

BACCALAURÉAT GÉNÉRAL

SESSION 2004

MATHÉMATIQUES

Série : S

DURÉE DE L'ÉPREUVE : 4 heures. — COEFFICIENT : 9

*Ce sujet comporte 5 pages numérotées de 1 à 5.*

*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.*

Tournez la page S.V.P.

**Exercice 1 (4 points)**

**Commun à tous les candidats**

Le personnel d'un très grand hôpital est réparti en trois catégories : les médecins, les soignants (non médecins) et le personnel AT (administratifs ou techniques).

12% des personnels sont des médecins et 71% sont des soignants.

67% des médecins sont des hommes et 92% des soignants sont des femmes.

*On donnera une valeur approchée de tous les résultats à  $10^{-4}$  près.*

1. *On interroge au hasard un membre du personnel de cet hôpital.*

a. Quelle est la probabilité d'interroger une femme soignante ?

b. Quelle est la probabilité d'interroger une femme médecin ?

c. On sait que 80% du personnel est féminin. Calculer la probabilité d'interroger une femme AT.

En déduire la probabilité d'interroger une femme sachant que la personne interrogée fait partie du personnel AT.

2. Tout le personnel de cet hôpital a un temps de trajet domicile-hôpital au plus égal à une heure et on suppose que la durée exacte du trajet est une variable aléatoire uniformément répartie sur  $[0 ; 1]$ .

On interroge au hasard un membre du personnel de cet hôpital. Quelle est la probabilité pour que la personne interrogée ait une durée de trajet comprise entre 15mn et 20mn ?

3. Une entreprise souhaite envoyer un courrier publicitaire à 40 personnes qui travaillent dans cet hôpital. Elle a la liste du personnel mais ne connaît pas la fonction de chacun. Elle choisit au hasard 40 noms de la liste (en raison de la taille de la population, on considère qu'il s'agit de 40 tirages successifs indépendants avec remise).

Quelle est la probabilité que, sur les 40 courriers envoyés, 10 exactement soient reçus par des médecins ?

**Exercice 2 (5 points)**

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

Le plan complexe est rapporté au repère orthonormé direct  $(O ; \vec{u}, \vec{v})$ . On prendra 1 cm pour unité graphique.

On considère les points A, B, C et D d'affixes respectives  $z_A = 2+i$ ,  $z_B = 1+2i$ ,  $z_C = 6+3i$ ,  $z_D = -1+6i$ .

1. Représenter les points A, B, C et D.

2. Montrer qu'il existe une similitude directe  $f$  telle que  $f(A) = B$  et  $f(C) = D$ . Montrer que cette similitude est une rotation, et préciser ses éléments caractéristiques.

3. Soit J le point d'affixe  $3+5i$ .

Montrer que la rotation  $R$  de centre J et d'angle  $-\frac{\pi}{2}$  transforme A en D et C en B.

4. On appelle I le point d'affixe  $1+i$ , M et N les milieux respectifs des segments  $[AC]$  et  $[BD]$ . Déterminer, en utilisant les résultats des questions précédentes, la nature du quadrilatère IMJN.

5. On considère les points P et Q tels que les quadrilatères IAPB et ICQD sont des carrés directs.

a. Calculer les affixes  $z_P$  et  $z_Q$  des points P et Q.

b. Déterminer  $\frac{IP}{IA}$  et  $\frac{IQ}{IC}$  ainsi qu'une mesure des angles  $(\overline{IA}, \overline{IP})$  et  $(\overline{IC}, \overline{IQ})$ .

En déduire les éléments caractéristiques de la similitude directe  $g$  telle que  $g(A) = P$  et  $g(C) = Q$ .

c. En déduire que J est l'image de M par  $g$ . Que peut-on en déduire pour J ?

**Tournez la page S.V.P.**

**Exercice 3 (4 points)**

**Commun à tous les candidats**

1. Soit  $x$  un nombre réel positif ou nul et  $k$  un entier strictement supérieur à  $x$ .

a. Montrer par récurrence sur  $n$  que, pour tout entier  $n$  supérieur ou égal à  $k$ ,

$$\frac{k^n}{n!} \leq \frac{k^k}{k!}.$$

b. En déduire que, pour tout entier  $n$  supérieur ou égal à  $k$ ,

$$\frac{x^n}{n!} \leq \left(\frac{x}{k}\right)^n \times \frac{k^k}{k!}.$$

c. Montrer que

$$\lim_{n \rightarrow +\infty} \frac{x^n}{n!} = 0.$$

2. a. Montrer que, pour tout entier  $n$  supérieur ou égal à 2,

$$\frac{n^{n-1}}{n!} \geq 1.$$

(on pourra écrire  $\frac{n^{n-1}}{n!}$  comme un produit de  $n-1$  facteurs supérieurs ou égaux à 1).

b. En déduire que

$$\lim_{n \rightarrow +\infty} \frac{n^n}{n!} = +\infty.$$

**Exercice 4 (7 points)**

**Commun à tous les candidats**

Soit  $f$  la fonction définie sur  $\mathbb{R}$  par  $f(x) = x + \ln 4 + \frac{2}{e^x + 1}$ , et  $(C)$  sa représentation graphique dans un repère du plan.

1. Déterminer la limite de  $f$  en  $+\infty$ , et sa limite en  $-\infty$ .
2. Calculer, pour tout réel  $x$ ,  $f(x) + f(-x)$ .

Que peut-on en déduire pour le point  $A(0 ; 1 + \ln 4)$  ?

3. Étudier le sens de variation de la fonction  $f$  et dresser son tableau de variations.
4. a. Justifier que, pour tout réel  $m$ , l'équation  $f(x) = m$  admet une solution unique dans  $\mathbb{R}$ .

b. Déterminer un encadrement d'amplitude  $10^{-1}$  de la solution  $a$  de l'équation  $f(x) = 3$ .

Justifier la réponse.

Pour quelle valeur de  $m$  le nombre  $-a$  est-il la solution de l'équation  $f(x) = m$  ?

5. a. Montrer que pour tout réel  $x$ ,  $f(x) = x + 2 + \ln 4 - \frac{2e^x}{e^x + 1}$ .

b. Montrer que la droite  $(\Delta)$  d'équation  $y = x + \ln 4$  et la droite  $(\Delta')$  d'équation  $y = x + 2 + \ln 4$  sont des asymptotes de la courbe  $(C)$ .

Étudier la position de la courbe  $(C)$  par rapport à son asymptote  $(\Delta)$ .

6. a. On considère un réel positif  $\alpha$ . Que représente l'intégrale :  $I(\alpha) = \int_0^\alpha [f(x) - x - \ln 4] dx$  ?

b. Montrer que  $I(\alpha) = 2 \ln \left( \frac{2e^\alpha}{e^\alpha + 1} \right)$  (on pourra utiliser le résultat de la question 5. a.).

c. Calculer  $\alpha$  pour que  $I(\alpha) = 1$ , puis donner une valeur approchée de  $\alpha$  à  $10^{-1}$  près.