Mathsapiens.fr

Baccalauréat général

Session 2025

Asie – Sujet 2

12 juin 2025

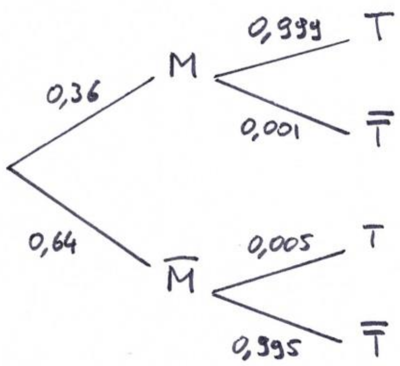
Ex 1 :

⇒ Partie A :

1) D'après l'énoncé : $\boxed{P_M(T) = 0{,}999}$ et $\boxed{P_{\overline{M}}(T) = 0{,}005}$

2) $P(M) = \dfrac{\text{Card}(M)}{\text{Card}(\Omega)} = \dfrac{270\,000}{750\,000} = \dfrac{27}{75} = \boxed{\dfrac{9}{25} = 0{,}36}$

3)



4) $P(M \cap T) = P(M) \times P_M(T) = 0{,}36 \times 0{,}999 = 0{,}35964$

$\boxed{\approx 0{,}360}$ à 10^{-3} près

5) $\{M ; \overline{M}\}$ forme un système complet d'événements

D'après la formule des probabilités totales,

$$\begin{aligned} P(T) &= P(M \cap T) + P(\overline{M} \cap T) \\ &= 0{,}35964 + P(\overline{M}) \times P_{\overline{M}}(T) \\ &= 0{,}35964 + 0{,}64 \times 0{,}005 \\ &= 0{,}35964 + 0{,}0032 \\ &= 0{,}36284 \end{aligned}$$

$\boxed{\approx 0{,}363}$ à 10^{-3} près

6) $P_T(M) = \dfrac{P(M\cap T)}{P(T)} = \dfrac{0{,}35964}{0{,}36284}$ $\boxed{\approx 0{,}991}$ à 10^{-3} près

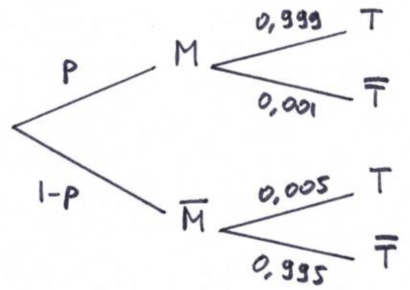
Rem : en utilisant les valeurs approchées dans les calculs intermédiaires, on obtenait $0{,}992$ à 10^{-3} près

7) $P_T(M) \approx 0{,}991 > 0{,}95$

Donc d'après l'énoncé, $\boxed{\text{le test est fiable.}}$

⇒ Partie B :

1)



2) On utilise de nouveau la formule des probabilités totales :

$$\begin{aligned} P(T) &= P(M\cap T) + P(\overline{M}\cap T) \\ &= P(M)\times P_M(T) + P(\overline{M})\times P_{\overline{M}}(T) \\ &= p\times 0{,}999 + (1-p)\times 0{,}005 \\ &= p\times(0{,}999 - 0{,}005) + 0{,}005 \\ &= \boxed{0{,}994\,p + 0{,}005} \end{aligned}$$

3) $P_T(M) = \dfrac{P(M\cap T)}{P(T)} = \dfrac{0{,}999\,p}{0{,}994\,p + 0{,}005} = \dfrac{1000\times 0{,}999\,p}{1000(0{,}994\,p + 0{,}005)} = \boxed{\dfrac{999\,p}{994\,p+5}}$

4) Le test est fiable $\Leftrightarrow P_T(M) > 0,95$

$\Leftrightarrow \dfrac{999p}{994p+5} > 0,95$ car $p \in [0;1]$ donc $994p+5>0$

$\Leftrightarrow 999p > 0,95(994p+5)$

$\Leftrightarrow 999p > 944,3p + 4,75$

$\Leftrightarrow 54,7p > 4,75$

$\Leftrightarrow p > \dfrac{4,75}{54,7}$

$\Leftrightarrow p > \dfrac{95}{1094}$

Or $\dfrac{95}{1094} \simeq 0,0868$

Donc le test est fiable ssi $\boxed{p \in \left]\dfrac{95}{1094}\,;\,1\right]}$

ssi $p \in]0,087\,;\,1]$ avec l'arrondi à 10^{-3} près

$\Rightarrow$ Partie C :

Soit $n \in \mathbb{N}^*$, on a $X \sim \mathcal{B}(n\,;\,0,36)$

On veut $P(X \geqslant 1) > 0,99$

$\Leftrightarrow 1 - P(X=0) > 0,99$

$\Leftrightarrow P(X=0) < 0,01$

Or $P(X=0) = \binom{n}{0} \times 0{,}36^0 \times (1-0{,}36)^{n-0}$

$= 1 \times 1 \times 0{,}64^n$

$= 0{,}64^n$

D'où $P(X=0) < 0{,}01 \iff 0{,}64^n < 0{,}01$

$\iff \ln(0{,}64^n) < \ln 0{,}01$ par stricte croissance de ln sur $\mathbb{R}_+^*$

$\iff n . \ln 0{,}64 < \ln 0{,}01$

$\iff n > \dfrac{\ln 0{,}01}{\ln 0{,}64}$ car $\ln 0{,}64 < 0$

or $\dfrac{\ln 0{,}01}{\ln 0{,}64} \approx 10{,}3$ et on veut $n \in \mathbb{N}^*$

Donc il faut au moins $\boxed{n = 11}$ individus dans l'échantillon.

Ex 2 :

$\Rightarrow$ Partie A : Soient (u_n) : $u_0 = 30$ et $\forall n \in \mathbb{N}$, $u_{n+1} = \frac{1}{2} u_n + 10$

et (v_n) : $\forall n \in \mathbb{N}$, $v_n = u_n - 20$

1) $u_1 = \frac{1}{2} u_0 + 10 = \frac{1}{2} \times 30 + 10 = 15 + 10 = \boxed{25}$

$u_2 = \frac{1}{2} u_1 + 10 = \frac{1}{2} \times 25 + 10 = 12,5 + 10 = \boxed{22,5}$

2) $\forall n \in \mathbb{N}$, $v_{n+1} = u_{n+1} - 20$

$$= \frac{1}{2} u_n + 10 - 20$$

$$= \frac{1}{2} u_n - 10$$

$$= \frac{1}{2} u_n - \frac{1}{2} \times 20$$

$$= \frac{1}{2} (u_n - 20)$$

$$= \frac{1}{2} v_n$$

Donc $\boxed{(v_n) \text{ est géométrique de raison } q = \frac{1}{2}}$

3) On a de plus $v_0 = u_0 - 20 = 30 - 20 = 10$

Donc : $\forall n \in \mathbb{N}$, $v_n = v_0 \cdot q^n = \boxed{10 \times \left(\frac{1}{2}\right)^n}$

4) On a $\forall n \in \mathbb{N}$, $v_n = u_n - 20$

$\iff u_n = v_n + 20$

$\iff \boxed{u_n = 20 + 10 \times \left(\frac{1}{2}\right)^n}$

5) On a : $|q|<1 \Rightarrow \lim\limits_{n \to +\infty} q^n = 0$

Donc $\lim\limits_{n \to +\infty} \left(\frac{1}{2}\right)^n = 0$

Puis par opérations sur les limites :

$\lim\limits_{n \to +\infty} u_n = 20 + 10 \times 0 = \boxed{20}$

$\Rightarrow$ Partie B : Soit (w_n) : $w_0 = 45$ et $\forall n \in \mathbb{N}$, $w_{n+1} = \frac{1}{2} w_n + \frac{1}{2} u_n + 7$

1) $w_1 = w_{0+1} = \frac{1}{2} w_0 + \frac{1}{2} u_0 + 7 = \frac{1}{2} \times 45 + \frac{1}{2} \times 30 + 7$

$\Leftrightarrow w_1 = 22{,}5 + 15 + 7 = 22{,}5 + 22 = \boxed{44{,}5}$

2) le programme renvoie une mauvaise valeur car dans le calcul de w_{n+1}, on a besoin de u_n et non de u_{n+1}.

$\boxed{\text{Il suffit ainsi d'intervertir les lignes 5 et 6 du script}}$ pour qu'il fonctionne correctement.

```python
def suite(n):
    U=30
    W=45
    for i in range (1,n+1):
        W=W/2+U/2+7
        U=U/2+10
    return W
```

```
>>> suite(0)
45
>>> suite(1)
44.5
>>> suite(2)
41.75
```

3) ⓐ Démontrons par récurrence $\mathcal{P}(n)$: $\forall n \in \mathbb{N}$, $w_n = 10n\left(\frac{1}{2}\right)^n + 11\left(\frac{1}{2}\right)^n + 34$

Initialisation : Pour $n = 0$, on a :

$$10 \times 0 \times \left(\frac{1}{2}\right)^0 + 11 \times \left(\frac{1}{2}\right)^0 + 34 = 0 + 11 + 34 = 45 = w_0$$

$\Rightarrow \mathcal{P}(0)$ vraie

Hérédité : Soit $n \in \mathbb{N}$, supposons que $w_n = 10n\left(\frac{1}{2}\right)^n + 11\left(\frac{1}{2}\right)^n + 34$

et montrons que $w_{n+1} = 10(n+1)\cdot\left(\frac{1}{2}\right)^{n+1} + 11\left(\frac{1}{2}\right)^{n+1} + 34$

On a :

$$\begin{aligned}
w_{n+1} &= \frac{1}{2}w_n + \frac{1}{2}u_n + 7 \\
&= \frac{1}{2}\left(10n\left(\frac{1}{2}\right)^n + 11\left(\frac{1}{2}\right)^n + 34\right) + \frac{1}{2}u_n + 7 \quad \text{HR} \\
&= 10n\left(\frac{1}{2}\right)^{n+1} + 11\left(\frac{1}{2}\right)^{n+1} + 17 + \frac{1}{2}\left(20 + 10\left(\frac{1}{2}\right)^n\right) + 7 \\
&= 10n\left(\frac{1}{2}\right)^{n+1} + 11\left(\frac{1}{2}\right)^{n+1} + 24 + 10 + 10 \times \left(\frac{1}{2}\right)^{n+1} \\
&= 10(n+1) \times \left(\frac{1}{2}\right)^{n+1} + 11\left(\frac{1}{2}\right)^{n+1} + 34
\end{aligned}$$

$\Rightarrow \mathcal{P}(n+1)$ vraie

Conclusion : $\mathcal{P}(n)$ vraie pour $n = 0$ et héréditaire à partir de ce rang, donc d'après le principe de récurrence :

$$\boxed{\forall n \in \mathbb{N}, \quad w_n = 10n\left(\frac{1}{2}\right)^n + 11\left(\frac{1}{2}\right)^n + 34}$$

ⓑ On a : $\forall n \in \mathbb{N} \cap [4; +\infty[$, $\quad 0 \leqslant 10n\left(\frac{1}{2}\right)^n \leqslant \frac{10}{n}$

Or $\lim\limits_{n \to +\infty} \frac{10}{n} = 0$

Donc d'après le théorème des gendarmes, $\lim\limits_{n \to +\infty} 10n\left(\frac{1}{2}\right)^n = 0$

Puis nous avons déjà montré précédemment que : $\lim\limits_{n \to +\infty} \left(\frac{1}{2}\right)^n$

Donc par opérations sur les limites, on a :

$$\lim_{n \to +\infty} w_n = \lim_{n \to +\infty} 10n\left(\frac{1}{2}\right)^n + 11\left(\frac{1}{2}\right)^n + 34 = 0 + 0 + 34 = 34$$

Donc $\boxed{(w_n) \text{ converge vers } 34}$

Ex 3 :

$\boxed{\text{Affirmation 1 : Vraie}}$

D'après l'équation cartésienne du plan $\mathcal{P}$, on a $\vec{n}\begin{pmatrix}2\\3\\6\end{pmatrix}$ normal à $\mathcal{P}$.

D'après la représentation paramétrique de (d), on a $\vec{u}\begin{pmatrix}1/3\\1/2\\1\end{pmatrix}$ directeur de (d)

On remarque que $\vec{n} = 6\vec{u}$, donc $\vec{n}$ et $\vec{u}$ sont colinéaires.

Ainsi (d) est orthogonale à $\mathcal{P}$.

Vérifions si $H \in \mathcal{P}$ et $H \in (d)$, avec $H\begin{pmatrix}-6\\2\\2\end{pmatrix}$

$2x_H + 3y_H + 6z_H - 6 = 2\times(-6) + 3\times 2 + 6\times 2 - 6 = -12+6+12-6 = 0$

donc $H\begin{pmatrix}-6\\2\\2\end{pmatrix} \in \mathcal{P}$

$$\begin{cases} x_H = -8 + \frac{1}{3}t_H \\ y_H = -1 + \frac{1}{2}t_H \\ z_H = -4 + t_H \end{cases} \iff \begin{cases} -6 = -8 + \frac{1}{3}t_H \\ 2 = -1 + \frac{1}{2}t_H \\ 2 = -4 + t_H \end{cases} \iff \begin{cases} \frac{1}{3}t_H = 2 \\ \frac{1}{2}t_H = 3 \\ t_H = 6 \end{cases} \iff \begin{cases} t_H = 6 \\ t_H = 6 \quad \leftarrow \text{compatible} \\ t_H = 6 \end{cases}$$

donc $H\begin{pmatrix}-6\\2\\2\end{pmatrix} \in (d)$

On a donc bien $(d) \perp \mathcal{P}$ et $(d) \cap \mathcal{P} = \{H\}$

$\boxed{\text{Affirmation 2 : Fausse}}$

Dans le R.O.N., on a $C\begin{pmatrix}3\\0\\0\end{pmatrix}$, $D\begin{pmatrix}0\\2\\0\end{pmatrix}$ et $H\begin{pmatrix}-6\\2\\2\end{pmatrix}$

D'où $\overrightarrow{CD}\begin{pmatrix}-3\\2\\0\end{pmatrix}$ et $\overrightarrow{CH}\begin{pmatrix}-9\\2\\2\end{pmatrix}$

Puis $\overrightarrow{CD}\cdot\overrightarrow{CH} = -3\times(-9) + 2\times 2 + 0\times 2 = 27 + 4 + 0 = 31$

Par ailleurs, on a :

$CD = \|\overrightarrow{CD}\| = \sqrt{\overrightarrow{CD}^2} = \sqrt{(-3)^2 + 2^2 + 0^2} = \sqrt{9+4+0} = \sqrt{13}$

et $CH = \|\overrightarrow{CH}\| = \sqrt{\overrightarrow{CH}^2} = \sqrt{(-9)^2 + 2^2 + 2^2} = \sqrt{81+4+4} = \sqrt{89}$

Enfin, $\overrightarrow{CD} \cdot \overrightarrow{CH} = CD \times CH \times \cos \widehat{DCH}$

D'où $\cos \widehat{DCH} = \dfrac{\overrightarrow{CD} \cdot \overrightarrow{CH}}{CD \times CH} = \dfrac{31}{\sqrt{13} \times \sqrt{89}} = \dfrac{31}{\sqrt{1157}}$

Puis $\widehat{DCH} = \cos^{-1} \dfrac{31}{\sqrt{1157}} \approx 24{,}3°$ (à 10^{-1} près)

Affirmation 3 : Vraie

D'après les équations cartésiennes, $\vec{n}\begin{pmatrix}2\\3\\6\end{pmatrix}$ est normal à $\mathcal{P}$ et $\vec{n'}\begin{pmatrix}1\\-2\\3\end{pmatrix}$ est normal à $\mathcal{P}'$.

Toutes les composantes de $\vec{n}$ sont positives alors que $\vec{n'}$ possède deux composantes positives et une composante négative.

Donc $\forall k \in \mathbb{R}$, $\vec{n} \neq k\vec{n'}$, i.e. $\vec{n}$ et $\vec{n'}$ ne sont pas colinéaires.

Ainsi, $\mathcal{P}$ et $\mathcal{P}'$ sont sécants selon une droite.

Vérifions s'il s'agit de Δ :

$$\begin{cases} 2(3-3t) + 3\times 0 + 6\times t - 6 = 6 - 6t + 6t - 6 = 0 & \text{donc } \Delta \subset \mathcal{P} \\ 3-3t - 2\times 0 + 3\times t - 3 = 3 - 3t + 3t - 3 = 0 & \text{donc } \Delta \subset \mathcal{P}' \end{cases}$$

On a donc bien $\mathcal{P} \cap \mathcal{P}' = \Delta$

Remarque : On pouvait également retrouver la représentation paramétrique proposée pour Δ à partir des équations cartésiennes de $\mathcal{P}$ et $\mathcal{P}'$, en posant $z = t$:

$$\mathcal{P} \cap \mathcal{P}' : \begin{cases} 2x + 3y + 6z - 6 = 0 \\ x - 2y + 3z - 3 = 0 \end{cases}$$

$$\iff \begin{cases} 2x + 3y + 6t - 6 = 0 \\ x - 2y + 3t - 3 = 0 \\ z = t \end{cases}, \ t \in \mathbb{R}$$

$$\iff \begin{cases} 7y = 0 & (L_1 - 2L_2) \\ 7x + 21t - 21 = 0 & (2L_1 + 3L_2) \\ z = t \end{cases}, \ t \in \mathbb{R}$$

$$\iff \begin{cases} y = 0 \\ 7x = 21 - 21t \\ z = t \end{cases}, \ t \in \mathbb{R}$$

$$\iff \begin{cases} y = 0 \\ x = 3 - 3t \\ z = t \end{cases}, \ t \in \mathbb{R}$$

$$\iff \begin{cases} x = 3 - 3t \\ y = 0 \\ z = t \end{cases}, \ t \in \mathbb{R}$$

Affirmation 4 : Vraie

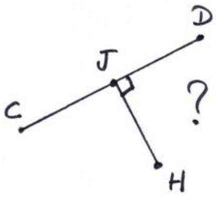
Dans le R.O.N., on a $\overrightarrow{CD}\begin{pmatrix}-3\\2\\0\end{pmatrix}$, $H\begin{pmatrix}-6\\2\\2\end{pmatrix}$, $J\begin{pmatrix}-54/13\\62/13\\0\end{pmatrix}$ donc $\overrightarrow{HJ}\begin{pmatrix}24/13\\36/13\\-2\end{pmatrix}$

Puis $\overrightarrow{CD}\cdot\overrightarrow{HJ} = -3\times\frac{24}{13} + 2\times\frac{36}{13} + 0\times(-2) = \frac{-72}{13} + \frac{72}{13} = 0$

Donc $\overrightarrow{CD}\perp\overrightarrow{HJ}$, et ainsi (CD) et (HJ) sont orthogonales.

Vérifions si elles sont sécantes en J.

De toute évidence, $J\in(HJ)$.



Puis (CD) : $\begin{cases}x = 3-3t\\ y = 2t\\ z = 0\end{cases}$, $t\in\mathbb{R}$

$\begin{cases}x_J = 3-3t_J\\ y_J = 2t_J\\ z_J = 0\end{cases} \iff \begin{cases}-\frac{54}{13} = 3-3t_J\\ \frac{62}{13} = 2t_J\\ 0 = 0\end{cases} \iff \begin{cases}3t_J = \frac{93}{13}\\ t_J = \frac{31}{13}\end{cases} \iff t_J = \frac{31}{13}$

Ainsi $J\in(CD)$

Finalement, on a : $\begin{cases}\overrightarrow{CD}\perp\overrightarrow{HJ}\\ (CD)\cap(HJ) = J\end{cases} \Rightarrow$ J est le projeté orthogonal de H sur (CD)

Remarque : pour vérifier que $J\in(CD)$, on aurait pu aussi s'assurer que $\overrightarrow{CJ}$ et $\overrightarrow{CD}$ sont colinéaires.

Ex 4 :

⟹ Partie A :

1) Avec la précision que permet le graphique proposé, on peut estimer que la température redescend à sa valeur initiale $T = 40\,°C$ au bout d'environ $\boxed{t \simeq 3 \text{ minutes et } 45 \text{ secondes}}$, i.e. $\boxed{t = 3{,}75 \text{ min}}$

2) $\forall t \in [0;10]$, $f(t) = (at+b).e^{-0{,}5t}$, avec $(a;b) \in \mathbb{R}^2$ à déterminer

on a $f(0) = 40 \iff (a \times 0 + b).e^{-0{,}5 \times 0} = 40$

$\iff b \times 1 = 40$

$\iff \boxed{b = 40}$

3) On admet que f est dérivable sur $[0;10]$.

D'où $\forall t \in [0;10]$, $f'(t) = a.e^{-0{,}5t} + (at+40) \times (-0{,}5) \times e^{-0{,}5t}$

$= \left(-\frac{a}{2}t + a - 20\right) e^{-0{,}5t}$

Par ailleurs, f est solution de (E) : $y' + 0{,}5y = 60.e^{-0{,}5t}$

D'où $(-0{,}5at + a - 20)e^{-0{,}5t} + 0{,}5(at+40).e^{-0{,}5t} = 60.e^{-0{,}5t}$

$\iff (\cancel{-0{,}5.a.t} + a \cancel{-20} + \cancel{0{,}5.a.t} + \cancel{20}).e^{-0{,}5t} = 60.e^{-0{,}5t}$

$\iff a \times e^{-0{,}5t} = 60 \times e^{-0{,}5t}$

$\iff \boxed{a = 60}$ car $\forall t \in [0;10]$, $e^{-0{,}5t} \neq 0$

D'où $\forall t \in [0;10]$, $f(t) = (60t + 40).e^{-0{,}5t}$

⇒ Partie B :

1) D'après la question 3) de la partie A, on a :

$\forall t \in [0;10]$, $f'(t) = \left(-\frac{a}{2}t + a - 20\right) \cdot e^{-0,5t}$ $\quad a = 60$

$= \left(-\frac{60}{2}t + 60 - 20\right) \cdot e^{-0,5t}$

$= \boxed{(40 - 30t) \cdot e^{-0,5t}}$

2) a) $\forall t \in [0;10]$, $e^{-0,5t} > 0$

Donc $f'(t)$ est du signe de $40 - 30t$ sur $[0;10]$

Soit $t \in [0;10]$, $f'(t) \geqslant 0 \iff 40 - 30t \geqslant 0$

$\iff 30t \leqslant 40$

$\iff t \leqslant \frac{4}{3}$

t	0		$\frac{4}{3}$		10
$f'(t)$		$+$	0	$-$	
$f(t)$	40	$\nearrow$	$120e^{-2/3}$	$\searrow$	$640.e^{-5}$

D'après l'énoncé, on a $f(0) = 40$

Puis $f\left(\frac{4}{3}\right) = \left(60 \times \frac{4}{3} + 40\right) \cdot e^{-0,5 \times \frac{4}{3}} = 120 . e^{-\frac{2}{3}}$

et $f(10) = (60 \times 10 + 40) \cdot e^{-0,5 \times 10} = 640 . e^{-5}$

(b) Procédons par disjonction de cas :

* f est continue (car dérivable) et strictement croissante sur $]0\,;\,\frac{4}{3}]$

On a $f(0) = 40$ donc $\forall t \in]0\,;\,\frac{4}{3}]$, $f(t) > f(0)$ i.e. $f(t) > 40$

Donc $\boxed{\text{l'équation } f(t) = 40 \text{ n'admet pas de solution sur }]0\,;\,\tfrac{4}{3}]}$

* f est continue (car dérivable) et strictement décroissante sur $]\frac{4}{3}\,;\,10]$

on a $f\left(\frac{4}{3}\right) = 120.e^{-2/3} \approx 61,6 > 40$

et $f(10) = 640.e^{-5} \approx 4,3 < 40$

Donc $40 \in \left[f(10)\,;\,f\left(\frac{4}{3}\right)\right[= f\left(\left]\frac{4}{3}\,;\,10\right]\right)$

Donc d'après le théorème de la bijection (corollaire du TVI),

$\boxed{\exists!\, \alpha \in \left]\frac{4}{3}\,;\,10\right]\,,\ f(\alpha) = 40}$

* conclusion : $\boxed{\text{l'équation } f(t) = 40 \text{ admet une unique solution } \alpha \text{ strictement positive car } \alpha > \tfrac{4}{3} > 0}$

(c) Procédons par balayage à l'aide de la calculatrice :

On a $f(3) > 40$ et $f(4) < 40$ donc $\alpha \in]3\,;\,4[$

puis $f(3,8) > 40$ et $f(3,9) < 40$ donc $\alpha \in]3,8\,;\,3,9[$

puis $f(3,80) > 40$ et $f(3,81) < 40$ donc $\alpha \in]3,80\,;\,3,81[$

Ainsi, $\boxed{\alpha \approx 3,8}$ à 10^{-1} près

$\boxed{\text{La température redescend à sa valeur initiale de 40°C au bout d'environ 3,8 minutes, i.e. environ 3 minutes et 48 secondes.}}$

3) ⓐ Calculons $\int_0^4 f(t)\,dt = \int_0^4 (60t+40).e^{-0,5t}\,dt$ à l'aide d'une intégration par parties en posant les fonctions u et v suivantes continûment dérivables sur $[0;4]$:

$u(t) = 60t+40$ et $v'(t) = e^{-0,5t}$

$u'(t) = 60$ et $v(t) = -2e^{-0,5t}$

D'où $\int_0^4 f(t).\,dt = \left[(60t+40)\times(-2.e^{-0,5t})\right]_0^4 - \int_0^4 60\times(-2.e^{-0,5t}).\,dt$

$= -2\left(280\times e^{-2} - 40.e^0\right) - 60\left[4e^{-0,5t}\right]_0^4$

$= -560e^{-2} + 80 - 60\left(4e^{-2} - 4.e^0\right)$

$= -560e^{-2} + 80 - 240e^{-2} + 240$

$= 320 - 800.e^{-2}$

$= \boxed{320 - \frac{800}{e^2}}$

ⓑ En prenant $t_1 = 0$ et $t_2 = 4$, on obtient la température moyenne de la réaction chimique au cours des 4 premières minutes :

$\overline{T} = \frac{1}{4-0} \times \int_0^4 f(t).\,dt = \frac{1}{4}\left(320 - \frac{800}{e^2}\right)$

$= 80 - 200e^{-2}$ °C

$\boxed{\approx 53\text{ °C}}$ au degré près