

✎ Corrigé du baccalauréat S Liban 27 mai 2015 ✎

A. P. M. E. P.

EXERCICE 1

5 points

1. a. De $I(\frac{1}{2}; 0; 0)$, $J(0; \frac{1}{2}; 1)$ et $K(1; \frac{1}{2}; 0)$, on déduit :

$$\vec{IJ}(-\frac{1}{2}; \frac{1}{2}; 1) \text{ et } \vec{JK}(1; 0; -1).$$

D'autre part $\vec{FD}(-1; 1; -1)$ et :

$$\vec{FD} \cdot \vec{IJ} = \frac{1}{2} + \frac{1}{2} - 1 = 0 \text{ et } \vec{FD} \cdot \vec{JK} = -1 + 1 = 0.$$

Le vecteur \vec{FD} orthogonal à deux vecteurs non colinéaires du plan (IJK) est normal à ce plan.

- b. D'après la question précédente : $M(x; y; z) \in (\text{IJK}) \iff -x + y - z + d = 0$.

$$\text{En particulier } I \in (\text{IJK}) \iff -\frac{1}{2} + d = 0 \iff d = \frac{1}{2}.$$

$$\text{Donc } M(x; y; z) \in (\text{IJK}) \iff -x + y - z + \frac{1}{2} = 0 \iff x - y + z - \frac{1}{2} = 0.$$

2. On a $M(x; y; z) \in (\text{FD}) \iff$ il existe $t \in \mathbb{R}$, tel que $\vec{FM} = t\vec{FD} \iff \begin{cases} x-1 = -t \\ y-0 = t \\ z-1 = -t \end{cases} \iff$

$$\begin{cases} x = 1-t \\ y = t \\ z = 1-t \end{cases}.$$

3. $M(x; y; z)$ appartient à (FK) et à (IJK) si ses coordonnées vérifient l'équation de la droite et celle du plan soit :

$$\begin{cases} x = 1-t \\ y = t \\ z = 1-t \\ x - y + z - \frac{1}{2} = 0 \end{cases} \Rightarrow 1-t-t+1-t-\frac{1}{2}=0 \iff -3t+\frac{3}{2}=0 \iff t=\frac{1}{2}.$$

D'où les coordonnées de $M(\frac{1}{2}; \frac{1}{2}; \frac{1}{2})$.

4. $IJ^2 = (-\frac{1}{2})^2 + (\frac{1}{2})^2 + 1^2 = \frac{6}{4}$; de même $IK^2 = (\frac{1}{2})^2 + (\frac{1}{2})^2 + 0^2 = \frac{2}{4}$ et $JK^2 = 1^2 + 0^2 + 1^2 = 2$.
Or $\frac{6}{4} + \frac{2}{4} = 2 \iff IJ^2 + IK^2 = JK^2$ égalité qui montre d'après la réciproque du théorème de Pythagore que le triangle IJK est rectangle en I.

L'aire du triangle (IJK) est donc égale à :

$$\mathcal{A}(\text{IJK}) = \frac{1}{2} \times IJ \times IK = \frac{1}{2} \times \frac{\sqrt{6}}{2} \times \frac{\sqrt{2}}{2} = \frac{\sqrt{12}}{8} = \frac{\sqrt{3}}{4}.$$

5. $\mathcal{V}(\text{FIJK}) = \frac{1}{3} \times \mathcal{A}(\text{IJK}) \times FM$.

$$FM^2 = (-\frac{1}{2})^2 + (\frac{1}{2})^2 + (-\frac{1}{2})^2 = \frac{3}{4} \Rightarrow FM = \frac{\sqrt{3}}{2}.$$

$$\text{Donc } \mathcal{V}(\text{FIJK}) = \frac{1}{3} \times \frac{\sqrt{3}}{4} \times \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{1}{8}.$$

6. Vérifions si $L(1; 1; \frac{1}{2})$ appartient au plan IJK :

$1 - 1 + \frac{1}{2} - \frac{1}{2} = 0$ est vraie, donc les quatre points I, J, K et L sont coplanaires.

Vérifions si (IJ) est parallèle à (KL) :

$\vec{IJ}(-\frac{1}{2}; \frac{1}{2}; 1)$ et $\vec{KL}(0; \frac{1}{2}; \frac{1}{2})$: ces deux vecteurs ne sont pas colinéaires donc les droites coplanaires (IJ) et (KL) sont sécantes.

EXERCICE 2

6 points

1. Sur $[0; 1]$, $1 \leq 1+x \leq 2$, donc une primitive sur cet intervalle de

$$x \mapsto \frac{1}{1+x} \text{ est } x \mapsto \ln(1+x). \text{ D'où :}$$

$$u_0 = \int_0^1 \frac{1}{1+x} dx = [\ln(1+x)]_0^1 = \ln 2.$$

2. a. Par linéarité de l'intégrale :

$$u_{n+1} + u_n = \int_0^1 \frac{x^{n+1}}{1+x} dx + \int_0^1 \frac{x^n}{1+x} dx = \int_0^1 \frac{x^{n+1} + x^n}{1+x} dx = \int_0^1 \frac{x^n(x+1)}{1+x} dx = \int_0^1 x^n dx = \left[\frac{x^{n+1}}{n+1} \right]_0^1 = \frac{1}{n+1}.$$

b. La relation précédente donne pour $n = 0$,

$$u_1 + u_0 = 1 \iff u_1 = 1 - u_0 = 1 - \ln 2.$$

3. a. • Il faut initialiser la suite à $u_0 = \ln 2$.

• La relation $u_{n+1} + u_n = \frac{1}{n+1}$ s'écrit au rang précédent, soit pour $n \geq 1$, $u_n + u_{n-1} = \frac{1}{n}$, soit $u_n = -u_{n-1} + \frac{1}{n}$.

Pour passer d'un terme à l'autre il faut donc prendre l'opposé du terme précédent et ajouter $\frac{1}{n}$. D'où l'algorithme :

Variables :	i et n sont des entiers naturels ($n \geq 1$) u est un réel
Entrée :	Saisir n
Initialisation :	Affecter à u la valeur $\ln 2$
Traitement :	Pour i variant de 1 à n Affecter à u la valeur $-u + \frac{1}{i}$
	FindePour
Sortie :	Afficher u

b. Conjecture : il semble que la suite (u_n) soit décroissante vers zéro.

4. a. Pour tout naturel n , $u_{n+1} - u_n = \int_0^1 \frac{x^{n+1}}{1+x} dx - \int_0^1 \frac{x^n}{1+x} dx =$

$$\int_0^1 \frac{x^{n+1} - x^n}{1+x} dx = \int_0^1 \frac{x^n(x-1)}{1+x} dx.$$

Or on a vu que sur $[0; 1]$, $1+x > 0$, $x^n \geq 0$ et $0 \leq x \leq 1 \iff$

$$-1 \leq x-1 \leq 0, \text{ donc finalement } \frac{x^n(x-1)}{1+x} \leq 0.$$

Conclusion : l'intégrale de cette fonction négative sur $[0; 1]$ est négative.

Or $u_{n+1} - u_n < 0$ quel que soit n montre que la suite (u_n) est décroissante.

b. u_n intégrale d'une fonction positive sur $[0; 1]$ est quel que soit le naturel n , un nombre positif ou nul.

La suite (u_n) décroissante et étant minorée par zéro converge vers une limite ℓ , avec $\ell \geq 0$.

5. Pour tout naturel n , $u_{n+1} + u_n = \frac{1}{n+1} \Rightarrow 0 \leq u_n \leq \frac{1}{n+1}$, puisque $u_{n+1} \geq 0$.
 Or $\lim_{n \rightarrow +\infty} \frac{1}{n+1} = 0$. Conclusion $\lim_{n \rightarrow +\infty} u_n = \ell = 0$.

EXERCICE 3

3 points

1. $m = e$.

Une équation de la tangente à \mathcal{C} au point d'abscisse 1 est :

$$y - e^1 = e^1(x - 1) \iff y = ex.$$

2. Il semble d'après la question précédente que :

- si $m = e$, la droite est tangente à la courbe : il y a un point commun;
- si $m < e$, la droite et la courbe n'ont pas de point commun;
- si $m > e$, la droite et la courbe ont au moins un point commun.

3. Les points communs à \mathcal{C} et à \mathcal{D}_m ont une abscisse qui vérifie :

$$e^x = mx \iff e^x - mx = 0.$$

Soit g la fonction définie sur \mathbb{R} par $g(x) = e^x - mx$; elle est dérivable sur \mathbb{R} et sur cet intervalle :

$$g'(x) = e^x - m.$$

Or $e^x - m > 0 \iff e^x > m \Rightarrow x > \ln m$; de même

$e^x - m < 0 \iff e^x < m \Rightarrow x < \ln m$ et $e^x - m = 0 \iff e^x = m \Rightarrow x = \ln m$ (ce nombre existe puisque $m > 0$).

La fonction g est donc décroissante sur $] -\infty ; \ln m[$ et croissante sur $] \ln m ; +\infty[$. Elle a donc un minimum $g(\ln m) = e^{\ln m} - m \ln m =$

$$m - m \ln m = m(1 - \ln m).$$

De plus :

- $\lim_{x \rightarrow -\infty} e^x = 0$, donc $\lim_{x \rightarrow -\infty} g(x) = +\infty$;
- En écrivant $g(x) = x \left(\frac{e^x}{x} - m \right)$, on sait que $\lim_{x \rightarrow -\infty} \frac{e^x}{x} = +\infty$, donc par produit de limites $\lim_{x \rightarrow -\infty} g(x) = +\infty$.

D'où le tableau de variations suivant :

x	$-\infty$	$\ln m$	$+\infty$
$g(x)$	$+\infty$	$m(1 - \ln m)$	$+\infty$

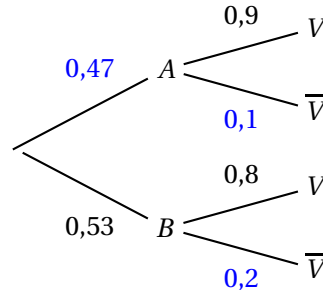
- Si $0 < m < e$, alors $\ln m < 1 \iff 1 - \ln m > 0$ et $m(1 - \ln m) > 0$: le minimum de la fonction est supérieur à zéro donc la fonction ne s'annule pas; la droite et la courbe n'ont pas de point commun.
- Si $m = e$ on a vu que la droite est tangente à la courbe.
- Si $m > e$ alors $\ln m > 1 \iff 1 - \ln m < 0$ et $m(1 - \ln m) < 0$: la fonction g s'annule deux fois d'après le théorème des valeurs intermédiaires, donc la droite et la courbe ont deux points communs.

EXERCICE 4

5 points

Candidats n'ayant pas suivi l'enseignement de spécialité

1. Arbre de probabilités :



En bleu les données de l'énoncé, les autres valeurs étant obtenues par complément à 1.

2. a. D'après la formule des probabilités totales :

$$p(V) = p(A \cap V) + p(B \cap V) = p(A) \times p_A(V) + p(B) \times p_B(V) = 0,47 \times 0,9 + 0,53 \times 0,8 = 0,423 + 0,424 = 0,847.$$

b. $p_V(A) = \frac{p(A \cap V)}{p(V)} = \frac{0,423}{0,847} \approx 0,4994$ à 10^{-4} près.

3. Soit E l'évènement « laperont vote effectivement pour le candidat A ».

$E = (A \cap V) \cup (B \cap \bar{V})$ (évènements disjoints), donc :

$$p(E) = p(A \cap V) + p(B \cap \bar{V}) = 0,47 \times 0,9 + 0,53 \times 0,2 = 0,423 + 0,106 = 0,529.$$

4. La fréquence observée est $f = 0,529$ pour un sondage réalisé auprès d'un échantillon de $n = 1200$ personnes.

On vérifie que les conditions d'application de l'intervalle de confiance sont remplies :

$$n = 1200 > 30; \quad n f = 1200 \times 0,529 = 634,8 > \geq 5; \quad n(1 - f) = 1200 \times 0,471 = 565,2 > \geq 5.$$

L'intervalle de confiance au seuil de 95 % est alors :

$$I_c = \left[f - \frac{1}{\sqrt{n}}; f + \frac{1}{\sqrt{n}} \right] = \left[0,529 - \frac{1}{\sqrt{1200}}; 0,529 + \frac{1}{\sqrt{1200}} \right]$$

$$I_c \approx [0,5001; 0,5579]$$

à 10^{-4} près. Ceci correspond à une fourchette [50,01 % ; 55,79 %]. Dans 95 % des cas le candidat A sera élu. Il peut légitimement croire en sa victoire.

5. Lors du sondage téléphonique il y a eu 10 contacts par demi-heure, soit 20 contacts par heure.

La probabilité que la personne appelée accepte de répondre est $p = 0,4$.

Soit n le nombre de personnes contactées par téléphone; soit elle accepte de répondre avec une probabilité de 0,4, soit elle ne l'accepte pas.

On suppose que chaque personne répond indépendamment des autres.

Il s'agit d'un schéma de Bernoulli dont les paramètres sont $\mathcal{B}(n; 0,4)$.

Obtenir un échantillon de 1 200 personnes qui acceptent de répondre, c'est considérer que l'espérance mathématique est $E(X) = 1200$. On cherche alors n tel que :

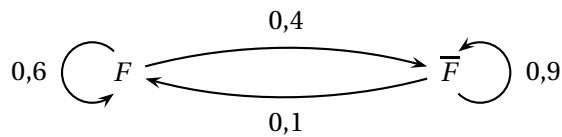
$$E(X) = n \times 0,4 = 1200, \text{ soit } n = 3000.$$

Avec 3 000 personnes contactées, on peut espérer que 1 200 acceptent de répondre.

Le temps moyen nécessaire est donc de $t = \frac{3000}{20} = 150$ heures.

EXERCICE 4**5 points****Candidats ayant suivi l'enseignement de spécialité**

- On a $q_1 = 0,6$ et donc $p_1 = 1 - 0,6 = 0,4$.
- On a le graphe probabiliste suivant :



Le jour $n + 1$, on a donc :

pour tout naturel n , $p_{n+1} = 0,9p_n + 0,4q_n$ et par conséquent :

$$q_{n+1} = 1 - p_{n+1} = 1 - (0,9p_n + 0,4q_n) = 0,1p_n + 0,6q_n.$$

Il faut donc écrire dans le tableur :

en B3 : $=0,9*B2+0,4*C2$;

en C3 : $=0,1*B2+0,6*C2$ ou $=1-B3$.

- a. On vérifie que :

$$A + 0,5B = \begin{pmatrix} 0,8 & 0,8 \\ 0,2 & 0,2 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 0,8 & 0,1 \\ -0,4 & -0,1 & 0,4 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0,9 & 0,4 \\ 0,1 & 0,6 \end{pmatrix} = M.$$

- $A^2 = A \times A = \begin{pmatrix} 0,8 & 0,8 \\ 0,2 & 0,2 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} 0,8 & 0,8 \\ 0,2 & 0,2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0,64+0,16 & 0,64+0,16 \\ 0,16+0,04 & 0,16+0,04 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0,8 & 0,8 \\ 0,2 & 0,2 \end{pmatrix} = A.$

$$A \times B = \begin{pmatrix} 0,8 & 0,8 \\ 0,2 & 0,2 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} 0,2 & -0,8 \\ -0,2 & 0,8 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0,16-0,16 & -0,64+0,64 \\ 0,04-0,04 & -0,16+0,16 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{pmatrix}.$$

$$\text{De même } B \times A = \begin{pmatrix} 0,2 & -0,8 \\ -0,2 & 0,8 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} 0,8 & 0,8 \\ 0,2 & 0,2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0,16-0,16 & 0,16-0,16 \\ -0,16+0,16 & -0,16+0,16 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{pmatrix}.$$

- On a pour tout naturel n , $A^n = A$ et $B^n = B$.

Soit \mathcal{P}_n la propriété : $M^n = A + 0,5^n B$.

Démontrons cette propriété par récurrence.

Initialisation

On a vu que pour $n = 1$, $M = A + 0,5B$.

La propriété est vraie au rang 1.

Hérédité

Supposons que pour $n \in \mathbb{N}$ tel que $p \geq 1$, on ait

$$M^n = A + 0,5^n B.$$

$$\text{On a donc } M^{n+1} = M \times M^n = (A + 0,5B) \times (A + 0,5^n B) =$$

$$A^2 + 0,5^n AB + 0,5BA + 0,5^{n+1} B^2 = A + 0,5^{n+1} B \text{ puisque d'après la question pré-}$$

$$\text{cédente : } A^2 = A, B^2 = B \text{ et } AB = BA = \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{pmatrix}.$$

$$M^{n+1} = A + 0,5^{n+1} B \text{ montre que la relation est vraie au rang } n + 1.$$

Conclusion :

$$\text{On a démontré que } M^1 = A + 0,5^1 B \text{ et que pour } n \geq 1,$$

$M^n = A + 0,5^n B$ entraîne $M^{n+1} = A + 0,5^{n+1} B$, donc d'après le principe de récurrence pour tout naturel n supérieur ou égal à 1 :

$$M^n = A + 0,5^n B.$$

d. On sait que :

$$X_{n+1} = M \times X_n \text{ et } X_n = M^n \times X_0, \text{ avec } X_n = \begin{pmatrix} p_n \\ q_n \end{pmatrix}.$$

On vient de montrer que pour tout naturel n supérieur ou égal à 1 :

$$M^n = A + 0,5^n B = \begin{pmatrix} 0,8 & 0,8 \\ 0,2 & 0,2 \end{pmatrix} + 0,5^n \begin{pmatrix} 0,2 & -0,8 \\ -0,2 & 0,8 \end{pmatrix} =$$

$$\begin{pmatrix} 0,8 + 0,2 \times 0,5^n & 0,8 - 0,8 \times 0,5^n \\ 0,2 - 0,2 \times 0,5^n & 0,2 + 0,8 \times 0,5^n \end{pmatrix}.$$

$$\text{D'où } X_n = M^n \times X_0 \iff \begin{pmatrix} p_n \\ q_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0,8 & 0,8 \\ 0,2 & 0,2 \end{pmatrix} + 0,5^n \begin{pmatrix} 0,2 & -0,8 \\ -0,2 & 0,8 \end{pmatrix} =$$

$$\begin{pmatrix} 0,8 + 0,2 \times 0,5^n & 0,8 - 0,8 \times 0,5^n \\ 0,2 - 0,2 \times 0,5^n & 0,2 + 0,8 \times 0,5^n \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} p_0 \\ q_0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0,8 & 0,8 \\ 0,2 & 0,2 \end{pmatrix} + 0,5^n \begin{pmatrix} 0,2 & -0,8 \\ -0,2 & 0,8 \end{pmatrix} =$$

$$\begin{pmatrix} 0,8 + 0,2 \times 0,5^n & 0,8 - 0,8 \times 0,5^n \\ 0,2 - 0,2 \times 0,5^n & 0,2 + 0,8 \times 0,5^n \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0,8 - 0,8 \times 0,5^n \\ 0,2 + 0,8 \times 0,5^n \end{pmatrix}.$$

$$\text{On a donc pour tout naturel } n, p_n = 0,8 - 0,8 \times 0,5^n.$$

e. Comme $-1 < 0,5 < 1$, on sait que $\lim_{n \rightarrow +\infty} 0,5^n = 0$, donc $\lim_{n \rightarrow +\infty} p_n = 0,8$.

À long terme, on ne peut pas affirmer avec certitude que le fumeur arrêtera de fumer.