

# BACCALAURÉAT GÉNÉRAL

SESSION 2013

## MATHÉMATIQUES

Série S

Durée de l'épreuve : 4 heures

Coefficient : 9

**ENSEIGNEMENT DE SPÉCIALITÉ**

Les calculatrices électroniques de poche sont autorisées,  
conformément à la réglementation en vigueur.

Le sujet est composé de 4 exercices indépendants. Le candidat doit traiter tous les exercices.  
Dans chaque exercice, le candidat peut admettre un résultat précédemment donné dans le texte pour aborder les questions suivantes, à condition de l'indiquer clairement sur la copie.  
Le candidat est invité à faire figurer sur la copie toute trace de recherche, même incomplète ou non fructueuse, qu'il aura développée.  
Il est rappelé que la qualité de la rédaction, la clarté et la précision des raisonnements seront prises en compte dans l'appréciation des copies.

Avant de composer, le candidat s'assurera que le sujet comporte bien 6 pages  
numérotées de 1/6 à 6/6.

## EXERCICE 1 (4 points)

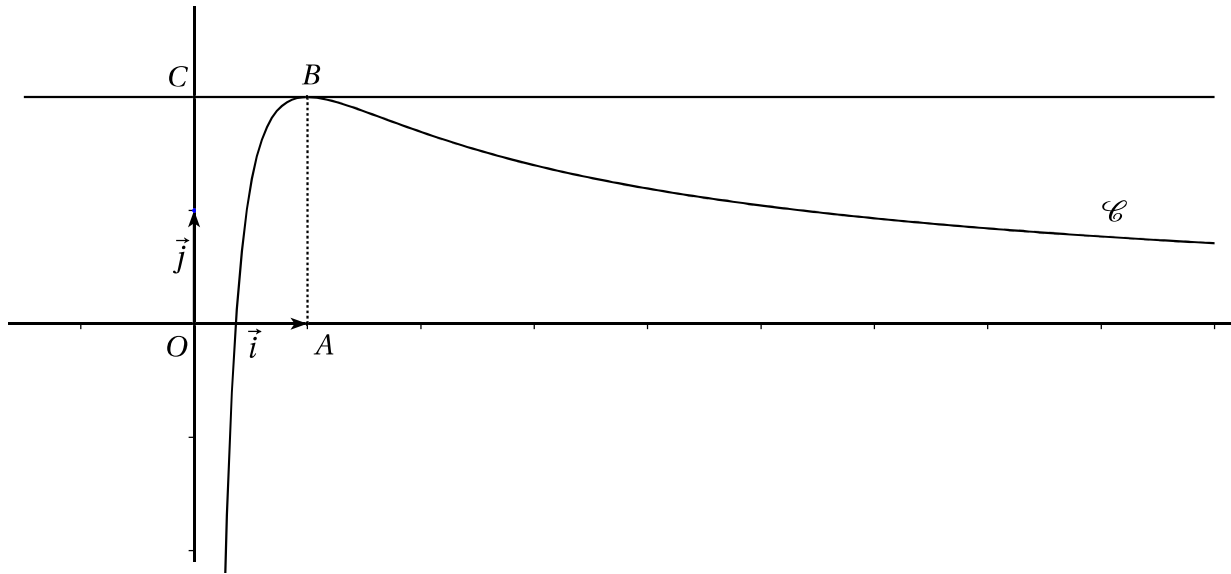
### *Commun à tous les candidats*

Une jardinerie vend de jeunes plants d'arbres qui proviennent de trois horticulteurs : 35% des plants proviennent de l'horticulteur  $H_1$ , 25% de l'horticulteur  $H_2$  et le reste de l'horticulteur  $H_3$ . Chaque horticulteur livre deux catégories d'arbres : des conifères et des arbres à feuilles. La livraison de l'horticulteur  $H_1$  comporte 80% de conifères alors que celle de l'horticulteur  $H_2$  n'en comporte que 50% et celle de l'horticulteur  $H_3$  seulement 30%.

1. Le gérant de la jardinerie choisit un arbre au hasard dans son stock.  
On envisage les évènements suivants :
  - $H_1$  : « l'arbre choisi a été acheté chez l'horticulteur  $H_1$  »,
  - $H_2$  : « l'arbre choisi a été acheté chez l'horticulteur  $H_2$  »,
  - $H_3$  : « l'arbre choisi a été acheté chez l'horticulteur  $H_3$  »,
  - $C$  : « l'arbre choisi est un conifère »,
  - $F$  : « l'arbre choisi est un arbre feuillu ».
  - a. Construire un arbre pondéré traduisant la situation.
  - b. Calculer la probabilité que l'arbre choisi soit un conifère acheté chez l'horticulteur  $H_3$ .
  - c. Justifier que la probabilité de l'évènement  $C$  est égale à 0,525.
  - d. L'arbre choisi est un conifère.  
Quelle est la probabilité qu'il ait été acheté chez l'horticulteur  $H_1$  ? On arrondira à  $10^{-3}$ .
  
2. On choisit au hasard un échantillon de 10 arbres dans le stock de cette jardinerie. On suppose que ce stock est suffisamment important pour que ce choix puisse être assimilé à un tirage avec remise de 10 arbres dans le stock.  
On appelle  $X$  la variable aléatoire qui donne le nombre de conifères de l'échantillon choisi.
  - a. Justifier que  $X$  suit une loi binomiale dont on précisera les paramètres.
  - b. Quelle est la probabilité que l'échantillon prélevé comporte exactement 5 conifères ?  
On arrondira à  $10^{-3}$ .
  - c. Quelle est la probabilité que cet échantillon comporte au moins deux arbres feuillus ?  
On arrondira à  $10^{-3}$ .

**EXERCICE 2 (7 points)***Commun à tous les candidats*

Sur le graphique ci-dessous, on a tracé, dans le plan muni d'un repère orthonormé  $(O; \vec{i}, \vec{j})$ , la courbe représentative  $\mathcal{C}$  d'une fonction  $f$  définie et dérivable sur l'intervalle  $]0, +\infty[$ .



On dispose des informations suivantes :

- les points  $A, B, C$  ont pour coordonnées respectives  $(1, 0), (1, 2), (0, 2)$  ;
- la courbe  $\mathcal{C}$  passe par le point  $B$  et la droite  $(BC)$  est tangente à  $\mathcal{C}$  en  $B$  ;
- il existe deux réels positifs  $a$  et  $b$  tels que pour tout réel strictement positif  $x$ ,

$$f(x) = \frac{a + b \ln x}{x}.$$

1.
  - a. En utilisant le graphique, donner les valeurs de  $f(1)$  et  $f'(1)$ .
  - b. Vérifier que pour tout réel strictement positif  $x$ ,  $f'(x) = \frac{(b-a) - b \ln x}{x^2}$ .
  - c. En déduire les réels  $a$  et  $b$ .
  
2.
  - a. Justifier que pour tout réel  $x$  appartenant à l'intervalle  $]0, +\infty[$ ,  $f'(x)$  a le même signe que  $-\ln x$ .
  - b. Déterminer les limites de  $f$  en 0 et en  $+\infty$ . On pourra remarquer que pour tout réel  $x$  strictement positif,  $f(x) = \frac{2}{x} + 2 \frac{\ln x}{x}$ .
  - c. En déduire le tableau de variations de la fonction  $f$ .
  
3.
  - a. Démontrer que l'équation  $f(x) = 1$  admet une unique solution  $\alpha$  sur l'intervalle  $]0, 1[$ .
  - b. Par un raisonnement analogue, on démontre qu'il existe un unique réel  $\beta$  de l'intervalle  $]1, +\infty[$  tel que  $f(\beta) = 1$ .  
Déterminer l'entier  $n$  tel que  $n < \beta < n + 1$ .

4. On donne l'algorithme ci-dessous.

Variables :	$a, b$ et $m$ sont des nombres réels.								
Initialisation :	Affecter à $a$ la valeur 0. Affecter à $b$ la valeur 1.								
Traitement :	Tant que $b - a > 0,1$ <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <tr> <td style="padding: 0 5px;"> </td> <td>Affecter à <math>m</math> la valeur <math>\frac{1}{2}(a + b)</math>.</td> </tr> <tr> <td style="padding: 0 5px;"> </td> <td>Si <math>f(m) &lt; 1</math> alors Affecter à <math>a</math> la valeur <math>m</math>.</td> </tr> <tr> <td style="padding: 0 5px;"> </td> <td>Sinon Affecter à <math>b</math> la valeur <math>m</math>.</td> </tr> <tr> <td style="padding: 0 5px;"> </td> <td>Fin de Si.</td> </tr> </table> Fin de Tant que.		Affecter à $m$ la valeur $\frac{1}{2}(a + b)$ .		Si $f(m) < 1$ alors Affecter à $a$ la valeur $m$ .		Sinon Affecter à $b$ la valeur $m$ .		Fin de Si.
	Affecter à $m$ la valeur $\frac{1}{2}(a + b)$ .								
	Si $f(m) < 1$ alors Affecter à $a$ la valeur $m$ .								
	Sinon Affecter à $b$ la valeur $m$ .								
	Fin de Si.								
Sortie :	Afficher $a$ . Afficher $b$ .								

a. Faire tourner cet algorithme en complétant le tableau ci-dessous que l'on recopiera sur la copie.

	étape 1	étape 2	étape 3	étape 4	étape 5
$a$	0				
$b$	1				
$b - a$					
$m$					

b. Que représentent les valeurs affichées par cet algorithme ?

c. Modifier l'algorithme ci-dessus pour qu'il affiche les deux bornes d'un encadrement de  $\beta$  d'amplitude  $10^{-1}$ .

5. Le but de cette question est de démontrer que la courbe  $\mathcal{C}$  partage le rectangle  $OABC$  en deux domaines d'aires égales.

a. Justifier que cela revient à démontrer que  $\int_{\frac{1}{e}}^1 f(x) dx = 1$ .

b. En remarquant que l'expression de  $f(x)$  peut s'écrire  $\frac{2}{x} + 2 \times \frac{1}{x} \times \ln x$ , terminer la démonstration.

### EXERCICE 3 (4 points)

#### Commun à tous les candidats

Pour chacune des propositions suivantes, indiquer si elle est vraie ou fausse et justifier la réponse choisie.

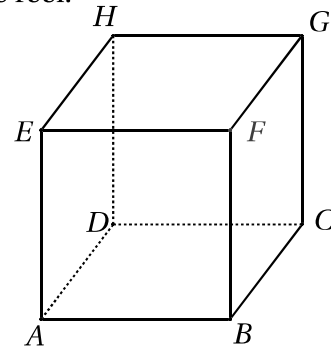
Il est attribué un point par réponse exacte correctement justifiée. Une réponse non justifiée n'est pas prise en compte. Une absence de réponse n'est pas pénalisée.

1. **Proposition 1 :** Dans le plan muni d'un repère orthonormé, l'ensemble des points  $M$  dont l'affixe  $z$  vérifie l'égalité  $|z - i| = |z + 1|$  est une droite.

2. **Proposition 2 :** Le nombre complexe  $(1 + i\sqrt{3})^4$  est un nombre réel.

3. Soit  $ABCDEFGH$  un cube.

**Proposition 3 :** Les droites  $(EC)$  et  $(BG)$  sont orthogonales.



4. L'espace est muni d'un repère orthonormé  $(O; \vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$ . Soit le plan  $\mathcal{P}$  d'équation cartésienne  $x + y + 3z + 4 = 0$ . On note  $S$  le point de coordonnées  $(1, -2, -2)$ .

**Proposition 4 :** La droite qui passe par  $S$  et qui est perpendiculaire au plan  $\mathcal{P}$  a pour représentation paramétrique 
$$\begin{cases} x = 2 + t \\ y = -1 + t \\ z = 1 + 3t \end{cases}, t \in \mathbf{R}.$$

## EXERCICE 4 (5 points)

### *Candidats ayant suivi l'enseignement de spécialité*

On étudie la population d'une région imaginaire. Le 1<sup>er</sup> janvier 2013, cette région comptait 250 000 habitants dont 70% résidaient à la campagne et 30% en ville.

L'examen des données statistiques recueillies au cours de plusieurs années amène à choisir de modéliser l'évolution de la population pour les années à venir de la façon suivante :

- l'effectif de la population est globalement constant,
- chaque année, 5% de ceux qui résident en ville décident d'aller s'installer à la campagne et 1% de ceux qui résident à la campagne choisissent d'aller habiter en ville.

Pour tout entier naturel  $n$ , on note  $v_n$  le nombre d'habitants de cette région qui résident en ville au 1<sup>er</sup> janvier de l'année  $(2013+n)$  et  $c_n$  le nombre de ceux qui habitent à la campagne à la même date.

1. Pour tout entier naturel  $n$ , exprimer  $v_{n+1}$  et  $c_{n+1}$  en fonction de  $v_n$  et  $c_n$ .

2. Soit la matrice  $A = \begin{pmatrix} 0,95 & 0,01 \\ 0,05 & 0,99 \end{pmatrix}$ .

On pose  $X = \begin{pmatrix} a \\ b \end{pmatrix}$  où  $a, b$  sont deux réels fixés et  $Y = AX$ .

Déterminer, en fonction de  $a$  et  $b$ , les réels  $c$  et  $d$  tels que  $Y = \begin{pmatrix} c \\ d \end{pmatrix}$ .

Les résultats précédents permettent d'écrire que pour tout entier naturel  $n$ ,  $X_{n+1} = AX_n$  où  $X_n = \begin{pmatrix} v_n \\ c_n \end{pmatrix}$ . On peut donc en déduire que pour tout entier naturel  $n$ ,  $X_n = A^n X_0$ .

3. Soient les matrices  $P = \begin{pmatrix} 1 & -1 \\ 5 & 1 \end{pmatrix}$  et  $Q = \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ -5 & 1 \end{pmatrix}$ .

a. Calculer  $PQ$  et  $QP$ . En déduire la matrice  $P^{-1}$  en fonction de  $Q$ .

b. Vérifier que la matrice  $P^{-1}AP$  est une matrice diagonale  $D$  que l'on précisera.

c. Démontrer que pour tout entier naturel  $n$  supérieur ou égal à 1,  $A^n = PD^nP^{-1}$ .

4. Les résultats des questions précédentes permettent d'établir que

$$v_n = \frac{1}{6}(1 + 5 \times 0,94^n)v_0 + \frac{1}{6}(1 - 0,94^n)c_0$$

Quelles informations peut-on en déduire pour la répartition de la population de cette région à long terme ?