

**BACCALAUREAT GENERAL**

**MATHEMATIQUES**

**Série S**

**Enseignement Spécifique**

*Durée de l'épreuve : 4 heures*

*Coefficient : 7*

Ce sujet comporte 8 pages numérotées de 1 à 8

Du papier millimétré est mis à la disposition des candidats.

L'utilisation d'une calculatrice est autorisée.

*Le candidat doit traiter tous les exercices.  
La qualité de la rédaction, la clarté et la précision des raisonnements entreront pour  
une part importante dans l'appréciation des copies.*

## 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

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

- 1) 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.
- 2) 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 :

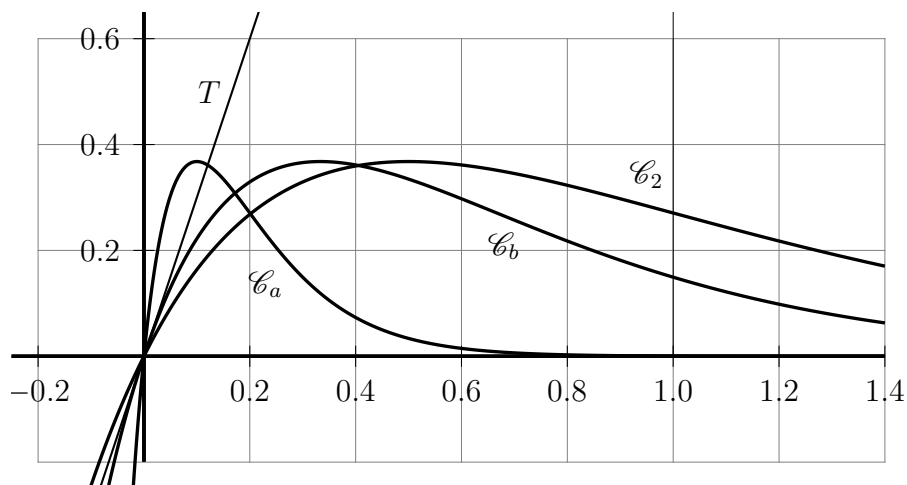
$$g_1(x) = -(x+1)e^{-x}$$

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 ?

- 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-dessous 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-dessous).

$k$	$p(Y \leq k)$
5,8	3,167 12 E - 05
5,82	0,000 159 109
5,84	0,000 687 138
5,86	0,002 555 13
5,88	0,008 197 536
5,9	0,022 750 132
5,92	0,054 799 292
5,94	0,115 069 67
5,96	0,211 855 399
5,98	0,344 578 258
6	0,5
6,02	0,655 421 742
6,04	0,788 144 601
6,06	0,884 930 33
6,08	0,945 200 708
6,1	0,977 249 868
6,12	0,991 802 464
6,14	0,997 444 87
6,16	0,999 312 862
6,18	0,999 840 891
6,2	0,999 968 329

- 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 :

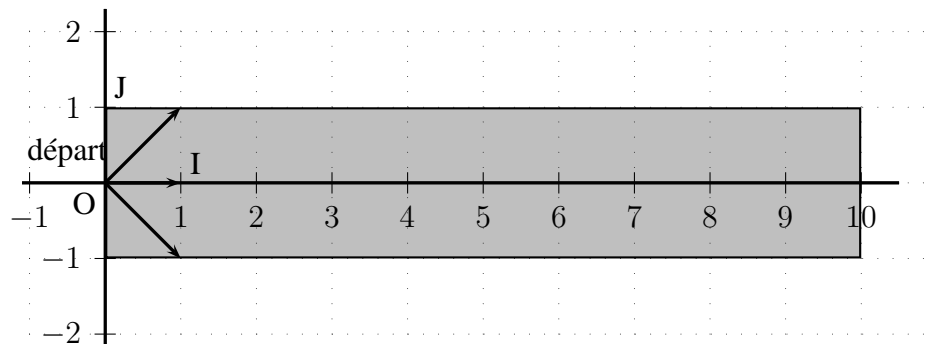
- Soit il avance d'un pas tout droit ;
- Soit il se déplace en diagonale vers la gauche (déplacement équivalent à un pas vers la gauche et un pas tout droit) ;
- Soit il se déplace en diagonale vers la droite (déplacement équivalent à un pas vers la droite et un pas tout droit).

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)
```

1) On donne les couples suivants :  $(-1 ; 1)$  ;  $(10 ; 0)$  ;  $(2 ; 4)$  ;  $(10 ; 2)$ .

Lesquels ont pu être obtenus avec cet algorithme ? Justifier la réponse.

2) 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  $A_n, B_n, C_n$ .

1) Justifier que  $a_0 = 0, b_0 = 1, c_0 = 0$ .

2) 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.

3) 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.

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-dessous).

$n$	$a_n$	$b_n$	$c_n$
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