

Refroidissement d'une boisson chaude

La température idéale d'extraction pour la réalisation d'un café expresso est 85 °C. Les experts conseillent une dégustation du café à 65 °C.

L'abaissement de la température entre l'extraction et la dégustation est lié aux transferts thermiques convectifs entre le café dans la tasse et le milieu extérieur.

Quelle fonction mathématique modélise l'évolution de la température d'un système incompressible en fonction du temps ?



Modélisation : Loi de Newton (cf. [TÉ16 Transferts thermiques](#))

- Système étudié : {Bécher + Eau} au contact de l'air.

- ↳ Le système est fermé (pas d'échange de matière)
- ↳ Le système est incompressible et au repos macroscopique.
- ↳ Le milieu extérieur constitue un thermostat de température constante.
- ↳ Le transfert thermique s'effectue par convection seulement.
- ↳ Le système et/ou le milieu extérieur est un fluide.
- ↳ La température est uniforme en chaque point du système étudié.

- Dans ces conditions, la loi de Newton s'applique, et l'équation différentielle vérifiée par la température dans le cas de ce modèle est du type :

$$\frac{dT}{dt} = a \times (T_{\infty} - T(t)) \quad \text{où } T_{\infty} \text{ est la température du thermostat.}$$

Où « a » est une constante positive inverse d'une durée. $a = \frac{1}{\tau}$, τ étant une durée caractéristique.

Travail à effectuer

1. Prévoir puis mettre en œuvre un protocole pour suivre l'évolution de la température du système {eau + bécher}
2. Durant le déroulement de la manipulation, vérifier que la relation $T(t) = (T_0 - T_{\infty}) \times e^{-a \times t} + T_{\infty}$ est bien une solution de l'équation différentielle du modèle de la loi de Newton.
3.
 - Brancher la console LabQuest sur l'ordinateur, puis lancer LoggerPro pour réaliser l'acquisition.
 - Vérifier que la courbe obtenue peut être modélisée par la fonction : $T(t) = (T_0 - T_{\infty}) \times e^{-a \times t} + T_{\infty}$ où T_0 est la température initiale du système.
4. On estime que $a = 0,020 \text{ min}^{-1}$. Calculer la durée au bout de laquelle le système atteint la température idéale de dégustation d'un expresso.