

# Corrigé du bac de maths 2024 Sujet n°3

## Mathovore.fr

### EXERCICE 1 4 points

Thème : probabilités

Une concession automobile vend des véhicules à moteur électrique et des véhicules à moteur thermique.

Certains clients, avant de se rendre sur le site de la concession, ont consulté la plate-forme numérique de la concession. On a ainsi observé que :

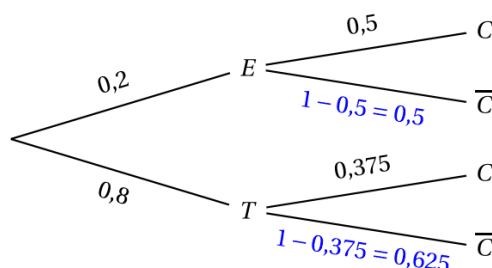
- 20 % des clients sont intéressés par les véhicules à moteur électrique et 80 % préfèrent s'orienter vers l'achat d'un véhicule à moteur thermique ;
- lorsqu'un client souhaite acheter un véhicule à moteur électrique, la probabilité pour que le client ait consulté la plate-forme numérique est de 0,5 ;
- lorsqu'un client souhaite acheter un véhicule à moteur thermique, la probabilité pour que le client ait consulté la plate-forme numérique est de 0,375.

On considère les événements suivants :

- $C$  : « un client a consulté la plate-forme numérique » ;
- $E$  : « un client souhaite acquérir un véhicule à moteur électrique » ;
- $T$  : « un client souhaite acquérir un véhicule à moteur thermique ».

Les clients font des choix indépendants les uns des autres.

1. a. On résume les informations dans un arbre pondéré.



La probabilité qu'un client choisi au hasard souhaite acquérir un véhicule à moteur électrique et ait consulté la plate-forme numérique est :

$$P(E \cap C) = P(E) \times P_E(C) = 0,2 \times 0,5 = 0,1.$$

- b. D'après la formule des probabilités totales :

$$P(C) = P(E \cap C) + P(T \cap C) = 0,1 + 0,8 \times 0,375 = 0,4.$$

- c. On suppose qu'un client a consulté la plate-forme numérique ; la probabilité qu'il souhaite acheter un véhicule à moteur électrique est :

$$P_C(E) = \frac{P(E \cap C)}{P(C)} = \frac{0,1}{0,4} = 0,25.$$

2. La concession accueille quotidiennement 17 clients en moyenne. On note  $X$  la variable aléatoire donnant le nombre de clients souhaitant acquérir un véhicule à moteur électrique.

- a. Les clients font des choix indépendants les uns des autres, donc on a une répétition de 17 épreuves indépendantes dont la probabilité de succès de chacune est  $p = 0,2$ .

La variable aléatoire  $X$  suit donc la loi binomiale de paramètres  $n = 17$  et  $p = 0,2$ .

- b. La probabilité qu'au moins trois des clients souhaitent acheter un véhicule à moteur électrique lors d'une journée est  $P(X \geq 3)$ .

$$P(X \geq 3) = 1 - P(X < 3) = 1 - P(X \leq 2) \approx 1 - 0,3096$$

Donc la probabilité cherchée est d'environ 0,69.

**EXERCICE 2 6 points**

**Thème : fonctions**

**Partie A**

On considère la fonction  $f$  définie sur  $\mathbb{R}$  par  $f(x) = \left(x + \frac{1}{2}\right) e^{-x} + x$ .

1. On détermine les limites de  $f$  en  $-\infty$  et en  $+\infty$ .

- Limite en  $-\infty$

$$\left. \begin{array}{l} \lim_{x \rightarrow -\infty} \left(x + \frac{1}{2}\right) = -\infty \\ \lim_{x \rightarrow -\infty} e^{-x} = +\infty \end{array} \right\} \lim_{x \rightarrow -\infty} \left(x + \frac{1}{2}\right) e^{-x} = -\infty \left. \begin{array}{l} \\ \lim_{x \rightarrow -\infty} x = -\infty \end{array} \right\} \text{donc } \lim_{x \rightarrow -\infty} f(x) = -\infty$$

- Limite en  $+\infty$

$f(x) = x e^{-x} + \frac{1}{2} e^{-x} + x$ . On sait que  $\lim_{x \rightarrow +\infty} e^{-x} = 0$  et que

$$\lim_{x \rightarrow +\infty} \frac{e^x}{x} = +\infty \text{ donc } \lim_{x \rightarrow +\infty} \frac{x}{e^x} = 0 \text{ donc } \lim_{x \rightarrow +\infty} x e^{-x} = 0.$$

$$\left. \begin{array}{l} \lim_{x \rightarrow +\infty} x e^{-x} = 0 \\ \lim_{x \rightarrow +\infty} \frac{1}{2} e^{-x} = 0 \\ \lim_{x \rightarrow +\infty} x = +\infty \end{array} \right\} \text{donc } \lim_{x \rightarrow +\infty} f(x) = +\infty$$

2. On admet que  $f$  est deux fois dérivable sur  $\mathbb{R}$ .

- a. Pour tout  $x$  de  $\mathbb{R}$ ,  $f(x) = \left(x + \frac{1}{2}\right) e^{-x} + x$  donc

$$f'(x) = 1 \times e^{-x} + \left(x + \frac{1}{2}\right) \times (-1) e^{-x} + 1 = \left(-x + \frac{1}{2}\right) e^{-x} + 1, \text{ et donc}$$

$$f''(x) = -1 \times e^{-x} + \left(-x + \frac{1}{2}\right) \times (-1) e^{-x} = \left(x - \frac{3}{2}\right) e^{-x}.$$

- b. Le signe de  $f''$  donne les variations de  $f'$ .

Pour tout  $x$ ,  $e^{-x} > 0$  donc  $f''(x)$  est du signe de  $\left(x - \frac{3}{2}\right)$ .

- Si  $x < \frac{3}{2}$ ,  $f''(x) < 0$  donc  $f'$  est décroissante;
- Si  $x > \frac{3}{2}$ ,  $f''(x) > 0$  donc  $f'$  est croissante;
- Si  $x = \frac{3}{2}$ ,  $f''(x) = 0$  donc  $f'$  admet un minimum égal à  $f'\left(\frac{3}{2}\right) = \left(-\frac{3}{2} + \frac{1}{2}\right) e^{-\frac{3}{2}} + 1 = 1 - e^{-\frac{3}{2}}$ .

- c. La fonction  $f'$  admet pour minimum

$$f'\left(\frac{3}{2}\right) = 1 - e^{-\frac{3}{2}} \approx 0,78 > 0; \text{ donc pour tout } x \in \mathbb{R}, f'(x) > 0.$$

- d.
- La fonction  $f$  est dérivable sur  $\mathbb{R}$  donc continue sur  $\mathbb{R}$ .
  - Pour tout réel  $x$ ,  $f'(x) > 0$  donc la fonction  $f$  est strictement croissante sur  $\mathbb{R}$ .
  - $\lim_{x \rightarrow -\infty} f(x) = -\infty$

•  $\lim_{x \rightarrow +\infty} f(x) = +\infty$

Donc, d'après le corollaire du théorème des valeurs intermédiaires, l'équation  $f(x) = 0$  admet une solution unique dans  $\mathbb{R}$ .

e. On appelle  $\alpha$  la solution de l'équation  $f(x) = 0$ .

$$\left. \begin{array}{l} f(-1) \approx -2,36 < 0 \\ f(0) = 0,5 > 0 \end{array} \right\} \text{ donc } \alpha \in [-1; 0]$$

$$\left. \begin{array}{l} f(-0,3) \approx -0,03 < 0 \\ f(-0,2) \approx 0,17 > 0 \end{array} \right\} \text{ donc } \alpha \in [-0,3; -0,2]$$

$$\left. \begin{array}{l} f(-0,29) \approx -0,009 < 0 \\ f(-0,28) \approx 0,011 > 0 \end{array} \right\} \text{ donc } \alpha \in [-0,29; -0,28]$$

$$\left. \begin{array}{l} f(-0,286) \approx -0,001 < 0 \\ f(-0,285) \approx 0,0009 > 0 \end{array} \right\} \text{ donc } \alpha \in [-0,286; -0,285]$$

Donc  $-0,285$  est une valeur approchée à  $10^{-3}$  de la solution de l'équation  $f(x) = 0$ .

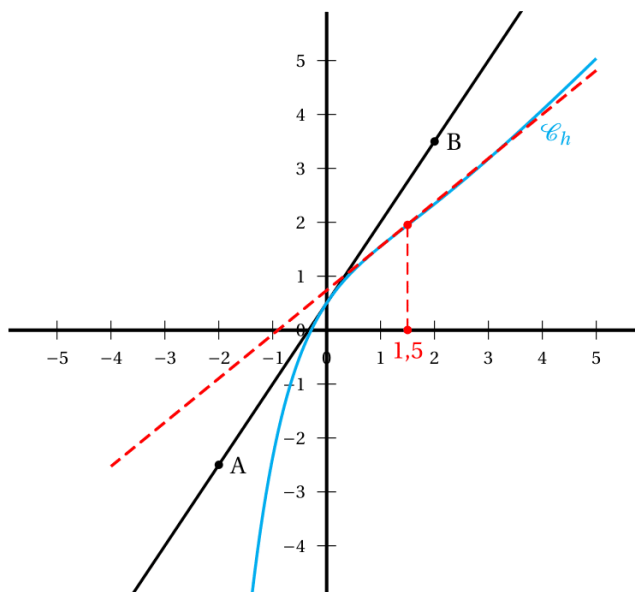
**Partie B**

On considère une fonction  $h$ , définie et dérivable sur  $\mathbb{R}$ , ayant une expression de la forme

$$h(x) = (ax + b)e^{-x} + x, \text{ où } a \text{ et } b \text{ sont deux réels.}$$

Dans un repère orthonormé ci-après figurent :

- la courbe représentative  $\mathcal{C}_h$  de la fonction  $h$ ;
- les points A et B de coordonnées respectives  $(-2; -2,5)$  et  $(2; 3,5)$ .



1. Avec la précision permise par le graphique, on peut conjecturer que la courbe représentative de la fonction  $h$  admet un unique point d'inflexion d'abscisse 1,5.

2. On admet que  $h''(x) = -\frac{3}{2}e^{-x} + xe^{-x}$ .

$$h''(x) = 0 \iff -\frac{3}{2}e^{-x} + xe^{-x} = 0 \iff \left(x - \frac{3}{2}\right)e^{-x} = 0 \iff x - \frac{3}{2} = 0 \iff x = 1,5$$

La conjecture est donc vérifiée.

3. Déterminer une équation de la droite (AB) c'est chercher l'ensemble des points de coordonnées  $(x; y)$  tels que :  $\frac{y - y_A}{x - x_A} = \frac{y_B - y_A}{x_B - x_A}$ .

$$\frac{y - y_A}{x - x_A} = \frac{y_B - y_A}{x_B - x_A} \iff \frac{y + 2,5}{x + 2} = \frac{3,5 + 2,5}{2 + 2} \iff \frac{y + 2,5}{x + 2} = \frac{6}{4} \iff y + 2,5 = \frac{6}{4}(x + 2)$$

$$\iff y = \frac{3}{2}x + 3 - 2,5 \iff y = 1,5x + 0,5$$

La droite (AB) a pour équation :  $y = 1,5x + 0,5$ .

4. La droite (AB) est tangente à la courbe représentative de la fonction  $h$  au point d'abscisse 0, donc  $h'(0) = 1,5$ .

$$h'(x) = a \times e^{-x} + (ax + b) \times (-1) e^{-x} + 1 = (-ax + a - b) e^{-x} + 1$$

$$h'(0) = 1,5 \iff (a - b) e^0 + 1 = 1,5 \iff a - b = 0,5$$

La droite (AB) coupe l'axe des ordonnées au point d'ordonnée 0,5 donc  $h(0) = 0,5$ .

$$h(0) = 0,5 \iff (0 + b) e^0 + 0 = 0,5 \iff b = 0,5$$

Comme  $a - b = 0,5$ , on en déduit que  $a = 1$ .

$$\text{Donc } h(x) = (x + 0,5) e^{-x} + x = f(x).$$

**EXERCICE 3 5 points**

**Thème : suites, algorithmique**

On considère la fonction  $f$  définie sur  $\mathbb{R}$  par  $f(x) = \frac{3}{4}x^2 - 2x + 3$ .

1.  $f'(x) = \frac{3}{2}x - 2 = \frac{3}{2}\left(x - \frac{4}{3}\right)$ , donc  $f'(x)$  est du signe de  $x - \frac{4}{3}$  donc s'annule et change de signe pour  $x = \frac{4}{3}$ .

$f$  est une fonction polynôme donc :

$$\lim_{x \rightarrow -\infty} f(x) = \lim_{x \rightarrow -\infty} \frac{3}{4}x^2 = +\infty \text{ et } \lim_{x \rightarrow +\infty} f(x) = \lim_{x \rightarrow +\infty} \frac{3}{4}x^2 = +\infty.$$

$$\text{De plus, } f\left(\frac{4}{3}\right) = \frac{3}{4} \times \frac{4}{3} \times \frac{4}{3} - 2 \times \frac{4}{3} + 3 = \frac{4}{3} - \frac{8}{3} + \frac{9}{3} = \frac{5}{3}.$$

On établit le tableau des variations de  $f$  :

$x$	$-\infty$	$\frac{4}{3}$	$+\infty$
$x - \frac{4}{3}$		0	
$f'(x)$	-	0	+
$f(x)$	$+\infty$	$\frac{5}{3}$	$+\infty$

2. D'après le résultat précédent la fonction  $f$  est croissante sur l'intervalle  $\left[\frac{4}{3}; 2\right]$ .

$$\text{On a donc : } \frac{4}{3} \leq x \leq 2 \implies f\left(\frac{4}{3}\right) \leq f(x) \leq f(2).$$

$$\text{Or } f\left(\frac{4}{3}\right) = \frac{5}{3} \text{ et } f(2) = \frac{3}{4} \times 4 - 2 \times 2 + 3 = 3 - 4 + 3 = 2.$$

$$\text{Donc } \frac{5}{3} \leq f(x) \leq 2 \text{ et a fortiori : } \frac{4}{3} \leq f(x) \leq 2.$$

3.  $f(x) - x = \frac{3}{4}x^2 - 2x + 3 - x = \frac{3}{4}x^2 - 3x + 3 = \frac{3}{4}(x^2 - 4x + 4) = \frac{3}{4}(x - 2)^2$

Pour tout réel  $x$ ,  $(x - 2)^2 \geq 0$  donc  $f(x) - x \geq 0$  donc  $x \leq f(x)$ .

On considère la suite  $(u_n)$  définie par un réel  $u_0$  et pour tout  $n \in \mathbb{N} : u_{n+1} = f(u_n)$ .

On a donc, pour tout entier naturel  $n$ ,  $u_{n+1} = \frac{3}{4}u_n^2 - 2u_n + 3$ .

4. Étude du cas :  $\frac{4}{3} \leq u_0 \leq 2$ .

a. On va démontrer par récurrence que la propriété  $u_n \leq u_{n+1} \leq 2$  est vraie pour tout entier naturel  $n$ .

• **Initialisation**

D'après la question précédente, pour  $x \in \left[\frac{4}{3}; 2\right]$ , on a  $x \leq f(x)$ .

Or  $u_0 \in \left[\frac{4}{3}; 2\right]$  donc  $u_0 \leq f(u_0)$ , ce qui revient à  $u_0 \leq u_1$ .

De plus, si  $x \in \left[\frac{4}{3}; 2\right]$ ,  $f(x) \in \left[\frac{4}{3}; 2\right]$ .

Or  $u_0 \in \left[\frac{4}{3}; 2\right]$  donc  $f(u_0) \in \left[\frac{4}{3}; 2\right]$  et donc  $u_1 \in \left[\frac{4}{3}; 2\right]$  et donc  $u_{n+1} \leq 2$ .

Donc  $u_0 \leq u_1 \leq 2$ ; la propriété est vraie au rang  $n = 0$ .

• **Hérédité**

On suppose la propriété vraie au rang  $n$ , c'est-à-dire  $u_n \leq u_{n+1} \leq 2$ .

On est dans l'intervalle  $\left[\frac{4}{3}; 2\right]$  donc la fonction  $f$  est croissante; on en déduit :  $f(u_n) \leq f(u_{n+1}) \leq f(2)$ .

Or  $f(u_n) = u_{n+1}$ ,  $f(u_{n+1}) = u_{n+2}$  et  $f(2) = 2$ .

Donc on a :  $u_{n+1} \leq u_{n+2} \leq 2$ ; la propriété est héréditaire.

• **Conclusion**

La propriété est vraie au rang 0 et elle est héréditaire pour tout  $n \geq 0$ ; d'après le principe de récurrence, elle est vraie pour tout  $n \in \mathbb{N}$ .

b. Pour tout  $n$ , on a  $u_n \leq u_{n+1} \leq 2$  donc la suite  $(u_n)$  est croissante et majorée; d'après le théorème de la convergence monotone, la suite  $(u_n)$  est convergente vers une limite  $\ell$  telle que  $\ell \leq 2$ .

c. La suite  $(u_n)$  est définie par  $f(u_n) = u_{n+1}$  où  $f$  est une fonction polynôme donc continue.

La suite  $(u_n)$  est convergente vers  $\ell$  donc la limite  $\ell$  vérifie  $f(\ell) = \ell$ .

$$f(\ell) = \ell \iff f(\ell) - \ell = 0 \iff \frac{3}{4}(\ell - 2)^2 = 0 \iff \ell = 2.$$

La suite  $(u_n)$  converge donc vers 2.

5. Étude du cas :  $u_0 = 3$ . On admet que dans ce cas la suite  $(u_n)$  tend vers  $+\infty$ .

On complète la fonction « seuil » suivante écrite en Python, afin qu'elle renvoie la plus petite valeur de  $n$  telle que  $u_n$  soit supérieur ou égal à 100.

```
def seuil() :
    u = 3
    n = 0
    while u < 100
        u = 3*u*u/4 - 2*u + 3
        n = n + 1
    return n
```

6. Étude du cas :  $u_0 > 2$ .

Pour tout réel  $x$ , on a :  $x \leq f(x)$  donc, pour tout  $n$ ,  $u_n \leq f(u_n)$  soit  $u_n \leq u_{n+1}$ ; la suite  $(u_n)$  est donc croissante.

On en déduit que pour tout  $n$ , on a :  $u_n \geq u_0$ .

Si la suite  $(u_n)$  converge vers un réel  $\ell$ , on aura donc :  $\ell \geq u_0$ .

On a vu que la seule limite possible de la suite  $(u_n)$  était  $\ell = 2$ ; donc on ne peut pas avoir  $\ell \geq u_0$  car  $u_0 > 2$ .

Pour  $u_0 > 2$ , la suite  $(u_n)$  n'est donc pas convergente.

EXERCICE 4 5 points

Thème : géométrie dans l'espace

L'espace est muni d'un repère orthonormé  $(O; \vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$  dans lequel on considère :

- les points  $A(6; -6; 6)$ ,  $B(-6; 0; 6)$  et  $C(-2; -2; 11)$ .
- la droite  $(d)$  orthogonale aux deux droites sécantes  $(AB)$  et  $(BC)$  et passant par le point  $A$ ;
- la droite  $(d')$  de représentation paramétrique :

$$\begin{cases} x = -6 - 8t \\ y = 4t \\ z = 6 + 5t \end{cases} \text{ avec } t \in \mathbb{R}.$$

Question 1

Parmi les vecteurs suivants, lequel est un vecteur directeur de la droite  $(d)$ ?

- a.  $\vec{u}_1 \begin{pmatrix} -6 \\ 3 \\ 0 \end{pmatrix}$       b.  $\vec{u}_2 \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \\ 6 \end{pmatrix}$       c.  $\vec{u}_3 \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \\ 0,2 \end{pmatrix}$       d.  $\vec{u}_4 \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \\ 0 \end{pmatrix}$

Il faut déterminer quel vecteur est orthogonal à la fois à  $\vec{AB}$  et à  $\vec{BC}$ .

$$\vec{AB} \begin{pmatrix} -12 \\ 6 \\ 0 \end{pmatrix} \text{ et } \vec{BC} \begin{pmatrix} 4 \\ -2 \\ 5 \end{pmatrix}$$

$$\vec{u}_2 \cdot \vec{AB} = 1 \times (-12) + 2 \times 6 + 0 \times 0 = 0 \text{ donc } \vec{u}_2 \perp \vec{AB}$$

$$\vec{u}_2 \cdot \vec{BC} = 1 \times 4 + 2 \times (-2) + 0 \times 5 = 0 \text{ donc } \vec{u}_2 \perp \vec{BC}$$

Réponse b.

Question 2

Parmi les équations suivantes, laquelle est une représentation paramétrique de la droite  $(AB)$ ?

- a.  $\begin{cases} x = 2t + 6 \\ y = -6 \\ z = t + 6 \end{cases} \text{ avec } t \in \mathbb{R}$       b.  $\begin{cases} x = 2t - 6 \\ y = -6 \\ z = -t - 6 \end{cases} \text{ avec } t \in \mathbb{R}$
- c.  $\begin{cases} x = 2t + 6 \\ y = -t - 6 \\ z = 6 \end{cases} \text{ avec } t \in \mathbb{R}$       d.  $\begin{cases} x = 2t + 6 \\ y = t - 6 \\ z = 6 \end{cases} \text{ avec } t \in \mathbb{R}$

La droite  $(AB)$  a pour vecteur directeur  $\vec{AB}$  et parmi les quatre propositions, le seul vecteur colinéaire à  $\vec{AB}$  est celui de coordonnées  $(2; -1; 0)$  correspondant à la réponse c.

Réponse c.

**Question 3**

Un vecteur directeur de la droite  $(d')$  est :

- a.  $\vec{v}_1 \begin{pmatrix} -6 \\ 0 \\ 6 \end{pmatrix}$       b.  $\vec{v}_2 \begin{pmatrix} -14 \\ 4 \\ 11 \end{pmatrix}$       c.  $\vec{v}_3 \begin{pmatrix} 8 \\ -4 \\ -5 \end{pmatrix}$       d.  $\vec{v}_4 \begin{pmatrix} 8 \\ 4 \\ 5 \end{pmatrix}$

Un vecteur directeur de la droite  $(d')$  est  $\vec{v} \begin{pmatrix} -8 \\ 4 \\ 5 \end{pmatrix}$  qui est l'opposé du vecteur  $\vec{v}_3$ .

**Réponse c.**

**Question 4**

Lequel des quatre points suivants appartient à la droite  $(d')$  ?

- a.  $M_1(50 ; -28 ; -29)$       b.  $M_2(-14 ; -4 ; 1)$   
 c.  $M_3(2 ; -4 ; -1)$       d.  $M_4(-3 ; 0 ; 3)$

Il faut déterminer lequel des points M a des coordonnées qui vérifient le système

$$\begin{cases} x_M = -6 - 8t \\ y_M = 4t \\ z_M = 6 + 5t \end{cases}$$

Pour  $M_1$  on a :  $\begin{cases} 50 = -6 - 8t \\ -28 = 4t \\ -29 = 6 + 5t \end{cases}$  qui est vérifié pour  $t = -7$ .

**Réponse a.**

**Question 5**

Le plan d'équation  $x = 1$  a pour vecteur normal :

- a.  $\vec{n}_1 \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$       b.  $\vec{n}_2 \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix}$       c.  $\vec{n}_3 \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix}$       d.  $\vec{n}_4 \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix}$

Le plan d'équation  $ax + by + cz + d = 0$  a pour vecteur normal  $\vec{n} \begin{pmatrix} a \\ b \\ c \end{pmatrix}$  donc le plan

d'équation  $x = 1$  a pour vecteur normal le vecteur de coordonnées  $\begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$ .

**Réponse a.**