

Durée : 4 heures

## Baccalauréat S Antilles-Guyane 11 septembre 2013

### EXERCICE 1

5 points

Commun à tous les candidats

#### Partie A

##### Restitution organisée de connaissances

Soit  $\Delta$  une droite de vecteur directeur  $\vec{v}$  et soit  $P$  un plan.

On considère deux droites sécantes et contenues dans  $P$  : la droite  $D_1$  de vecteur directeur  $\vec{u}_1$  et la droite  $D_2$  de vecteur directeur  $\vec{u}_2$ .

Montrer que  $\Delta$  est orthogonale à toute droite de  $P$  si et seulement si  $\Delta$  est orthogonale à  $D_1$  et à  $D_2$ .

#### Partie B

Dans l'espace muni d'un repère orthonormé, on considère les trois points

$$A(0; -1; 1), \quad B(4; -3; 0) \text{ et } C(-1; -2; -1).$$

On appelle  $P$  le plan passant par  $A$ ,  $B$  et  $C$ .

On appelle  $\Delta$  la droite ayant pour représentation paramétrique 
$$\begin{cases} x = t \\ y = 3t - 1 \\ z = -2t + 8 \end{cases} \text{ avec } t \text{ appartenant à } \mathbb{R}.$$

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

- Affirmation 1** :  $\Delta$  est orthogonale à toute droite du plan  $P$ .
- Affirmation 2** : les droites  $\Delta$  et  $(AB)$  sont coplanaires.
- Affirmation 3** : Le plan  $P$  a pour équation cartésienne  $x + 3y - 2z + 5 = 0$ .
- On appelle  $D$  la droite passant par l'origine et de vecteur directeur  $\vec{u}(11; -1; 4)$ .  
**Affirmation 4** : La droite  $D$  est strictement parallèle au plan d'équation  $x + 3y - 2z + 5 = 0$ .

### EXERCICE 2

6 points

Commun à tous les candidats

Pour tout réel  $k$  strictement positif, on désigne par  $f_k$  la fonction définie et dérivable sur l'ensemble des nombres réels  $\mathbb{R}$  telle que :

$$f_k(x) = kxe^{-kx}.$$

On note  $\mathcal{C}_k$  sa courbe représentative dans le plan muni d'un repère orthogonal  $(O, \vec{i}, \vec{j})$ .

#### Partie A : Étude du cas $k = 1$

On considère donc la fonction  $f_1$  définie sur  $\mathbb{R}$  par

$$f_1(x) = xe^{-x}.$$

- Déterminer les limites de la fonction  $f_1$  en  $-\infty$  et en  $+\infty$ . En déduire que la courbe  $\mathcal{C}_1$  admet une asymptote que l'on précisera.
- Étudier les variations de  $f_1$  sur  $\mathbb{R}$  puis dresser son tableau de variation sur  $\mathbb{R}$ .

3. Démontrer que la fonction  $g_1$  définie et dérivable sur  $\mathbb{R}$  telle que :

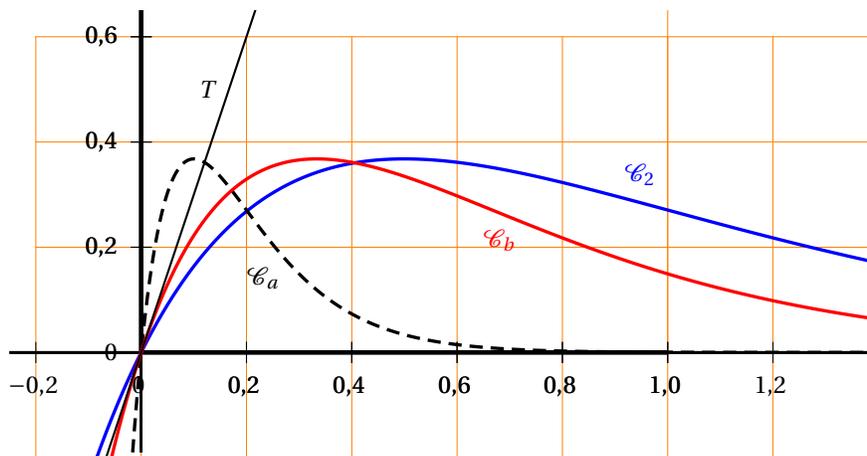
$$g_1(x) = -(x+1)e^{-x}$$

est une primitive de la fonction  $f_1$  sur  $\mathbb{R}$ .

4. Étudier le signe de  $f_1(x)$  suivant les valeurs du nombre réel  $x$ .
5. Calculer, en unité d'aire, l'aire de la partie du plan délimitée par la courbe  $\mathcal{C}_1$ , l'axe des abscisses et les droites d'équation  $x = 0$  et  $x = \ln 10$ .

### Partie B : Propriétés graphiques

On a représenté sur le graphique ci-dessous les courbes  $\mathcal{C}_2$ ,  $\mathcal{C}_a$  et  $\mathcal{C}_b$  où  $a$  et  $b$  sont des réels strictement positifs fixés et T la tangente à  $\mathcal{C}_b$  au point O origine du repère.



1. Montrer que pour tout réel  $k$  strictement positif, les courbes  $\mathcal{C}_k$  passent par un même point.
2. a. Montrer que pour tout réel  $k$  strictement positif et tout réel  $x$  on a

$$f'_k(x) = k(1 - kx)e^{-kx}.$$

- b. Justifier que, pour tout réel  $k$  strictement positif,  $f_k$  admet un maximum et calculer ce maximum.
- c. En observant le graphique ci-dessus, comparer  $a$  et 2. Expliquer la démarche.
- d. Écrire une équation de la tangente à  $\mathcal{C}_k$  au point O origine du repère.
- e. En déduire à l'aide du graphique une valeur approchée de  $b$ .

### EXERCICE 3

4 points

#### Commun à tous les candidats

Une entreprise industrielle fabrique des pièces cylindriques en grande quantité. Pour toute pièce prélevée au hasard, on appelle  $X$  la variable aléatoire qui lui associe sa longueur en millimètre et  $Y$  la variable aléatoire qui lui associe son diamètre en millimètre.

On suppose que  $X$  suit la loi normale de moyenne  $\mu_1 = 36$  et d'écart-type  $\sigma_1 = 0,2$  et que  $Y$  suit la loi normale de moyenne  $\mu_2 = 6$  et d'écart-type  $\sigma_2 = 0,05$ .

1. Une pièce est dite conforme pour la longueur si sa longueur est comprise entre  $\mu_1 - 3\sigma_1$  et  $\mu_1 + 3\sigma_1$ . Quelle est une valeur approchée à  $10^{-3}$  près de la probabilité  $p_1$  pour qu'une pièce prélevée au hasard soit conforme pour la longueur?

$k$	$p(Y \leq k)$
5,8	3,16712E-05
5,82	0,000159109
5,84	0,000687138
5,86	0,00255513
5,88	0,008197536
5,9	0,022750132
5,92	0,054799292
5,94	0,11506967
5,96	0,211855399
5,98	0,344578258
6	0,5
6,02	0,655421742
6,04	0,788144601
6,06	0,88493033
6,08	0,945200708
6,1	0,977249868
6,12	0,991802464
6,14	0,99744487
6,16	0,999312862
6,18	0,999840891
6,2	0,999968329

2. Une pièce est dite conforme pour le diamètre si son diamètre est compris entre 5,88 mm et 6,12 mm. Le tableau donné ci-contre a été obtenu à l'aide d'un tableur. Il indique pour chacune des valeurs de  $k$ , la probabilité que  $Y$  soit inférieure ou égale à cette valeur. Déterminer à  $10^{-3}$  près la probabilité  $p_2$  pour qu'une pièce prélevée au hasard soit conforme pour le diamètre (on pourra s'aider du tableau ci-contre).

3. On prélève une pièce au hasard. On appelle  $L$  l'évènement « la pièce est conforme pour la longueur » et  $D$  l'évènement « la pièce est conforme pour le diamètre ». On suppose que les évènements  $L$  et  $D$  sont indépendants.
- a. Une pièce est acceptée si elle est conforme pour la longueur et pour le diamètre. Déterminer la probabilité pour qu'une pièce prélevée au hasard ne soit pas acceptée (le résultat sera arrondi à  $10^{-2}$ ).
- b. Justifier que la probabilité qu'elle soit conforme pour le diamètre sachant qu'elle n'est pas conforme pour la longueur, est égale à  $p_2$ .

## EXERCICE 4

5 points

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

*Les deux parties sont indépendantes*

Le robot Tom doit emprunter un pont sans garde-corps de 10 pas de long et de 2 pas de large. Sa démarche est très particulière :

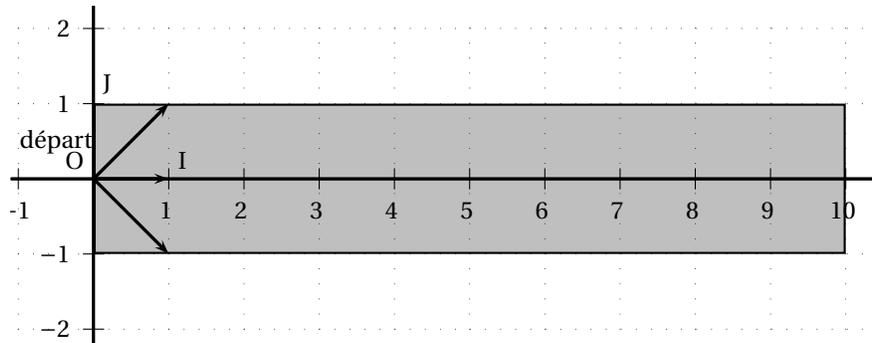
- Soit il avance d'un pas tout droit;
- Soit il se déplace en diagonale vers la gauche (déplacement équivalent à un pas vers la gauche et un pas tout droit);
- Soit il se déplace en diagonale vers la droite (déplacement équivalent à un pas vers la droite et un pas tout droit).

On suppose que ces trois types de déplacement sont aléatoires et équiprobables.

L'objectif de cet exercice est d'estimer la probabilité  $p$  de l'évènement  $S$  « Tom traverse le pont » c'est-à-dire « Tom n'est pas tombé dans l'eau et se trouve encore sur le pont au bout de 10 déplacements ».

**Partie A : modélisation et simulation**

On schématise le pont par un rectangle dans le plan muni d'un repère orthonormé  $(O, I, J)$  comme l'indique la figure ci-dessous. On suppose que Tom se trouve au point de coordonnées  $(0; 0)$  au début de la traversée. On note  $(x; y)$  les coordonnées de la position de Tom après  $x$  déplacements.



On a écrit l'algorithme suivant qui simule la position de Tom au bout de  $x$  déplacements :

```

x, y, n sont des entiers
Affecter à x la valeur 0
Affecter à y la valeur 0
Tant que y ≥ -1 et y ≤ 1 et x ≤ 9
    Affecter à n une valeur choisie au hasard entre -1, 0 et 1
    Affecter à y la valeur y + n
    Affecter à x la valeur x + 1
Fin tant que
Afficher « la position de Tom est » (x ; y)

```

- On donne les couples suivants :  $(-1; 1)$ ;  $(10; 0)$ ;  $(2; 4)$ ;  $(10; 2)$ .  
Lesquels ont pu être obtenus avec cet algorithme? Justifier la réponse.
- Modifier cet algorithme pour qu'à la place de « la position de Tom est  $(x; y)$  », il affiche finalement « Tom a réussi la traversée » ou « Tom est tombé ».

**Partie B**

Pour tout  $n$  entier naturel compris entre 0 et 10, on note :

$A_n$  l'évènement « après  $n$  déplacements, Tom se trouve sur un point d'ordonnée  $-1$  ».

$B_n$  l'évènement « après  $n$  déplacements, Tom se trouve sur un point d'ordonnée 0 ».

$C_n$  l'évènement « après  $n$  déplacements, Tom se trouve sur un point d'ordonnée 1 ».

On note  $a_n, b_n, c_n$  les probabilités respectives des évènements  $A_n, B_n, C_n$ .

- Justifier que  $a_0 = 0, b_0 = 1, c_0 = 0$ .
- Montrer que pour tout entier naturel  $n$  compris entre 0 et 9, on a

$$\begin{cases} a_{n+1} &= \frac{a_n + b_n}{3} \\ b_{n+1} &= \frac{a_n + b_n + c_n}{3} \end{cases}$$

On pourra s'aider d'un arbre pondéré.

- Calculer les probabilités  $p(A_1)$ ,  $p(B_1)$  et  $p(C_1)$ .

4. Calculer la probabilité que Tom se trouve sur le pont au bout de deux déplacements.

$n$	$a_n$	$b_n$	$c_n$
0	0	1	0
1	0,333 333	0,333 333	0,333 333
2	0,222 222	0,333 333	0,222 222
3	0,185 185	0,259 259	0,185 185
4	0,148 148	0,209 877	0,148 148
5	0,119 342	0,168 724	0,119 342
6	0,096 022	0,135 802	0,096 022
7	0,077 275	0,109 282	0,077 275
8	0,062 186	0,087 944	0,062 186
9	0,050 043	0,070 772	0,050 043
10	0,040 272	0,056 953	0,040 272

5. À l'aide d'un tableur, on a obtenu la feuille de calcul ci-contre qui donne des valeurs approchées de  $a_n, b_n, c_n$  pour  $n$  compris entre 0 et 10.

Donner une valeur approchée à 0,001 près de la probabilité que Tom traverse le pont (on pourra s'aider du tableau ci-contre).

#### EXERCICE 4

5 points

Candidats ayant suivi l'enseignement de spécialité

#### Partie A

On considère l'algorithme suivant :

$A$  et  $X$  sont des nombres entiers  
 Saisir un entier positif  $A$   
 Affecter à  $X$  la valeur de  $A$   
 Tant que  $X$  supérieur ou égal à 26  
     Affecter à  $X$  la valeur  $X - 26$   
 Fin du tant que  
 Afficher  $X$

1. Qu'affiche cet algorithme quand on saisit le nombre 3?
2. Qu'affiche cet algorithme quand on saisit le nombre 55?
3. Pour un nombre entier saisi quelconque, que représente le résultat fourni par cet algorithme?

#### Partie B

On veut coder un bloc de deux lettres selon la procédure suivante (détaillée en quatre étapes) :

- **Étape 1** : chaque lettre du bloc est remplacée par un entier en utilisant le tableau ci-dessous :

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z
13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25

On obtient une matrice colonne  $\begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \end{pmatrix}$  où  $x_1$  correspond à la première lettre du mot et  $x_2$  correspond à la deuxième lettre du mot.

- **Étape 2** :  $\begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \end{pmatrix}$  est transformé en  $\begin{pmatrix} y_1 \\ y_2 \end{pmatrix}$  tel que

$$\begin{pmatrix} y_1 \\ y_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 3 & 1 \\ 5 & 2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \end{pmatrix}$$

La matrice  $C = \begin{pmatrix} 3 & 1 \\ 5 & 2 \end{pmatrix}$  est appelée la matrice de codage.

- **Étape 3 :**  $\begin{pmatrix} y_1 \\ y_2 \end{pmatrix}$  est transformé en  $\begin{pmatrix} z_1 \\ z_2 \end{pmatrix}$  tel que

$$\begin{cases} z_1 \equiv y_1 \pmod{26} & \text{avec } 0 \leq z_1 \leq 25 \\ z_2 \equiv y_2 \pmod{26} & \text{avec } 0 \leq z_2 \leq 25 \end{cases}$$

- **Étape 4 :**  $\begin{pmatrix} z_1 \\ z_2 \end{pmatrix}$  est transformé en un bloc de deux lettres en utilisant le tableau de correspondance donné dans l'étape 1.

**Exemple :**

$$\text{RE} \rightarrow \begin{pmatrix} 17 \\ 4 \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} 55 \\ 93 \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} 3 \\ 15 \end{pmatrix} \rightarrow \text{DP}$$

Le bloc RE est donc codé en DP

Justifier le passage de  $\begin{pmatrix} 17 \\ 4 \end{pmatrix}$  à  $\begin{pmatrix} 55 \\ 93 \end{pmatrix}$  puis à  $\begin{pmatrix} 3 \\ 15 \end{pmatrix}$ .

1. Soient  $x_1, x_2, x'_1, x'_2$  quatre nombres entiers compris entre 0 et 25 tels que  $\begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \end{pmatrix}$  et  $\begin{pmatrix} x'_1 \\ x'_2 \end{pmatrix}$  sont transformés lors du procédé de codage en  $\begin{pmatrix} z_1 \\ z_2 \end{pmatrix}$ .

- a. Montrer que  $\begin{cases} 3x_1 + x_2 \equiv 3x'_1 + x'_2 \pmod{26} \\ 5x_1 + 2x_2 \equiv 5x'_1 + 2x'_2 \pmod{26} \end{cases}$ .

- b. En déduire que  $x_1 \equiv x'_1 \pmod{26}$  et  $x_2 \equiv x'_2 \pmod{26}$  puis que  $x_1 = x'_1$  et  $x_2 = x'_2$ .

2. On souhaite trouver une méthode de décodage pour le bloc DP :

- a. Vérifier que la matrice  $C' = \begin{pmatrix} 2 & -1 \\ -5 & 3 \end{pmatrix}$  est la matrice inverse de  $C$ .

- b. Calculer  $\begin{pmatrix} y_1 \\ y_2 \end{pmatrix}$  tels que  $\begin{pmatrix} y_1 \\ y_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 2 & -1 \\ -5 & 3 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 3 \\ 15 \end{pmatrix}$ .

- c. Calculer  $\begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \end{pmatrix}$  tels que  $\begin{cases} x_1 \equiv y_1 \pmod{26} & \text{avec } 0 \leq x_1 \leq 25 \\ x_2 \equiv y_2 \pmod{26} & \text{avec } 0 \leq x_2 \leq 25 \end{cases}$

- d. Quel procédé général de décodage peut-on conjecturer ?

3. Dans cette question nous allons généraliser ce procédé de décodage.

On considère un bloc de deux lettres et on appelle  $z_1$  et  $z_2$  les deux entiers compris entre 0 et 25 associés à ces lettres à l'étape 3. On cherche à trouver deux entiers  $x_1$  et  $x_2$  compris entre 0 et 25 qui donnent la matrice colonne  $\begin{pmatrix} z_1 \\ z_2 \end{pmatrix}$  par les étapes 2 et 3 du procédé de codage.

Soient  $y'_1$  et  $y'_2$  tels que  $\begin{pmatrix} y'_1 \\ y'_2 \end{pmatrix} = C' \begin{pmatrix} z_1 \\ z_2 \end{pmatrix}$  où  $C' = \begin{pmatrix} 2 & -1 \\ -5 & 3 \end{pmatrix}$ .

Soient  $x_1$  et  $x_2$ , les nombres entiers tels que  $\begin{cases} x_1 \equiv y'_1 \pmod{26} & \text{avec } 0 \leq x_1 \leq 25 \\ x_2 \equiv y'_2 \pmod{26} & \text{avec } 0 \leq x_2 \leq 25 \end{cases}$

Montrer que  $\begin{cases} 3x_1 + x_2 \equiv z_1 \pmod{26} \\ 5x_1 + 2x_2 \equiv z_2 \pmod{26} \end{cases}$ .

Conclure.

4. Décoder QC.