



L'art du thé

Des milliers de tasses de thé sont bues chaque jour dans le monde. Rien ne semble si banal que préparer un thé. Et pourtant ! Dans certains pays comme le Japon ou la Chine, la dégustation de thé est un cérémonial, érigé en art du thé depuis des siècles.



Combien de temps pour chauffer l'eau de mon thé ?

Pour les puristes, la règle absolue pour la température de l'eau est de ne jamais utiliser de l'eau bouillante pour préparer le thé, et ce quel que soit le thé dégusté. Ainsi, un thé vert réclame une eau à 70 °C et un thé noir une eau à 85 – 90 °C. Cette eau doit bien entendu être de l'eau minérale, et surtout pas de l'eau du robinet.

Pour préparer du thé vert matcha pour 4 personnes, on verse donc 600 mL d'eau minérale, initialement à température ambiante (20 °C) dans une bouilloire d'une puissance de 1500 W.

1. Déterminer la durée nécessaire pour faire monter la température de l'eau à la valeur souhaitée.
2. La durée mesurée sera-t-elle la même ? Plus courte ? Plus longue ? Justifier la réponse ?





Combien de temps avant de boire mon thé ?

D'après la *Royal Society of Chemistry*, la température idéale pour déguster un thé est comprise entre 60 et 65 °C, car les arômes sont le plus perceptibles à cette température.

Étude expérimentale de l'évolution de la température de l'eau

- Peser 150 g d'eau, les verser dans un bécher de 250 mL et les chauffer au bain-marie à une température d'au moins 80 °C.
- Laisser refroidir le bécher à l'air libre tout en mesurant l'évolution de la température de l'eau pendant une durée de 20 minutes (Lancer l'enregistrement lorsque la température de l'eau est de 70°C, et effectuer alors une mesure de température toutes les 10 secondes).
- 3. **Tracer le graphe donnant l'évolution temporelle de la température de l'eau.**
- 4. **En faisant l'hypothèse que le thé a le même comportement que l'eau, déterminer graphiquement le temps d'attente nécessaire pour profiter pleinement de toutes les saveurs du thé Macha préparé dans les règles de l'art du thé.**

Étude théorique

Lorsqu'on effectue une approche « élémentaire » d'une situation, on étudie l'évolution d'une variable dépendante lors d'une variation infinitésimale d'une variable indépendante.

Appliquée à la thermodynamique, le premier principe s'écrit alors :

$$dU = \delta W + \delta Q = mcdT$$

5. **Exprimer le flux thermique entre un corps chaud et son environnement en fonction de sa masse, de sa capacité thermique massique et du taux de variation temporelle de sa température.**

En proposant une loi de refroidissement pour un corps laissé en contact avec son environnement, Isaac Newton a fait l'hypothèse que le flux thermique entre un corps chaud et son environnement est proportionnel à la différence de température entre le corps et la température ambiante :

$$\phi = k(T_{amb} - T)$$

Le coefficient de proportionnalité dépend de la surface de contact S entre le corps et son environnement, et de la nature du corps, à travers le coefficient d'échange conducto-convectif entre le corps et son environnement, h : $k = hS$

6. **Établir l'équation différentielle régissant l'évolution temporelle de la température de l'eau contenu dans un bécher de hauteur H et de rayon R .**
7. **Résoudre cette équation différentielle pour donner une expression théorique de l'évolution de la température de l'eau contenue dans une tasse de hauteur H et de rayon R .**

On fera l'hypothèse que le coefficient h est le même pour la surface libre du liquide et pour les parois de la tasse.

Comparer théorie et expérience

8. **Superposer au graphe la courbe théorique obtenue à la question 5.**
9. **Comparer la courbe expérimentale et la courbe théorique.**
Conclure sur la validité de la loi de refroidissement de Newton.
Proposer une/des amélioration(s) du modèle pour réduire les écarts entre la courbe théorique et la courbe expérimentale. Mettre en œuvre cette/ces amélioration(s) et vérifier qu'elle(s) permet(tent) bien de réduire les écarts entre les 2 courbes.

Données :

- La capacité thermique massique de l'eau est $c_{m_{eau}} = 4185 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$.
- La masse volumique de l'eau est $\rho_{eau} = 1,0 \text{ kg} \cdot \text{L}^{-1}$.
- Le coefficient d'échange conducto-convectif eau/air est $h_{eau/air} = 65 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$
- Le coefficient d'échange conducto-convectif verre/air est $h_{verre/air} = 17 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$