

**BACCALAURÉAT GÉNÉRAL****Session 2013****MATHÉMATIQUES****Série S****Enseignement de spécialité***Durée de l'épreuve : 4 heures**Coefficient : 9*

Ce sujet comporte 7 pages numérotées de 1 à 7  
dont une page annexe, page 7.

L'utilisation d'une calculatrice est autorisée.

*Le sujet est composé de 4 exercices indépendants.*

*Le candidat doit traiter tous les exercices.*

*La qualité de la rédaction, la clarté et la qualité des raisonnements entreront pour une part importante dans l'appréciation des copies.*

*Le candidat est invité à faire figurer sur la copie toute trace de recherche même incomplète ou non fructueuse, qu'il aura développée.*

**EXERCICE 1 (5 points)**

Commun à tous les candidats.

**Partie 1**

On s'intéresse à l'évolution de la hauteur d'un plant de maïs en fonction du temps. Le graphique en annexe 1 représente cette évolution. La hauteur est en mètres et le temps en jours.

On décide de modéliser cette croissance par une fonction logistique du type :  $h(t) = \frac{a}{1 + be^{-0,04t}}$  où

$a$  et  $b$  sont des constantes réelles positives,  $t$  est la variable temps exprimée en jours et  $h(t)$  désigne la hauteur du plant, exprimée en mètres.

On sait qu'initialement, pour  $t = 0$ , le plant mesure 0,1 m et que sa hauteur tend vers une hauteur limite de 2 m.

Déterminer les constantes  $a$  et  $b$  afin que la fonction  $h$  corresponde à la croissance du plant de maïs étudié.

**Partie 2**

On considère désormais que la croissance du plant de maïs est donnée par la fonction  $f$  définie sur  $[0; 250]$  par  $f(t) = \frac{2}{1 + 19e^{-0,04t}}$ .

1. Déterminer  $f'(t)$  en fonction de  $t$  ( $f'$  désignant la fonction dérivée de la fonction  $f$ ).

En déduire les variations de la fonction  $f$  sur l'intervalle  $[0; 250]$ .

2. Calculer le temps nécessaire pour que le plant de maïs atteigne une hauteur supérieure à 1,5 m.

3.

a) Vérifier que pour tout réel  $t$  appartenant à l'intervalle  $[0; 250]$  on a  $f(t) = \frac{2e^{0,04t}}{e^{0,04t} + 19}$ .

Montrer que la fonction  $F$  définie sur l'intervalle  $[0; 250]$  par  $F(t) = 50 \ln(e^{0,04t} + 19)$  est une primitive de la fonction  $f$ .

b) Déterminer la valeur moyenne de  $f$  sur l'intervalle  $[50; 100]$ .

En donner une valeur approchée à  $10^{-2}$  près et interpréter ce résultat.

4. On s'intéresse à la vitesse de croissance du plant de maïs ; elle est donnée par la fonction dérivée de la fonction  $f$ .

La vitesse de croissance est maximale pour une valeur de  $t$ .

En utilisant le graphique donné en annexe, déterminer une valeur approchée de celle-ci.

Estimer alors la hauteur du plant.

## EXERCICE 2 (4 points)

## Commun à tous les candidats

Pour chacune des questions, quatre propositions de réponse sont données dont une seule est exacte. Pour chacune des questions indiquer, sans justification, la bonne réponse sur la copie. Une réponse exacte rapporte 1 point. Une réponse fausse ou l'absence de réponse ne rapporte ni n'enlève aucun point. Il en est de même dans le cas où plusieurs réponses sont données pour une même question.

L'espace est rapporté à un repère orthonormal.  $t$  et  $t'$  désignent des paramètres réels.

Le plan (P) a pour équation  $x - 2y + 3z + 5 = 0$ .

Le plan (S) a pour représentation paramétrique 
$$\begin{cases} x = -2 + t + 2t' \\ y = -t - 2t' \\ z = -1 - t + 3t' \end{cases}$$

La droite (D) a pour représentation paramétrique 
$$\begin{cases} x = -2 + t \\ y = -t \\ z = -1 - t \end{cases}$$

On donne les points de l'espace  $M(-1 ; 2 ; 3)$  et  $N(1 ; -2 ; 9)$ .

1. Une représentation paramétrique du plan (P) est :

a)  $\begin{cases} x = t \\ y = 1 - 2t \\ z = -1 + 3t \end{cases}$     b)  $\begin{cases} x = t + 2t' \\ y = 1 - t + t' \\ z = -1 - t \end{cases}$     c)  $\begin{cases} x = t + t' \\ y = 1 - t - 2t' \\ z = 1 - t - 3t' \end{cases}$     d)  $\begin{cases} x = 1 + 2t + t' \\ y = 1 - 2t + 2t' \\ z = -1 - t' \end{cases}$

2. a) La droite (D) et le plan (P) sont sécants au point  $A(-8 ; 3 ; 2)$ .

b) La droite (D) et le plan (P) sont perpendiculaires.

c) La droite (D) est une droite du plan (P).

d) La droite (D) et le plan (P) sont strictement parallèles.

3. a) La droite (MN) et la droite (D) sont orthogonales.

b) La droite (MN) et la droite (D) sont parallèles.

c) La droite (MN) et la droite (D) sont sécantes.

d) La droite (MN) et la droite (D) sont confondues.

4. a) Les plans (P) et (S) sont parallèles.

b) La droite ( $\Delta$ ) de représentation paramétrique 
$$\begin{cases} x = t \\ y = -2 - t \\ z = -3 - t \end{cases}$$
 est la droite d'intersection des plans

(P) et (S).

c) Le point M appartient à l'intersection des plans (P) et (S).

d) Les plans (P) et (S) sont perpendiculaires.

## EXERCICE 3 (5 points)

Candidats ayant suivi l'enseignement de spécialité.

On étudie l'évolution dans le temps du nombre de jeunes et d'adultes dans une population d'animaux. Pour tout entier naturel  $n$ , on note  $j_n$  le nombre d'animaux jeunes après  $n$  années d'observation et  $a_n$  le nombre d'animaux adultes après  $n$  années d'observation. Il y a au début de la première année de l'étude, 200 animaux jeunes et 500 animaux adultes. Ainsi  $j_0 = 200$  et  $a_0 = 500$ .

On admet que pour tout entier naturel  $n$  on a :

$$\begin{cases} j_{n+1} = 0,125j_n + 0,525a_n \\ a_{n+1} = 0,625j_n + 0,625a_n \end{cases}$$

On introduit les matrices suivantes :

$$A = \begin{pmatrix} 0,125 & 0,525 \\ 0,625 & 0,625 \end{pmatrix} \text{ et, pour tout entier naturel } n, U_n = \begin{pmatrix} j_n \\ a_n \end{pmatrix}$$

1.

- Montrer que pour tout entier naturel  $n$ ,  $U_{n+1} = A \times U_n$
- Calculer le nombre d'animaux jeunes et d'animaux adultes après un an d'observation puis après deux ans d'observation (résultats arrondis à l'unité près par défaut).
- Pour tout entier naturel  $n$  non nul, exprimer  $U_n$  en fonction de  $A^n$  et de  $U_0$ .

2. On introduit les matrices suivantes  $Q = \begin{pmatrix} 7 & 3 \\ -5 & 5 \end{pmatrix}$  et  $D = \begin{pmatrix} -0,25 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$ .

- On admet que la matrice  $Q$  est inversible et que  $Q^{-1} = \begin{pmatrix} 0,1 & -0,06 \\ 0,1 & 0,14 \end{pmatrix}$ .

Montrer que  $Q \times D \times Q^{-1} = A$ .

- Montrer par récurrence sur  $n$  que pour tout entier naturel  $n$  non nul :  $A^n = Q \times D^n \times Q^{-1}$
- Pour tout entier naturel  $n$  non nul, déterminer  $D^n$  en fonction de  $n$

3. On admet que pour tout entier naturel  $n$  non nul,

$$A^n = \begin{pmatrix} 0,3 + 0,7 \times (-0,25)^n & 0,42 - 0,42 \times (-0,25)^n \\ 0,5 - 0,5 \times (-0,25)^n & 0,7 + 0,3 \times (-0,25)^n \end{pmatrix}$$

- En déduire les expressions de  $j_n$  et  $a_n$  en fonction de  $n$  et déterminer les limites de ces deux suites.
- Que peut-on en conclure pour la population d'animaux étudiée ?

## EXERCICE 4 (6 points)

Commun à tous les candidats

Dans une entreprise, on s'intéresse à la probabilité qu'un salarié soit absent durant une période d'épidémie de grippe.

- Un salarié malade est absent
- La première semaine de travail, le salarié n'est pas malade.
- Si la semaine  $n$  le salarié n'est pas malade, il tombe malade la semaine  $n+1$  avec une probabilité égale à 0,04.
- Si la semaine  $n$  le salarié est malade, il reste malade la semaine  $n+1$  avec une probabilité égale à 0,24.

On désigne, pour tout entier naturel  $n$  supérieur ou égal à 1, par  $E_n$  l'événement « le salarié est absent pour cause de maladie la  $n$ -ième semaine ». On note  $p_n$  la probabilité de l'événement  $E_n$ .

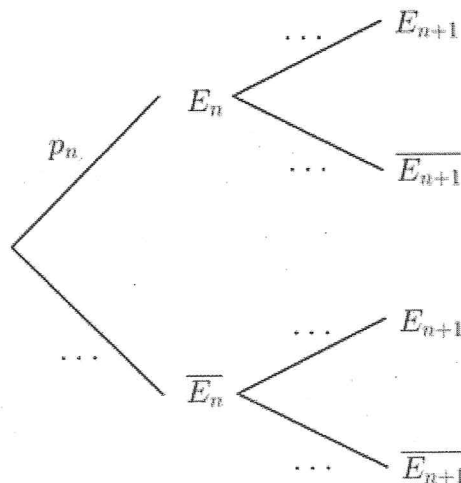
On a ainsi :  $p_1 = 0$  et, pour tout entier naturel  $n$  supérieur ou égal à 1 :  $0 \leq p_n < 1$

1.

- Déterminer la valeur de  $p_3$  à l'aide d'un arbre de probabilité.
- Sachant que le salarié a été absent pour cause de maladie la troisième semaine, déterminer la probabilité qu'il ait été aussi absent pour cause de maladie la deuxième semaine.

2.

- Recopier sur la copie et compléter l'arbre de probabilité donné ci-dessous



- Montrer que, pour tout entier naturel  $n$  supérieur ou égal à 1,  $p_{n+1} = 0,2p_n + 0,04$
- Montrer que la suite  $(u_n)$  définie pour tout entier naturel  $n$  supérieur ou égal à 1 par  $u_n = p_n - 0,05$  est une suite géométrique dont on donnera le premier terme et la raison  $r$ . En déduire l'expression de  $u_n$  puis de  $p_n$  en fonction de  $n$  et  $r$ .
- En déduire la limite de la suite  $(p_n)$ .
- On admet dans cette question que la suite  $(p_n)$  est croissante. On considère l'algorithme suivant :

|                |   |
|----------------|---|
| Variables      | K et J sont des entiers naturels, P est un nombre réel  |
| Initialisation | P prend la valeur 0<br>J prend la valeur 1  |
| Entrée         | Saisir la valeur de K   |
| Traitement     | Tant que $P < 0,05 - 10^{-K}$<br>P prend la valeur $0,2 \times P + 0,04$<br>J prend la valeur $J+1$<br>Fin tant que |
| Sortie         | Afficher J  |

À quoi correspond l'affichage final J ?

Pourquoi est-on sûr que cet algorithme s'arrête ?

3. Cette entreprise emploie 220 salariés. Pour la suite on admet que la probabilité pour qu'un salarié soit malade une semaine donnée durant cette période d'épidémie est égale à  $p = 0,05$ .

On suppose que l'état de santé d'un salarié ne dépend pas de l'état de santé de ses collègues.

On désigne par  $X$  la variable aléatoire qui donne le nombre de salariés malades une semaine donnée.

- a) Justifier que la variable aléatoire  $X$  suit une loi binomiale dont on donnera les paramètres. Calculer l'espérance mathématique  $\mu$  et l'écart type  $\sigma$  de la variable aléatoire  $X$ .

- b) On admet que l'on peut approcher la loi de la variable aléatoire  $\frac{X-\mu}{\sigma}$  par la loi normale centrée réduite c'est-à-dire de paramètres 0 et 1.

On note  $Z$  une variable aléatoire suivant la loi normale centrée réduite. Le tableau suivant donne les probabilités de l'évènement  $Z < x$  pour quelques valeurs du nombre réel  $x$ .

|            |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| $x$        | -1,55 | -1,24 | -0,93 | -0,62 | -0,31 | 0,00  | 0,31  | 0,62  | 0,93  | 1,24  | 1,55  |
| $P(Z < x)$ | 0,061 | 0,108 | 0,177 | 0,268 | 0,379 | 0,500 | 0,621 | 0,732 | 0,823 | 0,892 | 0,939 |

Calculer, au moyen de l'approximation proposée en question b), une valeur approchée à  $10^{-2}$  près de la probabilité de l'évènement : « le nombre de salariés absents dans l'entreprise au cours d'une semaine donnée est supérieur ou égal à 7 et inférieur ou égal à 15 ».

## Annexe (Exercice 1)

