Métropole mars 2021 sujet 2 CORRECTION Yohan Atlan © www.vecteurbac.fr	
CLASSE : Terminale	**EXERCICE B** : au choix du candidat (10 points)
VOIE : ☒ Générale	
ENSEIGNEMENT DE SPÉCIALITÉ: Sciences de l'ingénieur- Partie Sciences physiques	
DURÉE DE L'EXERCICE : 30 min	**CALCULATRICE AUTORISÉE :** ☒ Oui « type collège »

EXERCICE B – Influence d'un écoulement d'air sur le refroidissement d'un bloc de métal (10 points)

1.

La ventilation permet un transfert par convection. Ainsi, le bloc de cuivre se refroidit plus rapidement avec une ventilation.

a	absence de ventilation	Courbe 3 : car refroidissement lent
b	ventilation modérée	Courbe 2: car refroidissement entre les 2 courbes.
c	ventilation forte	Courbe 1: car refroidissement rapide

2.

h désigne le coefficient de transfert thermique.

Il permet de quantifier un transfert de chaleur réalisé par un phénomène de convection au sein d'un fluide en mouvement.

La situation pour laquelle sa valeur est la plus élevée parmi les trois de la question précédente est la situation 3.

3.

$$U(t+\Delta t) - U(t) = h.S.\left(T_{ext} - T(t)\right).\Delta t$$

$$\Delta U = h.S.\left(T_{ext} - T(t)\right).\Delta t$$

$$\Delta U = C \times \left(T(t+\Delta t) - T(t)\right)$$

$$C \times \left(T(t+\Delta t) - T(t)\right) = h.S.\left(T_{ext} - T(t)\right).\Delta t$$

$$\frac{\left(T(t+\Delta t) - T(t)\right)}{\Delta t} = \frac{h.S}{C}.\left(T_{ext} - T(t)\right)$$

Quand $\Delta t \to 0$, $\frac{(T(t+\Delta t)-T(t))}{\Delta t} \to \frac{dT}{dt}$

$$\frac{dT}{dt} = \frac{h \times S}{C} \times \left(T_{ext} - T(t)\right)$$

4.

« À un instant donné, plus l'écart de température entre le bloc et l'extérieur est important, plus il se refroidit lentement ».

$$\frac{dT}{dt} = \frac{h \times S}{C} \times \left(T_{ext} - T(t)\right)$$

Le refroidissement (variation de température au cours du temps) $\frac{dT}{dt}$, est proportionnel à l'écart de température entre le bloc et l'extérieur $T_{ext} - T(t)$.

Ainsi, plus l'écart de température entre le bloc et l'extérieur est important, plus il se refroidit lentement.

5.

$$\frac{dT}{dt} = \frac{h \times S}{C} \times \left(T_{ext} - T(t)\right)$$

$$\tau = \frac{C}{h \times S}$$

$$\frac{dT}{dt} = \frac{1}{\tau} \times \left(T_{ext} - T(t)\right)$$

$$\frac{[dT]}{[dt]} = \frac{1}{[\tau]} \times [T_{ext} - T(t)]$$

$$\frac{°K}{s} = \frac{1}{[\tau]} \times °K$$

$$\frac{1}{s} = \frac{1}{[\tau]}$$

$$\boxed{[\tau] = s}$$

On en déduit donc que τ est une durée.

6.

$$T(t) = T_{ext} + (T(0) - T_{ext}) \exp\left(-\frac{t}{\tau}\right)$$

τ est un temps caractéristique. Au bout de 5τ, la température à atteint sa température finale.

$$T(\tau) = T_{ext} + (T(0) - T_{ext}) \exp\left(-\frac{\tau}{\tau}\right)$$

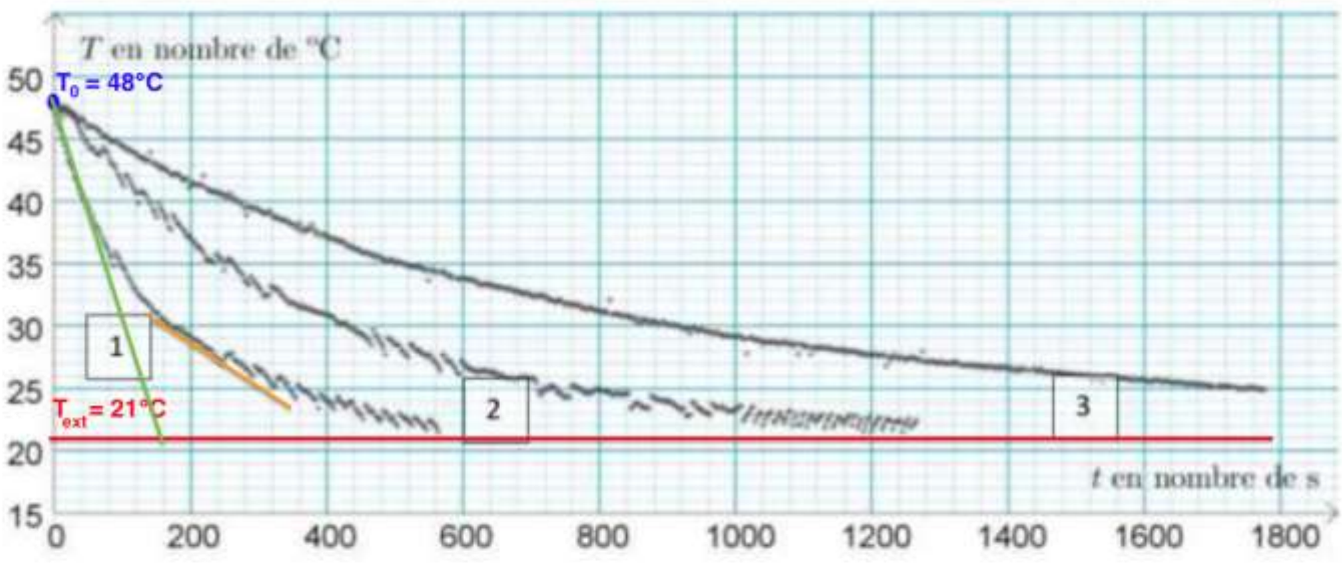
$$T(\tau) = T_{ext} + (T(0) - T_{ext}) \exp(-5)$$

$$T(\tau) = T_{ext} + (T(0) - T_{ext}) \times 6{,}7.10^{-3}$$

$$T(\tau) \simeq T_{ext}$$

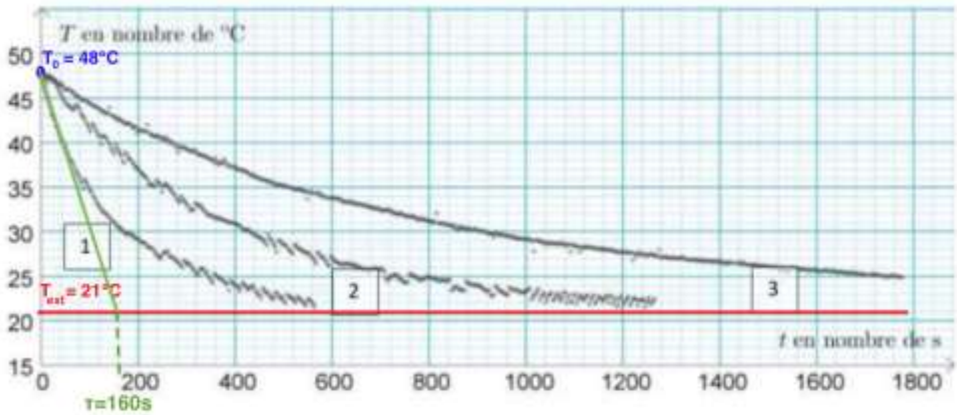
Courbe 1 du graphique :

- valeur de $T(0) = 48°C$,
- valeur de $T_{ext} = 21°C$
- signe de la pente : la tangente est décroissante, la pente est négative
- évolution de la pente : Au cours du temps le coefficient directeur de la tangente diminue.



7.

Méthode 1 : Graphiquement τ se lit à l'intersection de la tangente à l'origine et la température finale :
$\tau = 160\ \mathrm{s}$



Méthode 2 :

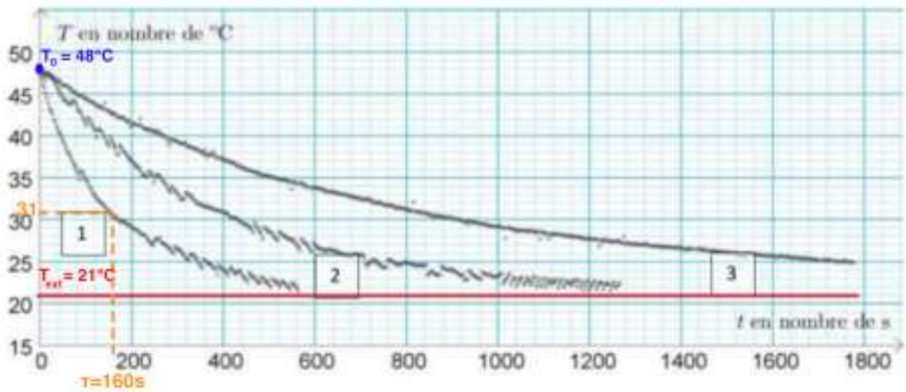
$$T(t) = T_{ext} + (T(0) - T_{ext})\exp\left(-\frac{t}{\tau}\right)$$

$$T(\tau) = 21 + (48 - 21)\exp\left(-\frac{\tau}{\tau}\right)$$

$$T(\tau) = 21 + 27 \times \exp(-1)$$

$$T(\tau) = 31°$$

Graphiquement pour $T(\tau) = 31°$ la température : $\tau = 160\ \mathrm{s}$



$$\tau = \frac{C}{h \times S}$$

$$h = \frac{C}{\tau \times S}$$

Avec :

- $C = m \times c$
- $S = \ell \times R + 2\pi \times R^2$: $\ell \times R$ la surface latérale et $2\pi \times R^2$ la surface des cercles

$$h = \frac{m \times c}{\tau \times (\ell \times R + 2\pi \times R^2)}$$

$$h = \frac{177.10^{-3} \times 385}{160 \times (3{,}0.10^{-2} \times 1{,}5.10^{-2} + 2\pi \times (1{,}5.10^{-2})^2)}$$

$$h = 2{,}3.10^2\ \mathrm{USI}$$

Trouvons l'unité de h :

$$[h] = \frac{[m] \times [c]}{[\tau] \times [S]}$$

$$[h] = \frac{\mathrm{kg.J.K^{-1}.kg^{-1}}}{\mathrm{s \times m^2}}$$

$$[h] = \mathrm{J.K^{-1}.s^{-1}.m^{-2}}$$

$$\boxed{h = 2{,}3.10^2\ \mathrm{J.K^{-1}.s^{-1}.m^{-2}}}$$