

# BACCALAURÉAT GÉNÉRAL

SESSION 2016

## MATHÉMATIQUES

Série S

Candidats ayant suivi l'enseignement de spécialité

Durée de l'épreuve : 4 heures

Coefficient : 9

**SPÉCIALITÉ**  
Ce sujet comporte 7 pages numérotées de 1/7 à 7/7.

Les calculatrices électroniques de poche sont autorisées conformément à la circulaire n° 99-186 du 16 novembre 1999.

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 de la copie.

## EXERCICE 1 (6 points)

### Commun à tous les candidats

Une entreprise fabrique des billes en bois sphériques grâce à deux machines de production A et B. L'entreprise considère qu'une bille peut être vendue uniquement lorsque son diamètre est compris entre 0,9 cm et 1,1 cm.

Les parties 1, 2 et 3 sont indépendantes.

### Partie A

Une étude du fonctionnement des machines a permis d'établir les résultats suivants :

- 96 % de la production journalière est vendable.
- La machine A fournit 60 % de la production journalière.
- La proportion de billes vendables parmi la production de la machine A est 98 %.

On choisit une bille au hasard dans la production d'un jour donné. On définit les événements suivants :

A : « la bille a été fabriquée par la machine A » ;

B : « la bille a été fabriquée par la machine B » ;

V : « la bille est vendable ».

1. Déterminer la probabilité que la bille choisie soit vendable et provienne de la machine A.
2. Justifier que  $P(B \cap V) = 0,372$  et en déduire la probabilité que la bille choisie soit vendable sachant qu'elle provient de la machine B.
3. Un technicien affirme que 70 % des billes non vendables proviennent de la machine B. A-t-il raison ?

### Partie B

Dans cette partie, on s'intéresse au diamètre, exprimé en cm, des billes produites par les machines A et B.

1. Une étude statistique conduit à modéliser le diamètre d'une bille prélevée au hasard dans la production de la machine B par une variable aléatoire  $X$  qui suit une loi normale d'espérance  $\mu = 1$  et d'écart-type  $\sigma = 0,055$ .  
Vérifier que la probabilité qu'une bille produite par la machine B soit vendable est bien celle trouvée dans la partie A, au centième près.
2. De la même façon, le diamètre d'une bille prélevée au hasard dans la production de la machine A est modélisé à l'aide d'une variable aléatoire  $Y$  qui suit une loi normale d'espérance  $\mu = 1$  et d'écart-type  $\sigma'$ ,  $\sigma'$  étant un réel strictement positif.  
Sachant que  $P(0,9 \leq Y \leq 1,1) = 0,98$ , déterminer une valeur approchée au millième de  $\sigma'$ .

### Partie C

Les billes vendables passent ensuite dans une machine qui les teinte de manière aléatoire et équiprobable en blanc, noir, bleu, jaune ou rouge. Après avoir été mélangées, les billes sont conditionnées en sachets. La quantité produite est suffisamment importante pour que le remplissage d'un sachet puisse être assimilé à un tirage successif avec remise de billes dans la production journalière.

Une étude de consommation montre que les enfants sont particulièrement attirés par les billes de couleur noire.

1. Dans cette question seulement, les sachets sont tous composés de 40 billes.
  - a) On choisit au hasard un sachet de billes. Déterminer la probabilité que le sachet choisi contienne exactement 10 billes noires. On arrondira le résultat à  $10^{-3}$ .
  - b) Dans un sachet de 40 billes, on a compté 12 billes noires. Ce constat permet-t-il de remettre en cause le réglage de la machine qui teinte les billes ?
2. Si l'entreprise souhaite que la probabilité d'obtenir au moins une bille noire dans un sachet soit supérieure ou égale à 99 %, quel nombre minimal de billes chaque sachet doit-il contenir pour atteindre cet objectif ?

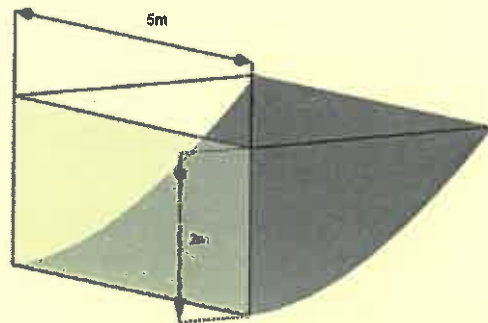
## EXERCICE 2 (6 points)

### Commun à tous les candidats

Un particulier veut faire fabriquer un récupérateur d'eau.

Ce récupérateur d'eau est une cuve qui doit respecter le cahier des charges suivant :

- elle doit être située à deux mètres de sa maison ;
- la profondeur maximale doit être de deux mètres ;
- elle doit mesurer cinq mètres de long ;
- elle doit épouser la pente naturelle du terrain.



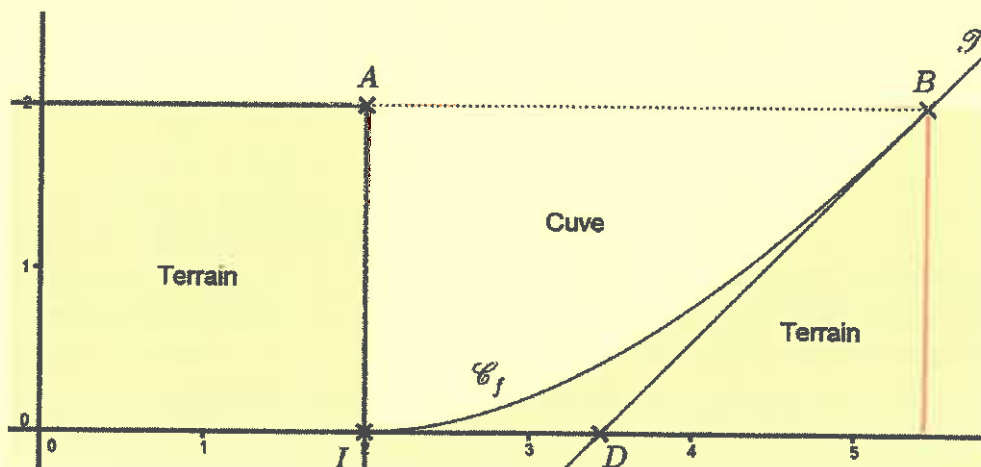
Cette cuve est schématisée ci-contre.

La partie incurvée est modélisée par la courbe  $\mathcal{C}_f$  de la fonction  $f$  sur l'intervalle  $[2; 2e]$  définie par :

$$f(x) = x \ln\left(\frac{x}{2}\right) - x + 2.$$

La courbe  $\mathcal{C}_f$  est représentée ci-dessous dans un repère orthonormé d'unité 1 m et constitue une vue de profil de la cuve.

On considère les points  $A(2; 2)$ ,  $I(2; 0)$  et  $B(2e; 2)$ .



### Partie A

L'objectif de cette partie est d'évaluer le volume de la cuve.

1. Justifier que les points  $B$  et  $I$  appartiennent à la courbe  $\mathcal{C}_f$  et que l'axe des abscisses est tangent à la courbe  $\mathcal{C}_f$  au point  $I$ .
2. On note  $\mathcal{T}$  la tangente à la courbe  $\mathcal{C}_f$  au point  $B$ , et  $D$  le point d'intersection de la droite  $\mathcal{T}$  avec l'axe des abscisses.
  - a) Déterminer une équation de la droite  $\mathcal{T}$  et en déduire les coordonnées de  $D$ .
  - b) On appelle  $S$  l'aire du domaine délimité par la courbe  $\mathcal{C}_f$ , les droites d'équations  $y = 2$ ,  $x = 2$  et  $x = 2e$ .  $S$  peut être encadrée par l'aire du triangle  $ABI$  et celle du trapèze  $AIDB$ .

Quel encadrement du volume de la cuve peut-on en déduire ?

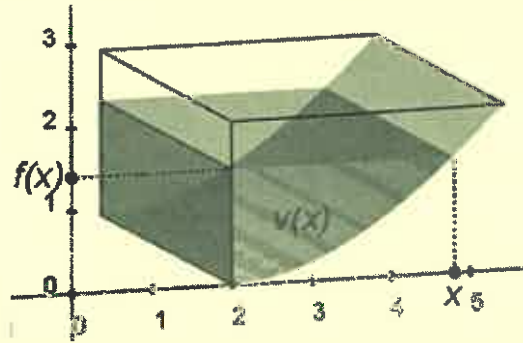
3. a) Montrer que, sur l'intervalle  $[2; 2e]$ , la fonction  $G$  définie par  $G(x) = \frac{x^2}{2} \ln\left(\frac{x}{2}\right) - \frac{x^2}{4}$  est une primitive de la fonction  $g$  définie par  $g(x) = x \ln\left(\frac{x}{2}\right)$ .
- b) En déduire une primitive  $F$  de la fonction  $f$  sur l'intervalle  $[2; 2e]$ .
- c) Déterminer la valeur exacte de l'aire  $S$  et en déduire une valeur approchée du volume  $V$  de la cuve au  $m^3$  près.

**Partie B**

Pour tout réel  $x$  compris entre 2 et  $2e$ , on note  $v(x)$  le volume d'eau, exprimé en  $m^3$ , se trouvant dans la cuve lorsque la hauteur d'eau dans la cuve est égale à  $f(x)$ .

On admet que, pour tout réel  $x$  de l'intervalle  $[2; 2e]$ ,

$$v(x) = 5 \left( \frac{x^2}{2} \ln\left(\frac{x}{2}\right) - 2x \ln\left(\frac{x}{2}\right) - \frac{x^2}{4} + 2x - 3 \right).$$



1. Quel volume d'eau, au  $m^3$  près, y a-t-il dans la cuve lorsque la hauteur d'eau dans la cuve est de un mètre ?
2. On rappelle que  $V$  est le volume total de la cuve,  $f$  est la fonction définie en début d'exercice et  $v$  la fonction définie dans la partie B.

On considère l'algorithme ci-contre. Interpréter le résultat que cet algorithme permet d'afficher.

**Variables :**  $a$  est un réel  
 $b$  est un réel

**Traitement :**  $a$  prend la valeur 2  
 $b$  prend la valeur  $2e$   
 Tant que  $v(b) - v(a) > 10^{-3}$  faire :  
 |  $c$  prend la valeur  $(a + b)/2$   
 | Si  $v(c) < V/2$ , alors :  
 | |  $a$  prend la valeur  $c$   
 | Sinon  
 | |  $b$  prend la valeur  $c$   
 | Fin Si  
 Fin Tant que

**Sortie :** Afficher  $f(c)$

### EXERCICE 3 (3 points)

#### Commun à tous les candidats

Le plan complexe est rapporté à un repère orthonormé direct  $(O; \vec{u}, \vec{v})$ .

On considère le point  $A$  d'affixe 4, le point  $B$  d'affixe  $4i$  et les points  $C$  et  $D$  tels que  $ABCD$  est un carré de centre  $O$ .

Pour tout entier naturel non nul  $n$ , on appelle  $M_n$  le point d'affixe  $z_n = (1 + i)^n$ .

1. Écrire le nombre  $1 + i$  sous forme exponentielle.
2. Montrer qu'il existe un entier naturel  $n_0$ , que l'on précisera, tel que, pour tout entier  $n \geq n_0$ , le point  $M_n$  est à l'extérieur du carré  $ABCD$ .

#### EXERCICE 4 (5 points)

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

On dispose de deux urnes U et V contenant chacune deux boules. Au départ, l'urne U contient deux boules blanches et l'urne V contient deux boules noires.

On effectue des tirages successifs dans ces urnes de la façon suivante : chaque tirage consiste à prendre au hasard, de manière simultanée, une boule dans chaque urne et à la mettre dans l'autre urne.

Pour tout entier naturel  $n$  non nul, on note  $X_n$  la variable aléatoire égale au nombre de boules blanches que contient l'urne U à la fin du  $n$ -ième tirage.

1. a) Traduire par une phrase la probabilité  $P_{\{X_n=0\}}(X_{n+1} = 1)$  puis déterminer les probabilités conditionnelles suivantes :

$$P_{\{X_n=0\}}(X_{n+1} = 1), P_{\{X_n=1\}}(X_{n+1} = 1) \quad \text{et} \quad P_{\{X_n=2\}}(X_{n+1} = 1).$$

- b) Exprimer  $P(X_{n+1} = 1)$  en fonction de  $P(X_n = 0)$ ,  $P(X_n = 1)$  et  $P(X_n = 2)$ .

2. Pour tout entier naturel  $n$  non nul, on note  $R_n$  la matrice ligne définie par :

$$R_n = (P(X_n = 0) \quad P(X_n = 1) \quad P(X_n = 2))$$

et on considère  $M$  la matrice  $\begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 \\ \frac{1}{4} & \frac{1}{2} & \frac{1}{4} \\ 0 & 1 & 0 \end{pmatrix}$ .

On note  $R_0$  la matrice ligne  $(0 \quad 0 \quad 1)$ .

On admettra par la suite que, pour tout entier naturel  $n$ ,  $R_{n+1} = R_n \times M$ .

Déterminer  $R_1$  et justifier que, pour tout entier naturel  $n$ ,  $R_n = R_0 \times M^n$ .

3. On admet que  $M = P \times D \times P^{-1}$  avec :

$$P = \frac{1}{6} \begin{pmatrix} 2 & 3 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \\ 2 & -3 & 1 \end{pmatrix}, D = \begin{pmatrix} \frac{1}{2} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad \text{et} \quad P^{-1} = \begin{pmatrix} 1 & -2 & 1 \\ 1 & 0 & -1 \\ 1 & 4 & 1 \end{pmatrix}.$$

Établir que, pour tout entier naturel  $n$ ,  $M^n = P \times D^n \times P^{-1}$ .

On admettra que, pour tout entier naturel  $n$ ,  $D^n = \begin{pmatrix} \left(-\frac{1}{2}\right)^n & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$ .

4. a) Calculer  $D^n \times P^{-1}$  en fonction de  $n$ .

- b) Sachant que  $R_0 P = \begin{pmatrix} \frac{1}{3} & -\frac{1}{2} & \frac{1}{6} \end{pmatrix}$ , déterminer les coefficients de  $R_n$  en fonction de  $n$ .

5. Déterminer  $\lim_{n \rightarrow +\infty} P(X_n = 0)$ ,  $\lim_{n \rightarrow +\infty} P(X_n = 1)$  et  $\lim_{n \rightarrow +\infty} P(X_n = 2)$ .

Interpréter ces résultats.