

**BACCALAUREAT GENERAL**

SESSION 2016

**MATHEMATIQUES****Série S****ÉPREUVE DU LUNDI 20 JUIN 2016****Enseignement Spécialité Coefficient : 9***Durée de l'épreuve : 4 heures*

Ce sujet comporte 7 pages numérotées de 1 à 7.  
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.

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

**Exercice 1 (6 points)****Commun à tous les candidats****Partie A**

Une usine fabrique un composant électronique. Deux chaînes de fabrication sont utilisées. La chaîne A produit 40% des composants et la chaîne B produit le reste.

Une partie des composants fabriqués présentent un défaut qui les empêche de fonctionner à la vitesse prévue par le constructeur. En sortie de chaîne A, 20% des composants présentent ce défaut alors qu'en sortie de chaîne B, ils ne sont que 5%.

On choisit au hasard un composant fabriqué dans cette usine.

On note :

$A$  l'événement « le composant provient de la chaîne A »

$B$  l'événement « le composant provient de la chaîne B »

$S$  l'événement « le composant est sans défaut »

1. Montrer que la probabilité de l'événement  $S$  est  $P(S) = 0,89$ .
2. Sachant que le composant ne présente pas de défaut, déterminer la probabilité qu'il provienne de la chaîne A. On donnera le résultat à  $10^{-2}$  près.

**Partie B**

Des améliorations apportées à la chaîne A ont eu pour effet d'augmenter la proportion  $p$  de composants sans défaut.

Afin d'estimer cette proportion, on prélève au hasard un échantillon de 400 composants parmi ceux fabriqués par la chaîne A.

Dans cet échantillon, la fréquence observée de composants sans défaut est de 0,92.

1. Déterminer un intervalle de confiance de la proportion  $p$  au niveau de confiance de 95 %.
2. Quelle devrait être la taille minimum de l'échantillon pour qu'un tel intervalle de confiance ait une amplitude maximum de 0,02 ?

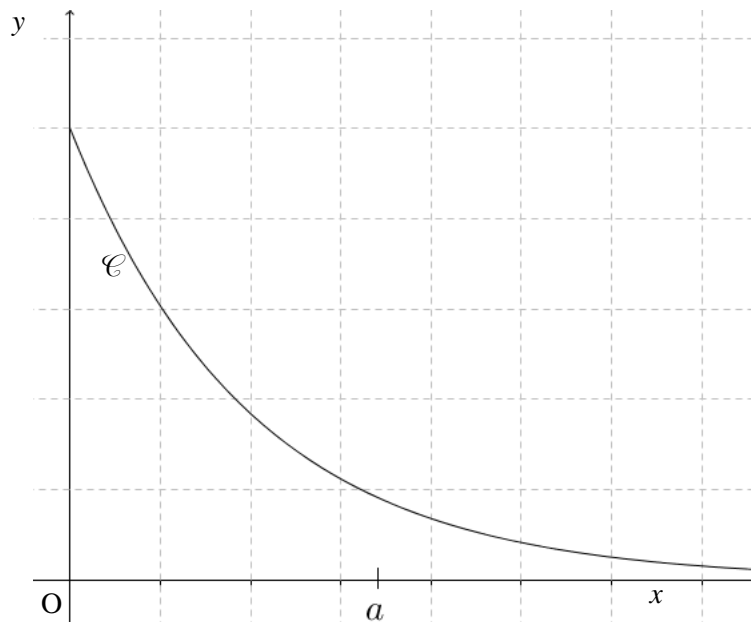
**Partie C**

La durée de vie, en années, d'un composant électronique fabriqué dans cette usine est une variable aléatoire  $T$  qui suit la loi exponentielle de paramètre  $\lambda$  (où  $\lambda$  est un nombre réel strictement positif).

On note  $f$  la fonction densité associée à la variable aléatoire  $T$ . On rappelle que :

- pour tout nombre réel  $x \geq 0$ ,  $f(x) = \lambda e^{-\lambda x}$
- pour tout nombre réel  $a \geq 0$ ,  $P(T \leq a) = \int_0^a f(x) dx$ .

1. La courbe représentative  $\mathcal{C}$  de la fonction  $f$  est donnée ci-dessous.



- a. Interpréter graphiquement  $P(T \leq a)$  où  $a > 0$ .
- b. Montrer que pour tout nombre réel  $t \geq 0$  :  $P(T \leq t) = 1 - e^{-\lambda t}$ .
- c. En déduire que  $\lim_{t \rightarrow +\infty} P(T \leq t) = 1$ .
2. On suppose que  $P(T \leq 7) = 0,5$ . Déterminer  $\lambda$  à  $10^{-3}$  près.
3. Dans cette question on prend  $\lambda = 0,099$  et on arrondit les résultats des probabilités au centième.
- a. On choisit au hasard un composant fabriqué dans cette usine.  
Déterminer la probabilité que ce composant fonctionne au moins 5 ans.
- b. On choisit au hasard un composant parmi ceux qui fonctionnent encore au bout de 2 ans.  
Déterminer la probabilité que ce composant ait une durée de vie supérieure à 7 ans.
- c. Donner l'espérance mathématique  $E(T)$  de la variable aléatoire  $T$  à l'unité près.  
Interpréter ce résultat.

**Exercice 2 (4 points) Commun à tous les candidats**

Dans l'espace rapporté à un repère orthonormé  $(O; \vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$  on donne les points :

$A(1, 2, 3)$ ,  $B(3, 0, 1)$ ,  $C(-1, 0, 1)$ ,  $D(2, 1, -1)$ ,  $E(-1, -2, 3)$  et  $F(-2, -3, 4)$ .

Pour chaque affirmation, dire si elle est vraie ou fausse en justifiant la réponse. Une réponse non justifiée ne sera pas prise en compte.

**Affirmation 1 :** Les trois points A, B, et C sont alignés.

**Affirmation 2 :** Le vecteur  $\vec{n}(0, 1, -1)$  est un vecteur normal au plan (ABC).

**Affirmation 3 :** La droite (EF) et le plan (ABC) sont sécants et leur point d'intersection est le milieu du segment [BC].

**Affirmation 4 :** Les droites (AB) et (CD) sont sécantes.

**Exercice 3 (5 points) Candidats ayant suivi l'enseignement de spécialité**

Pour tout couple d'entiers relatifs non nuls  $(a, b)$ , on note  $\text{pgcd}(a, b)$  le plus grand diviseur commun de  $a$  et  $b$ .

Le plan est muni d'un repère  $(O ; \vec{i}, \vec{j})$ .

1. Exemple. Soit  $\Delta_1$  la droite d'équation  $y = \frac{5}{4}x - \frac{2}{3}$ .

- a. Montrer que si  $(x, y)$  est un couple d'entiers relatifs alors l'entier  $15x - 12y$  est divisible par 3.
- b. Existe-il au moins un point de la droite  $\Delta_1$  dont les coordonnées sont deux entiers relatifs ? Justifier.

**Généralisation**

On considère désormais une droite  $\Delta$  d'équation (E) :  $y = \frac{m}{n}x - \frac{p}{q}$  où  $m, n, p$  et  $q$  sont des entiers relatifs non nuls tels que  $\text{pgcd}(m, n) = \text{pgcd}(p, q) = 1$ .

Ainsi, les coefficients de l'équation (E) sont des fractions irréductibles et on dit que  $\Delta$  est une droite rationnelle.

Le but de l'exercice est de déterminer une condition nécessaire et suffisante sur  $m, n, p$  et  $q$  pour qu'une droite rationnelle  $\Delta$  comporte au moins un point dont les coordonnées sont deux entiers relatifs.

2. On suppose ici que la droite  $\Delta$  comporte un point de coordonnées  $(x_0, y_0)$  où  $x_0$  et  $y_0$  sont des entiers relatifs.
  - a. En remarquant que le nombre  $ny_0 - mx_0$  est un entier relatif, démontrer que  $q$  divise le produit  $np$ .
  - b. En déduire que  $q$  divise  $n$ .
3. Réciproquement, on suppose que  $q$  divise  $n$ , et on souhaite trouver un couple  $(x_0, y_0)$  d'entiers relatifs tels que  $y_0 = \frac{m}{n}x_0 - \frac{p}{q}$ .
  - a. On pose  $n = qr$ , où  $r$  est un entier relatif non nul. Démontrer qu'on peut trouver deux entiers relatifs  $u$  et  $v$  tels que  $qru - mv = 1$ .
  - b. En déduire qu'il existe un couple  $(x_0, y_0)$  d'entiers relatifs tels que  $y_0 = \frac{m}{n}x_0 - \frac{p}{q}$ .
4. Soit  $\Delta$  la droite d'équation  $y = \frac{3}{8}x - \frac{7}{4}$ . Cette droite possède-t-elle un point dont les coordonnées sont des entiers relatifs ? Justifier.

5. On donne l'algorithme suivant :

|  |   |
|--|---|
| <p><b>Variables :</b></p> <p><math>M, N, P, Q</math> : entiers relatifs non nuls, tels que <math>\text{pgcd}(M, N) = \text{pgcd}(P, Q) = 1</math></p> <p><math>X</math> : entier naturel</p> <p><b>Entrées :</b></p> <p>Saisir les valeurs de <math>M, N, P, Q</math></p> <p><b>Traitement et sorties :</b></p> <p>Si <math>Q</math> divise <math>N</math> alors</p> <p style="padding-left: 20px;">  <math>X</math> prend la valeur 0</p> <p style="padding-left: 20px;">  Tant que <math>\left(\frac{M}{N}X + \frac{P}{Q} \text{ n'est pas entier}\right)</math> et <math>\left(-\frac{M}{N}X + \frac{P}{Q} \text{ n'est pas entier}\right)</math> faire</p> <p style="padding-left: 40px;">    <math>X</math> prend la valeur <math>X + 1</math></p> <p style="padding-left: 20px;">  Fin tant que</p> <p style="padding-left: 20px;">  Si <math>\frac{M}{N}X + \frac{P}{Q}</math> est entier alors</p> <p style="padding-left: 40px;">    Afficher <math>X, \frac{M}{N}X + \frac{P}{Q}</math></p> <p style="padding-left: 20px;">  Sinon</p> <p style="padding-left: 40px;">    Afficher <math>-X, -\frac{M}{N}X + \frac{P}{Q}</math></p> <p style="padding-left: 20px;">  Fin Si</p> <p style="padding-left: 20px;">  Sinon</p> <p style="padding-left: 40px;">    Afficher "Pas de solution"</p> <p style="padding-left: 20px;">  Fin Si</p> | <p style="color: red;">Lire "- P/Q" à la place de "+ P/Q"</p> <p style="color: red;">les 5 fois</p> |
|--|---|

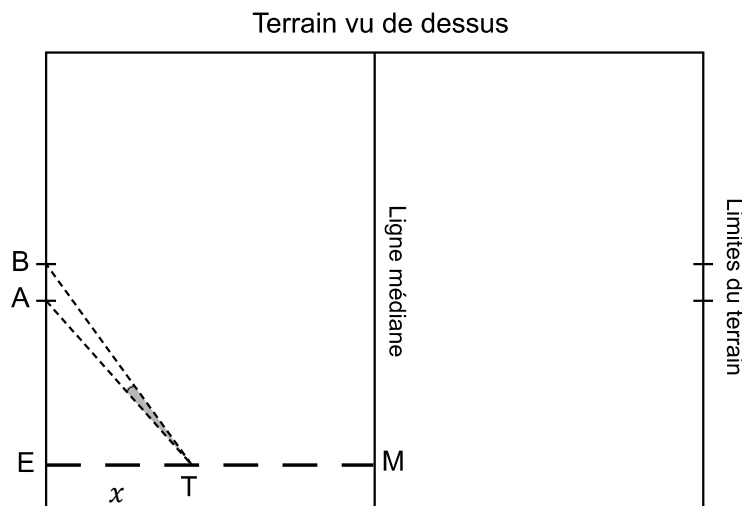
- a. Justifier que cet algorithme se termine pour toute entrée de  $M, N, P, Q$ , entiers relatifs non nuls tels que  $\text{pgcd}(M, N) = \text{pgcd}(P, Q) = 1$ .
- b. Que permet-il d'obtenir ?

## Exercice 4 (5 points)

Commun à tous les candidats

Lors d'un match de rugby, un joueur doit transformer un essai qui a été marqué au point E (voir figure ci-contre) situé à l'extérieur du segment  $[AB]$ .

La transformation consiste à taper le ballon par un coup de pied depuis un point T que le joueur a le droit de choisir n'importe où sur le segment  $[EM]$  perpendiculaire à la droite  $(AB)$  sauf en E. La transformation est réussie si le ballon passe entre les poteaux repérés par les points A et B sur la figure.



Pour maximiser ses chances de réussite, le joueur tente de déterminer la position du point T qui rend l'angle  $\widehat{ATB}$  le plus grand possible.

Le but de cet exercice est donc de rechercher s'il existe une position du point T sur le segment  $[EM]$  pour laquelle l'angle  $\widehat{ATB}$  est maximum et, si c'est le cas, de déterminer une valeur approchée de cet angle.

Dans toute la suite, on note  $x$  la longueur ET, qu'on cherche à déterminer.

Les dimensions du terrain sont les suivantes :  $EM = 50$  m,  $EA = 25$  m et  $AB = 5,6$  m. On note  $\alpha$  la mesure en radian de l'angle  $\widehat{ETA}$ ,  $\beta$  la mesure en radian de l'angle  $\widehat{ETB}$  et  $\gamma$  la mesure en radian de l'angle  $\widehat{ATB}$ .

1. En utilisant les triangles rectangles ETA et ETB ainsi que les longueurs fournies, exprimer  $\tan \alpha$  et  $\tan \beta$  en fonction de  $x$ .

La fonction tangente est définie sur l'intervalle  $]0; \frac{\pi}{2}[$  par  $\tan x = \frac{\sin x}{\cos x}$ .

2. Montrer que la fonction  $\tan$  est strictement croissante sur l'intervalle  $]0; \frac{\pi}{2}[$ .

3. L'angle  $\widehat{ATB}$  admet une mesure  $\gamma$  appartenant à l'intervalle  $]0; \frac{\pi}{2}[$ , résultat admis ici, que l'on peut observer sur la figure.

On admet que, pour tous réels  $a$  et  $b$  de l'intervalle  $]0; \frac{\pi}{2}[$ ,  $\tan(a-b) = \frac{\tan a - \tan b}{1 + \tan a \times \tan b}$ .

Montrer que  $\tan \gamma = \frac{5,6x}{x^2 + 765}$ .

4. L'angle  $\widehat{ATB}$  est maximum lorsque sa mesure  $\gamma$  est maximale. Montrer que cela correspond à un minimum sur l'intervalle  $]0; 50]$  de la fonction  $f$  définie par :  $f(x) = x + \frac{765}{x}$ .

Montrer qu'il existe une unique valeur de  $x$  pour laquelle l'angle  $\widehat{ATB}$  est maximum et déterminer cette valeur de  $x$  au mètre près ainsi qu'une mesure de l'angle  $\widehat{ATB}$  à 0,01 radian près.

*Remarque : sur un terrain, un joueur de rugby ne se soucie pas d'une telle précision.*