EXERCICE 3 : DE L'EAU FRAÎCHE AVEC MON BOJITO (5 points)



Le « bojito » est une cruche en terre cuite, jadis utilisée dans les régions méditerranéennes pour refroidir les liquides (eau et vin). Son principe de refroidissement est fondé sur l'évaporation de l'eau à travers un matériau poreux.

Figure 1 : Bojito (site marchand)

Liban 2019

L'objectif de cet exercice est de présenter et valider un modèle permettant de décrire le fonctionnement du bojito (**figure 1**).

Données :

- capacité thermique massique de l'eau : $c_{eau} = 4{,}18$ kJ.kg^{-1}.K^{-1} ;
- énergie massique de vaporisation de l'eau à 20 °C : $L_V = 2{,}4 \times 10^3$ kJ.kg^{-1} ;
- capacité thermique de la cruche : $C_{cruche} = 2{,}1$ kJ.K^{-1} ;
- masse volumique de l'eau considérée comme constante : $\rho_{eau} = 1{,}0$ kg.L^{-1} ;
- volume d'eau contenue dans la cruche : $V = 1{,}9$ L.

Document 1 : Les réfrigérateurs du désert

Ces réfrigérateurs rudimentaires, qui fonctionnent sans électricité, sont composés le plus souvent d'un pot de terre cuite poreux imprégné d'eau. Le pot contient les liquides ou les aliments que l'on souhaite conserver au frais. De la même manière que l'on ressent le froid quand on sort d'un bain, l'eau qui imprègne la terre cuite s'évapore et provoque un refroidissement.
En pratique, selon les dispositifs et dans de bonnes conditions, on peut observer des chutes de température de l'ordre de 5 °C à 20 °C et ainsi conserver les aliments dans de meilleures conditions !

D'après le site internet http://culturesciencesphysique.ens-lyon.fr/ressource/frigo-desert.xml

Document 2 : Dispositif expérimental et résultats obtenus

Une expérience (**figure 2**) est réalisée au laboratoire afin de modéliser le comportement du système {cruche + eau}. Le récipient contient un volume V d'eau liquide initialement à la température ambiante de 21°C. La terre cuite de la cruche poreuse est imbibée d'eau liquide. L'expérience est réalisée dans des conditions stables d'humidité, dans un milieu de température ambiante constante à 21 °C et avec une soufflerie reproduisant un vent de vitesse constante 10 m.s^{-1}. Pendant six heures, on procède aux relevés simultanés des valeurs de la température de l'eau à l'intérieur de la cruche et de la masse totale du système {cruche + eau}. On obtient les deux graphes représentés après le schéma de l'expérience.

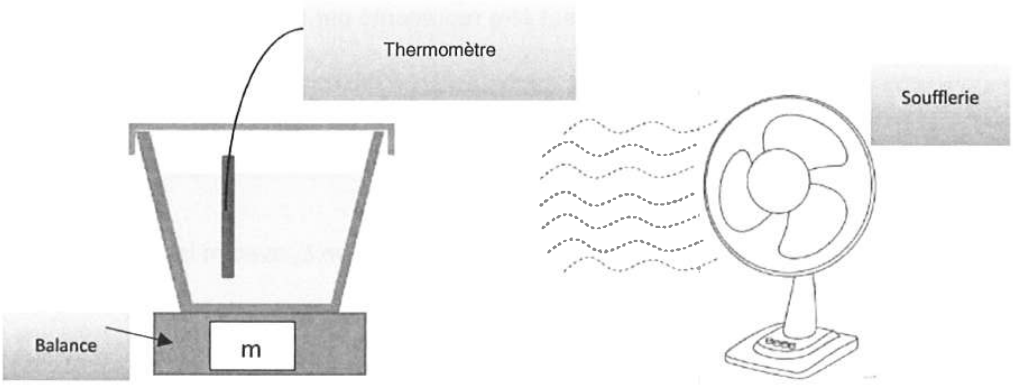
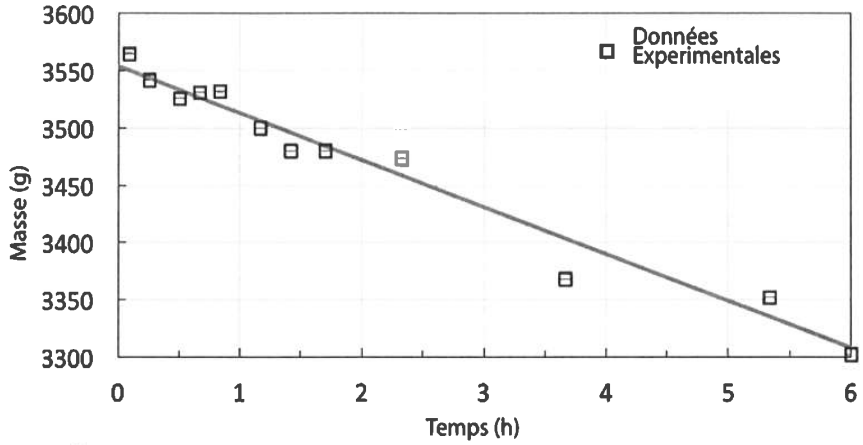
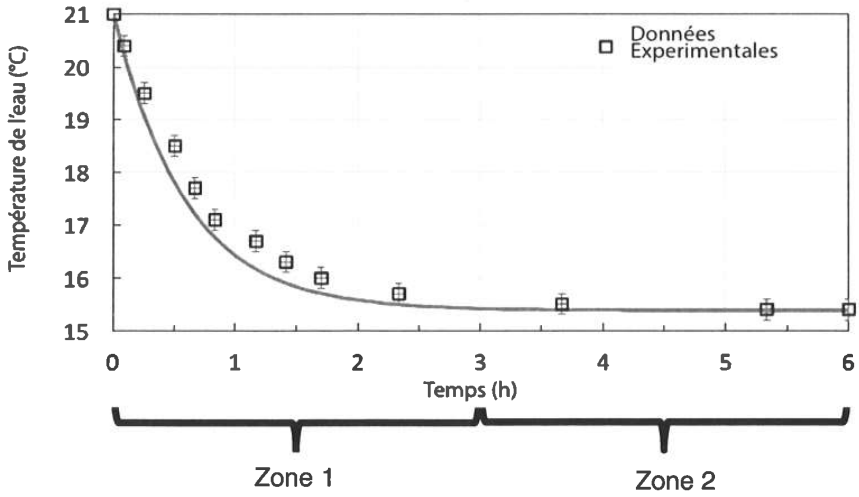


Figure 2 : Schéma de l'expérience

Évolution de la masse du système {cruche + eau} au cours du temps



Évolution de la température de l'eau au cours du temps



D'après le site internet http://culturesciencesphysique.ens-lyon.fr

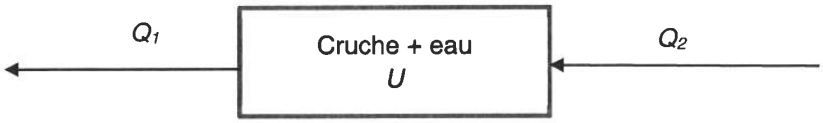
Liban 2019

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

Voir le corrigé
scanner ou cliquer

Document 3 : Schéma des échanges d'énergie entre le système et l'extérieur.

Le système étudié S : {cruche + eau} échange de l'énergie avec le milieu extérieur.
Le bilan énergétique, pendant une durée Δt, peut être représenté par le diagramme suivant :



Q_1 : Énergie cédée à l'extérieur par vaporisation de l'eau : $Q_1 = m.L_v$ avec m la masse d'eau vaporisée pendant la durée Δt ;
Q_2 : Énergie reçue de l'extérieur par contact avec l'air ;
U : Énergie interne du système S.

Questions préliminaires

1. Calculer la variation d'énergie interne d'un volume $V = 1{,}9$ L d'eau dont la température diminue de 1 °C.

2. D'après les résultats de l'expérience, déterminer la valeur de la masse d'eau du système {cruche + eau} qui se vaporise au cours du temps en gramme par heure.

3. Justifier qualitativement l'existence des deux zones de la courbe d'évolution de la température lors de l'expérience.

Résolution de problème

Pour prévoir la température du bojito au bout de la première heure, peut-on modéliser son fonctionnement en négligeant l'énergie reçue Q_2 de l'extérieur sur cette durée ?

Vous répondrez de manière quantitative à l'aide d'un bilan énergétique faisant intervenir la variation d'énergie interne du système S : {cruche + eau}.

Le candidat est invité à prendre des initiatives et à présenter la démarche suivie même si elle n'a pas abouti. La démarche suivie est évaluée et nécessite donc d'être correctement présentée.

Liban 2019