

# BACCALAURÉAT GÉNÉRAL

SESSION 2015

## MATHÉMATIQUES

Série S

Durée de l'épreuve : 4 heures

Coefficient : 9

### ENSEIGNEMENT DE SPÉCIALITÉ

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. Dans chaque exercice, le candidat peut admettre un résultat précédemment donné dans le texte pour aborder les questions suivantes, à condition de l'indiquer clairement sur la copie. 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.

Avant de composer, le candidat s'assurera que le sujet comporte bien 6 pages numérotées de 1/6 à 6/6.

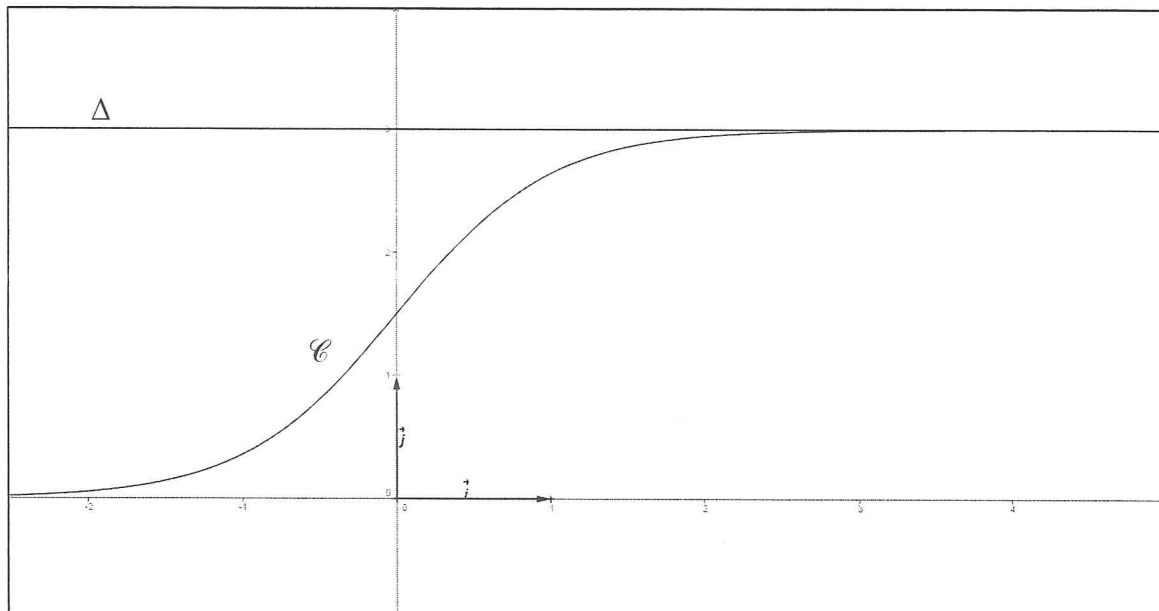
## EXERCICE 1 (4 points)

*Commun à tous les candidats*

### Partie A

Soit  $f$  la fonction définie sur  $\mathbf{R}$  par  $f(x) = \frac{3}{1 + e^{-2x}}$ .

Sur le graphique ci-après, on a tracé, dans un repère orthogonal  $(O; \vec{i}, \vec{j})$ , la courbe représentative  $\mathcal{C}$  de la fonction  $f$  et la droite  $\Delta$  d'équation  $y = 3$ .



1. Démontrer que la fonction  $f$  est strictement croissante sur  $\mathbf{R}$ .
2. Justifier que la droite  $\Delta$  est asymptote à la courbe  $\mathcal{C}$ .
3. Démontrer que l'équation  $f(x) = 2,999$  admet une unique solution  $\alpha$  sur  $\mathbf{R}$ .  
Déterminer un encadrement de  $\alpha$  d'amplitude  $10^{-2}$ .

### Partie B

Soit  $h$  la fonction définie sur  $\mathbf{R}$  par  $h(x) = 3 - f(x)$ .

1. Justifier que la fonction  $h$  est positive sur  $\mathbf{R}$ .
2. On désigne par  $H$  la fonction définie sur  $\mathbf{R}$  par  $H(x) = -\frac{3}{2} \ln(1 + e^{-2x})$ .  
Démontrer que  $H$  est une primitive de  $h$  sur  $\mathbf{R}$ .
3. Soit  $a$  un réel strictement positif.
  - a. Donner une interprétation graphique de l'intégrale  $\int_0^a h(x) dx$ .

b. Démontrer que  $\int_0^a h(x) dx = \frac{3}{2} \ln\left(\frac{2}{1+e^{-2a}}\right)$ .

c. On note  $\mathcal{D}$  l'ensemble des points  $M(x; y)$  du plan défini par  $\begin{cases} x \geq 0 \\ f(x) \leq y \leq 3 \end{cases}$ .  
Déterminer l'aire, en unité d'aire, du domaine  $\mathcal{D}$ .

## EXERCICE 2 (5 points)

*Commun à tous les candidats*

### Partie A

Soit  $(u_n)$  la suite définie par son premier terme  $u_0$  et, pour tout entier naturel  $n$ , par la relation  $u_{n+1} = au_n + b$  ( $a$  et  $b$  réels non nuls tels que  $a \neq 1$ ).

On pose, pour tout entier naturel  $n$ ,  $v_n = u_n - \frac{b}{1-a}$ .

1. Démontrer que la suite  $(v_n)$  est géométrique de raison  $a$ .
2. En déduire que, si  $a$  appartient à l'intervalle  $] -1 ; 1[$ , alors la suite  $(u_n)$  a pour limite

$$\frac{b}{1-a}.$$

### Partie B

En mars 2015, Max achète une plante verte mesurant 80 cm. On lui conseille de la tailler tous les ans, au mois de mars, en coupant un quart de sa hauteur. La plante poussera alors de 30 cm au cours des douze mois suivants.

Dès qu'il rentre chez lui, Max taille sa plante.

1. Quelle sera la hauteur de la plante en mars 2016 avant que Max ne la taille ?
2. Pour tout entier naturel  $n$ , on note  $h_n$  la hauteur de la plante, avant sa taille, en mars de l'année  $(2015 + n)$ .
  - a. Justifier que, pour tout entier naturel  $n$ ,  $h_{n+1} = 0,75h_n + 30$ .
  - b. Conjecturer à l'aide de la calculatrice le sens de variations de la suite  $(h_n)$ .  
Démontrer cette conjecture (on pourra utiliser un raisonnement par récurrence).
  - c. La suite  $(h_n)$  est-elle convergente ? Justifier la réponse.

### EXERCICE 3 (6 points)

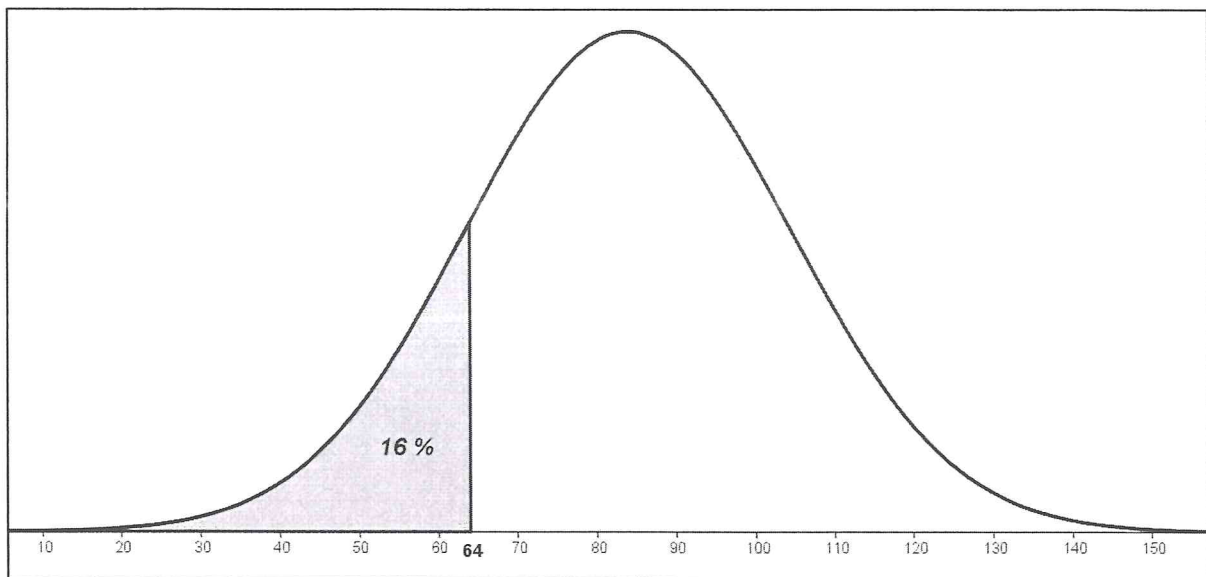
*Commun à tous les candidats*

Les parties A et B peuvent être traitées indépendamment.

#### Partie A Étude de la durée de vie d'un appareil électroménager

Des études statistiques ont permis de modéliser la durée de vie, en mois, d'un type de lave-vaisselle par une variable aléatoire  $X$  suivant une loi normale  $\mathcal{N}(\mu, \sigma^2)$  de moyenne  $\mu = 84$  et d'écart-type  $\sigma$ . De plus, on a  $P(X \leq 64) = 0,16$ .

La représentation graphique de la fonction densité de probabilité de  $X$  est donnée ci-dessous.



1.
  - a. En exploitant le graphique, déterminer  $P(64 \leq X \leq 104)$ .
  - b. Quelle valeur approchée entière de  $\sigma$  peut-on proposer ?
  
2. On note  $Z$  la variable aléatoire définie par  $Z = \frac{X - 84}{\sigma}$ .
  - a. Quelle est la loi de probabilité suivie par  $Z$  ?
  - b. Justifier que  $P(X \leq 64) = P\left(Z \leq \frac{-20}{\sigma}\right)$ .
  - c. En déduire la valeur de  $\sigma$ , arrondie à  $10^{-3}$ .
  
3. Dans cette question, on considère que  $\sigma = 20,1$ .  
Les probabilités demandées seront arrondies à  $10^{-3}$ .
  - a. Calculer la probabilité que la durée de vie du lave-vaisselle soit comprise entre 2 et 5 ans.
  - b. Calculer la probabilité que le lave-vaisselle ait une durée de vie supérieure à 10 ans.

## Partie B Étude de l'extension de garantie d'El'Ectro

Le lave-vaisselle est garanti gratuitement pendant les deux premières années.

L'entreprise El'Ectro propose à ses clients une extension de garantie de 3 ans supplémentaires.

Des études statistiques menées **sur les clients qui prennent l'extension de garantie** montrent que 11,5% d'entre eux font jouer l'extension de garantie.

1. On choisit au hasard 12 clients parmi ceux ayant pris l'extension de garantie (on peut assimiler ce choix à un tirage au hasard avec remise vu le grand nombre de clients).
  - a. Quelle est la probabilité qu'exactly 3 de ces clients fassent jouer cette extension de garantie ? Détailler la démarche en précisant la loi de probabilité utilisée. Arrondir à  $10^{-3}$ .
  - b. Quelle est la probabilité qu'au moins 6 de ces clients fassent jouer cette extension de garantie ? Arrondir à  $10^{-3}$ .
2. L'offre d'extension de garantie est la suivante : pour 65 euros supplémentaires, El'Ectro remboursera au client la valeur initiale du lave-vaisselle, soit 399 euros, **si une panne irréparable survient entre le début de la troisième année et la fin de la cinquième année**. Le client ne peut pas faire jouer cette extension de garantie si la panne est réparable.

On choisit au hasard un client parmi les clients ayant souscrit l'extension de garantie, et on note  $Y$  la variable aléatoire qui représente le gain algébrique en euros réalisé sur ce client par l'entreprise El'Ectro, grâce à l'extension de garantie.

  - a. Justifier que  $Y$  prend les valeurs 65 et  $-334$  puis donner la loi de probabilité de  $Y$ .
  - b. Cette offre d'extension de garantie est-elle financièrement avantageuse pour l'entreprise ? Justifier.

## EXERCICE 4 (5 points)

*Candidats ayant suivi l'enseignement de spécialité*

Les nombres de la forme  $2^n - 1$  où  $n$  est un entier naturel non nul sont appelés **nombres de Mersenne**.

1. On désigne par  $a$ ,  $b$  et  $c$  trois entiers naturels non nuls tels que  $\text{PGCD}(b, c) = 1$ .

Prouver, à l'aide du théorème de Gauss, que :

si  $b$  divise  $a$  et  $c$  divise  $a$  alors le produit  $bc$  divise  $a$ .
2. On considère le nombre de Mersenne  $2^{33} - 1$ .

Un élève utilise sa calculatrice et obtient les résultats ci-dessous.

$(2^{33}-1) \div 3$	2863311530
$(2^{33}-1) \div 4$	2147483648
$(2^{33}-1) \div 12$	715827882.6
□	

Il affirme que 3 divise  $2^{33} - 1$  et 4 divise  $2^{33} - 1$  et 12 ne divise pas  $2^{33} - 1$ .

- En quoi cette affirmation contredit-elle le résultat démontré à la question 1. ?
  - Justifier que, en réalité, 4 ne divise pas  $2^{33} - 1$ .
  - En remarquant que  $2 \equiv -1 \pmod{3}$ , montrer que, en réalité, 3 ne divise pas  $2^{33} - 1$ .
  - Calculer la somme  $S = 1 + 2^3 + (2^3)^2 + (2^3)^3 + \dots + (2^3)^{10}$ .
  - En déduire que 7 divise  $2^{33} - 1$ .
- On considère le nombre de Mersenne  $2^7 - 1$ . Est-il premier ? Justifier.
  - On donne l'algorithme suivant où  $\text{MOD}(N, k)$  représente le reste de la division euclidienne de  $N$  par  $k$ .

Variables :	$n$ entier naturel supérieur ou égal à 3 $k$ entier naturel supérieur ou égal à 2
Initialisation :	Demander à l'utilisateur la valeur de $n$ . Affecter à $k$ la valeur 2 .
Traitement :	Tant que $\text{MOD}(2^n - 1, k) \neq 0$ et $k \leq \sqrt{2^n - 1}$ Affecter à $k$ la valeur $k + 1$ Fin de Tant que.
Sortie :	<b>Afficher</b> $k$ . Si $k > \sqrt{2^n - 1}$ <b>Afficher</b> « CAS 1 » Sinon <b>Afficher</b> « CAS 2 » Fin de Si

- Qu'affiche cet algorithme si on saisit  $n = 33$  ? Et si on saisit  $n = 7$  ?
- Que représente le CAS 2 pour le nombre de Mersenne étudié ? Que représente alors le nombre  $k$  affiché pour le nombre de Mersenne étudié ?
- Que représente le CAS 1 pour le nombre de Mersenne étudié ?