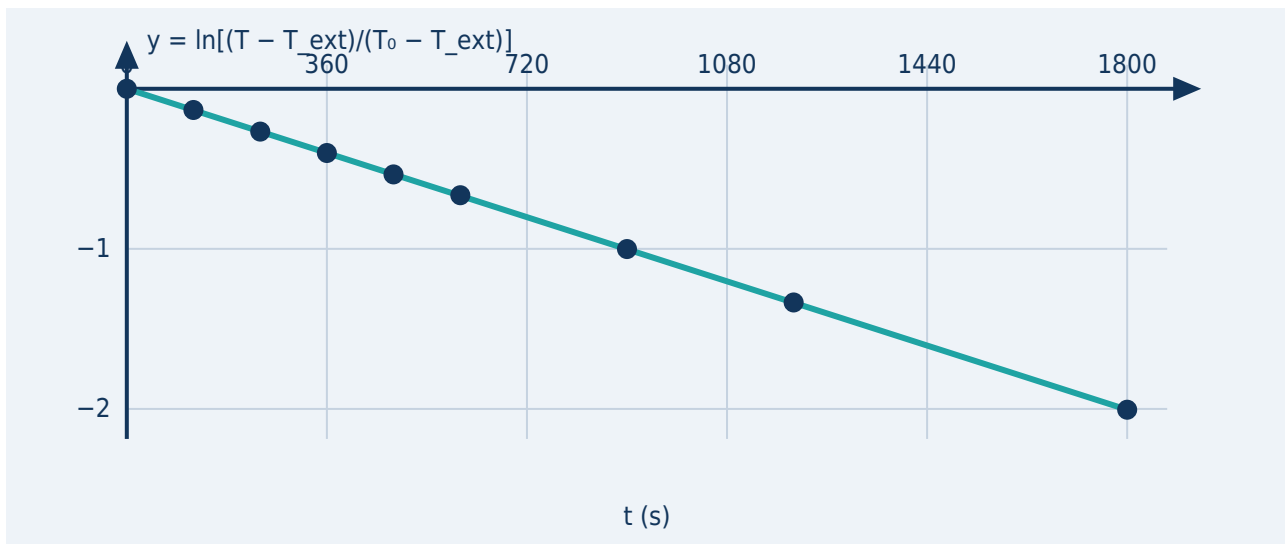
Résultats types : corrigé du TP sur les transferts thermiques

Conditions : $m = 200$ g d'eau, $T_{\text{ext}} = 21$ °C, $T_0 = 70,0$ °C.

t (min)	t (s)	T (°C)	$T - T_{\text{ext}}$ (K)	y
0	0	70,0	49,0	0
2	120	63,9	42,9	-0,133
4	240	58,5	37,5	-0,267
6	360	53,8	32,8	-0,402
8	480	49,7	28,7	-0,535
10	600	46,2	25,2	-0,665
15	900	39,0	18,0	-1,001
20	1 200	33,9	12,9	-1,335
30	1 800	27,6	6,6	-2,005



Courbe de refroidissement de 200 g d'eau : les points suivent une exponentielle décroissante.



Linéarisation : y varie linéairement avec t, de coefficient directeur $-1 \div \tau$.

Réponses aux questions

1. La température **décroît rapidement au début puis de plus en plus lentement** ; la courbe tend vers une valeur limite d'environ 21 °C.
2. Cette valeur limite est la **température ambiante T_{ext}** : à l'équilibre thermique, l'eau n'échange plus d'énergie avec l'air.
3. $m = 0,200 \text{ kg}$: $C = 0,200 \times 4\,180 = 836 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}$. Le flux perdu vaut $\Phi = C \times |dT/dt| = 836 \times (3,1 \div 60) \approx \mathbf{43 \text{ W}}$. Vérification avec le modèle : $\Phi = C \times (T_0 - T_{\text{ext}}) \div \tau = 836 \times 49 \div 900 \approx 46 \text{ W}$, du même ordre.
4. Bilan sur dt : $dU = C dT = \Phi dt$ avec $\Phi = hS (T_{\text{ext}} - T)$. Donc $dT/dt + T/\tau = T_{\text{ext}}/\tau$ avec $\tau = C \div (hS)$. La solution avec $T(0) = T_0$ est $T(t) = T_{\text{ext}} + (T_0 - T_{\text{ext}}) e^{-t/\tau}$.
5. Les points sont **alignés** sur une droite passant par l'origine : le modèle exponentiel de la loi de Newton est validé dans les conditions de l'expérience.
6. Coefficient directeur : $(-2,005 - 0) \div (1\,800 - 0) \approx -1,11 \times 10^{-3} \text{ s}^{-1}$, donc $\tau = 1 \div 1,11 \times 10^{-3} \approx \mathbf{9,0 \times 10^2 \text{ s}}$ (15 min). Méthode des 63 % : $T = 70 - 0,63 \times 49 \approx 39,1 \text{ °C}$, atteint à $t \approx 900 \text{ s}$: $\tau \approx \mathbf{9,0 \times 10^2 \text{ s}}$. Les deux valeurs concordent.
7. $hS = C \div \tau = 836 \div 900 \approx \mathbf{0,93 \text{ W}\cdot\text{K}^{-1}}$; $h = 0,93 \div 1,5 \times 10^{-2} \approx \mathbf{62 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}}$ (valeur élevée car la surface réelle, avec le fond, la paroi et l'évaporation à la surface de l'eau, est plus grande).
8. Remuer ou ouvrir une porte crée une convection supplémentaire qui change h et donc τ . Une cause d'écart : l'évaporation à la surface de l'eau, qui ajoute une perte d'énergie non prise en compte, surtout au début.

Conclusion et compte rendu modèle

Nous avons étudié le refroidissement de 200 g d'eau initialement à 70,0 °C dans une pièce à 21 °C. La température décroît de manière exponentielle vers la température ambiante. En appliquant le bilan d'énergie et la loi de Newton, nous avons établi que $T(t) = T_{\text{ext}} + (T_0 - T_{\text{ext}}) e^{-t/\tau}$. Pour le vérifier, nous avons tracé $y = \ln[(T - T_{\text{ext}}) \div (T_0 - T_{\text{ext}})]$ en fonction du temps : les points sont alignés sur une droite passant par l'origine, dont le coefficient directeur vaut $-1,11 \times 10^{-3} \text{ s}^{-1}$. On en déduit une constante de temps $\tau = 9,0 \times 10^2 \text{ s}$,

confirmée par la méthode des 63 %. Avec une capacité thermique $C = 836 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}$, on obtient $hS \approx 0,93 \text{ W}\cdot\text{K}^{-1}$. Les incertitudes viennent de la lecture de la sonde (0,1 °C), de la masse (1 g) et des courants d'air. Le modèle décrit bien l'expérience, malgré l'évaporation que nous avons négligée.

Erreurs fréquentes en TP

- Calculer le logarithme avec T au lieu de l'écart $T - T_{\text{ext}}$.
- Oublier de convertir les minutes en secondes avant de calculer τ .
- Remuer l'eau ou déplacer le bécher dans un courant d'air.
- Oublier de relever la température ambiante ou de noter les unités dans le tableau.
- Tracer une droite qui passe « au mieux » par un seul point au lieu de l'ajuster sur l'ensemble.

Retour au TP