Ce document a été mis en ligne par l'organisme FormaV®.

Toute reproduction, représentation ou diffusion, même partielle, sans autorisation préalable, est strictement interdite.

Pour consulter tous nos sujets d'annales et corrigés du Bac Général Maths + SES, veuillez visiter :
bac-maths-ses.fr/annales-sujets-et-corriges

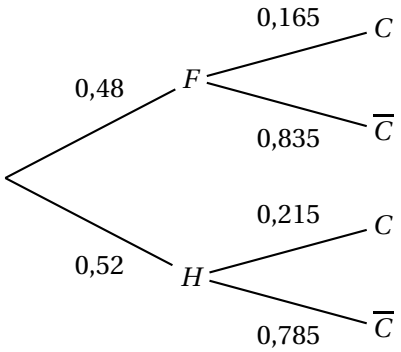
# Corrigé du baccalauréat Centres étrangers gr. I Sujet 2 19 mai 2022

## ÉPREUVE D'ENSEIGNEMENT DE SPÉCIALITÉ

Le sujet propose 4 exercices
Le candidat choisit 3 exercices parmi les 4 et **ne doit traiter que ces 3 exercices**

**EXERCICE 1 (7 points)** **Thèmes : probabilités**

**1.** L'arbre complété avec les valeurs disponibles :




**2.** Calculons $p(C \cap F)$ : $p(C \cap F) = p_F(C) \times p(F) = 0,165 \times 0,48 = 0,0792$

**3.** **a.** Utilisons la formule des probabilités totales pour calculer $p(C)$ :
$p(C) = p(C \cap F) + p\left(C \cap \overline{F}\right) = p_F(C) \times p(F) + p_{\overline{F}}(C) \times p\left(\overline{F}\right) = 0,165 \times 0,48 + 0,215 \times 0,52 = 0,191$.

**b.** Si les évènements $F$ et $C$ sont indépendants, alors $p(F \cap C) = p(F) \times p(C)$.
$p(F \cap C) = 0,0792$ et $p(F) \times p(C) = 0,48 \times 0,191 = 0,09168$.
Ces deux résultats sont différents. Les évènements $F$ et $C$ ne sont pas indépendants.

**4.** D'après la formule de Bayes : $p_C(F) = \dfrac{p(F \cap C)}{p(C)} = \dfrac{0,0792}{0,191} \approx 0,4147$.

La probabilité de choisir une femme sachant qu'elle est cadre est égale à 0,4147.

**5.** **a.** Il s'agit là d'un schéma de Bernoulli : la répétition de 15 expériences aléatoires n'ayant que deux issues, identiques et indépendantes entre elles. Si on note par $X$ la variable aléatoire donnant le nombre de cadres dans l'échantillon, alors $X$ suit donc une loi binomiale de paramètres $n = 15$ et $p = 0,191$ : $X \sim \mathscr{B}(15\ ;\ 0,191)$

**b.** $p(X \leqslant 1) = p(X = 0) + p(X = 1) = \binom{15}{0} \times 0,191^0 \times (1-0,191)^{15} + \binom{15}{1} \times 0,191^1 \times (1-0,191)^{15-1}$
$\approx 0,1890$.

**c.** $E(X) = n \times p = 15 \times 0,191 = 2,865$.

**6.** Soit $n \in \mathbb{N}$.. Cherchons la plus petite valeur de $n$ telle que $p(X \geqslant 1) \geqslant 0,99$.

$p(X \geqslant 1) \geqslant 0,99 \iff \iff 1 - p(X < 1) \geqslant 0,99 \iff 1 - p(X = 0) \geqslant 0,99 \iff -p(X = 0) \geqslant -0,01$
$\iff p(X = 0) \leqslant 0,01 \iff (1-0,191)^n \leqslant 0,01 \iff 0,809^n \leqslant 0,01$.

La fonction $x \mapsto \ln(x)$ est strictement croissante sur $\mathbb{R}_+^*$ donc

$0,809^n \leqslant 0,01 \iff \ln(0,809^n) \leqslant \ln(0,01) \iff n \times \ln(0,809) \leqslant \ln(0,01)$
$\iff n \geqslant \dfrac{\ln(0,01)}{\ln(0,809)}$ car $\ln(0,809) < 0$.

À la calculatrice : $\dfrac{\ln(0,01)}{\ln(0,809)} \approx 21,73$ donc $n \geqslant 22$.

Il faudra donc que la taille de l'échantillon choisi soit supérieure ou égale à 22.

**EXERCICE 2 6 points** **Thème : Géométrie dans l'espace**

On munit l'espace du repère orthonormé $\left(A\,;\,\overrightarrow{AB},\,\overrightarrow{AD},\,\overrightarrow{AE}\right)$. Dans ce repère, les points notés ont pour coordonnées :
A(0 ; 0 ; 0), B(1 ; 0 ; 0), C(1 ; 1 ; 0), D(0 ; 1 ; 0), E(0 ; 0 ; 1), F(1 ; 0 ; 1), G(1 ; 1 ; 1) et H(0 ; 1 ; 1)

**1.** **a.** Les droites (AH) et (ED) sont les deux diagonales du carré ADHE. Ces diagonales sont perpendiculaires. Donc (AH)$\perp$(ED).

**b.** CDHG est un carré donc (GH) est perpendiculaire à (DH) ;
EFGH est un carré donc (GH) est perpendiculaire à (EH).
La droite (GH) perpendiculaire à deux droites sécantes du plan (EDH) est orthogonale à ce plan (EDH).

**c.** Nous savons d'une part, que les droites (ED) et (AH) sont perpendiculaires, et d'autre part que les droites (ED) et (HG) le sont aussi. De plus les droites (HG) et (AH) sont sécantes et non confondues, donc elles définissent deux direction distinctes du plan (AGH). Donc comme la droite (ED) est perpendiculaire à ces deux dernières droites, alors (ED) est perpendiculaire au plan (AGH)

**2.** $\overrightarrow{ED}\begin{pmatrix}0\\1\\-1\end{pmatrix}$. $\overrightarrow{ED}$ est normal au plan (AGH).

Le plan (AGH) a pour équation cartésienne : $ax+by+cz+d=0$, où $(a\,;\,b\,;\,c)$ sont les cordonnées d'un vecteur normal au plan. En prenant comme vecteur normal le vecteur $\vec{n}$, on obtient : (ART) : $0x+y-z+d=0$ soit $y-z+d=0$.

Or A $\in$ (ART) donc $0-0+d=0$ donc $d=0$. Donc (AGH) a pour équation $y-z=0$.

**3.** **a.** $\overrightarrow{EL}\begin{pmatrix}\frac{2}{3}\\1\\-1\end{pmatrix}$. La droite (EL) passant par E et de vecteur directeur $\overrightarrow{EL}$ a pour représentation cartésienne : $\begin{cases} x &= 0+\frac{2}{3}\times k\\ y &= 0+1\times k\\ z &= 1+(-1)\times k\end{cases}$, avec $k$ soit $\begin{cases} x &= \frac{2}{3}k\\ y &= k\\ z &= 1-k\end{cases}$, avec $k\in\mathbb{R}$.

**b.** Les coordonnées du point d'intersection de (EL) et (AGH) sont les solutions du système : $\begin{cases} x=\frac{2}{3}k\\ y=k\\ z=1-k\\ y-z=0\end{cases}$ .En remplaçant $y$ et $z$ dans la troisième équation, nous obtenons :

$y-z=0 \iff k-(1-k)=0 \iff 2k-1=0 \iff k=\dfrac{1}{2}$.

Donc $x=\dfrac{2}{3}\times\dfrac{1}{2}=\dfrac{1}{3}$, $y=\dfrac{1}{2}$ et $z=1-\dfrac{1}{2}=\dfrac{1}{2}$.

Les coordonnées du point d'intersection de (EL) et (AGH) sont : $\left(\dfrac{1}{3}\,;\,\dfrac{1}{2}\,;\,\dfrac{1}{2}\right)$.

**c.** K appartient au plan (AGH) : en effet $y-z=0$.

De plus le vecteur $\overrightarrow{LK}$ a pour coordonnées $\begin{pmatrix}0\\-\frac{1}{2}\\\frac{1}{2}\end{pmatrix}$.

On remarque alors que $\overrightarrow{\text{LK}} = -\frac{1}{2}\overrightarrow{\text{ED}}$ donc les vecteurs $\overrightarrow{\text{LK}}$ et $\overrightarrow{\text{ED}}$ sont colinéaires, donc le vecteur $\overrightarrow{\text{LK}}$ est normal au plan (AGH). K est donc le projeté orthogonal du point L sur le plan (AGH).

**d.** La distance du point L au plan AGH est égale à la distance LK :

$\text{LK} = \left\|\overrightarrow{\text{LK}}\right\| = \sqrt{0^2 + \left(-\frac{1}{2}\right)^2 + \left(\frac{1}{2}\right)^2} = \sqrt{\frac{1}{2}} = \frac{\sqrt{2}}{2}$ unité de longueur.

**e.** Une hauteur de LAGH est [LK]. La base correspondante est AGH, triangle rectangle en H.

$\mathcal{V}_{\text{LAGH}} = \frac{1}{3} \times \mathcal{A}_{\text{AGH}} \times \text{LK}$ avec $\mathcal{A}_{\text{AGH}} = \frac{\text{AH} \times \text{HG}}{2}$.

De plus AH $= \sqrt{2}$ (diagonale d'un carré de côté 1) et HG = 1. Donc $\mathcal{A}_{\text{AGH}} = \frac{1 \times \sqrt{2}}{2} = \frac{\sqrt{2}}{2}$ unité d'aire.

Donc $\mathcal{V}_{\text{LAGH}} = \frac{1}{3} \times \frac{\sqrt{2}}{2} \times \frac{\sqrt{2}}{2} = \frac{1}{6}$ unité de volume.

## EXERCICE 3 6 points — Thème : Fonctions ; Suites

**1.** La fonction $g$ est continue et dérivable. $\forall x \in \mathbb{R}$, $f'(x) = 1\,000x^{999} + 1$.

La fonction $g'$ est continue et dérivable. $\forall x \in \mathbb{R}$, $g''(x) = 999 \times 1\,000x^{998} = 999\,000x^{998}$.

$\forall x \in \mathbb{R}$, $999\,000x^{998} \geqslant 0$ et $g''$ s'annule sans changer de signe sur $\mathbb{R}$.

La fonction $g$ est donc convexe sur $\mathbb{R}$. **Réponse b**

**2.** D'après la représentation graphique de $f'$, on peut affirmer que $f'(0) = 1$. La pente de la tangente à $\mathscr{C}$ au point d'abscisse 0 est égale à 1. Toute droite ayant la même pente est donc parallèle à cette tangente. C'est le cas de la droite d'équation $y = x$.

**Réponse a**

**3.** On considère la suite $(u_n)$ définie pour tout entier naturel $n$ par $u_n = \frac{(-1)^n}{n+1}$.

$\forall n \in \mathbb{N}$, $-1 \leqslant (-1)^n \leqslant 1$ donc $-\frac{1}{n+1} \leqslant u_n \leqslant \frac{1}{n+1}$.

Or $\forall n \in \mathbb{N}$, $n+1 \geqslant 1$ donc $\frac{1}{n+1} \leqslant 1$ et $-\frac{1}{n+1} \geqslant -1$.

Donc $\forall n \in \mathbb{N}$, $-1 \leqslant u_n \leqslant 1$. La suite $(u_n)$ est donc bornée.

**Réponse c**

**4.** Soit $(v_n)$ une suite telle que $v_0 = k$ et $\forall n \in \mathbb{N}$, $v_n \times v_{n+1} < 0$. Cette inégalité nous permet d'affirmer que $\forall n \in \mathbb{N}$, deux termes consécutifs $v_n$ et $v_{n+1}$ sont de signes opposés. Donc les termes $v_{n+1}$ et $v_{n+2}$ le sont aussi. Donc on peut en déduire que $\forall n \in \mathbb{N}$, $v_n$ et $v_{n+2}$ sont de même signe.

Donc $v_0$, $v_2$, ..., $v_{2k}$, avec $k \in \mathbb{N}$ (tous les termes de rangs pairs), sont de même signe, donc du signe de $k$.

**Réponse c**

**5.** On considère la suite $(w_n)$ définie pour tout entier naturel $n$ par $w_{n+1} = 2w_n - 4$ et $w_2 = 8$.

Donc $\forall n \in \mathbb{N}$, $w_n = \frac{w_{n+1} + 4}{2}$.

$w_1 = \frac{w_2 + 4}{2} = \frac{8+4}{2} = 6$ et $w_0 = \frac{w_1 + 4}{2} = \frac{6+4}{2} = 5$ **Réponse b**

**6.** Il est facile de démontrer par récurrence que $\forall n \in \mathbb{N}$, $a_n > 0$ car $\dfrac{\mathrm{e}^n}{\mathrm{e}^n+1} > 0$ et $a_0 > 0$.

$\forall n \in \mathbb{N}$, $\mathrm{e}^n < \mathrm{e}^n + 1$ donc $\dfrac{\mathrm{e}^n}{\mathrm{e}^n+1} < 1$ donc $\dfrac{\mathrm{e}^n}{\mathrm{e}^n+1} a_n < a_n$ donc $a_{n+1} < a_n$. La suite $(a_n)$ est donc strictement décroissante. **Réponse b**

**7.** D'après l'énoncé, nous savons que le nombre de cellules double à chaque intervalle de temps écoulé. Cherchons le premier entier $n$ tel que $2^n \geqslant 4000$. La fonction $x \mapsto \ln(x)$ est strictement croissante sur $\mathbb{R}_+^*$ donc

$2^n \geqslant 4000 \iff \ln(2^n) \geqslant \ln(4000) \iff n \times \ln(2) \geqslant \ln(4000) \iff n \geqslant \dfrac{\ln(4000)}{\ln(2)}$.

À la calculatrice : $\dfrac{\ln(4000)}{\ln(2)} \approx 11{,}97$ donc $n \geqslant 12$.

Il s'est donc écoulé 12 intervalles de temps pour que le nombre de cellules atteigne 4000 en 4 heures. Chaque intervalle de temps est donc : $\dfrac{4 \times 60}{12} = 20$ (min.). **Réponse c**

**EXERCICE 4 6 points Thème : Fonctions, Fonction exponentielle, Fonction logarithme ; Suites**

**Partie A**

**1.** La fonction $x \mapsto \mathrm{e}^{-x}$ est continue en 0 et $\mathrm{e}^{-0} = 1$. $\lim\limits_{\substack{x \to 0 \\ x>0}} \ln(x) = -\infty$ donc $\lim\limits_{\substack{x \to 0 \\ x>0}} f(x) = -\infty$

**2.** La fonction $f$ est continue et dérivable sur $]0\,;\,1]$.

$\forall x \in ]0\,;\,1]$, $f'(x) = -\mathrm{e}^{-x} + \dfrac{1}{x} = \dfrac{-x\mathrm{e}^{-x}+1}{x} = \dfrac{1-x\mathrm{e}^{-x}}{x}$

**3.** La fonction $x \mapsto \mathrm{e}^{-x}$ est continue, dérivable de dérivée $x \mapsto -\mathrm{e}^{-x}$. Or $\forall x \in ]0\,;\,1]$, $-\mathrm{e}^{-x} < 0$. donc la fonction $x \mapsto \mathrm{e}^{-x}$ est strictement décroissante sur $]0\,;\,1]$.

Donc $\forall x \in ]0\,;\,1]$, : $e^{-1} \leqslant \mathrm{e}^{-x} < \mathrm{e}^0 < 1$ donc $0 < \mathrm{e}^{-x} < \mathrm{e}^0 < 1$. De plus $0 < x \leqslant 1$ donc $0 < x\mathrm{e}^{-x} < 1$.

Cela signifie que $\forall x \in ]0\,;\,1]$, $1 - x\mathrm{e}^{-x} > 0$ donc $f'(x) > 0$ donc $f$ est strictement croissante sur $]0\,;\,1]$. $f(1) = \mathrm{e}^{-1} + \ln(1) = \mathrm{e}^{-1}$.

Ci-dessous le tableau de variation de la fonction $f$ :

| $x$ | 0 | | 1 |
|---|---|---|---|
| $f'(x)$ | ‖ | + | |
| $f$ | $-\infty$ ‖ | ↗ | $\mathrm{e}^{-1}$ |

**4.** La fonction $f$ est continue et strictement croissante sur $]0\,;\,1]$ à valeurs dans $]-\infty\,;\,\mathrm{e}^{-1}]$. Or $0 \in ]-\infty\,;\,\mathrm{e}^{-1}]$ donc d'après le corollaire du théorème des valeurs intermédiaires, l'équation $f(x) = 0$ admet une unique solution, notée $\ell$, dans $]0\,;\,1]$.

À la calculatrice : $\ell \approx 0{,}567$.

**Partie B**

On définit deux suites $(a_n)$ et $(b_n)$ par :

$$\begin{cases} a_0 = \dfrac{1}{10} \\ b_0 = 1 \end{cases} \text{ et, pour tout entier naturel } n, \begin{cases} a_{n+1} = \mathrm{e}^{-b_n} \\ b_{n+1} = \mathrm{e}^{-a_n} \end{cases}$$

**1.** **a.** $a_1 = \mathrm{e}^{-b_0} = \mathrm{e}^{-1} \approx 0,37$ et $b_1 = \mathrm{e}^{a_0} = \mathrm{e}^{-\frac{1}{10}} \approx 0,90$.

**b.** Pour utiliser en Python la fonction exponentielle, il faut charger en premier la fonction *exp()* de la librairie "math" : *from math import exp*.

```
from math import exp
def termes(n) :
  a = 1/10
  b = 1
  for k in range(0, n) :
    c = exp(-b)
    b = exp(-a)
    a = c
  return(a, b)
```

**2.** **a.** Montrons par récurrence que $\forall n \in \mathbb{N}$, $0 < a_n \leqslant a_{n+1} \leqslant b_{n+1} \leqslant b_n \leqslant 1$.

*Initialisation :* $a_0 = \dfrac{1}{10}$ $a_1 = \mathrm{e}^{-1} = \dfrac{1}{\mathrm{e}}$ $b_0 = 1 = \mathrm{e}^0$ $b_1 = \mathrm{e}^{-\frac{1}{10}}$.

La fonction $x \mapsto \mathrm{e}^x$ est strictement croissante sur $\mathbb{R}$ et $-1 \leqslant -\dfrac{1}{10} \leqslant 0$ donc , $\mathrm{e}^{-1} \leqslant \mathrm{e}^{-\frac{1}{10}} \leqslant \mathrm{e}^0$ et $\dfrac{1}{\mathrm{e}} > \dfrac{1}{10}$ donc on peut alors affirmer que $0 < a_0 \leqslant a_1 \leqslant b_1 \leqslant b_0 \leqslant 1$.

L'initialisation est vérifiée.

*Hérédité :* Soit $n \in \mathbb{N}^*$, et supposons que $0 < a_n \leqslant a_{n+1} \leqslant b_{n+1} \leqslant b_n \leqslant 1$.

Montrons que $0 < a_{n+1} \leqslant a_{n+2} \leqslant b_{n+2} \leqslant b_{n+1} \leqslant 1$.

La fonction $x \longmapsto \mathrm{e}^{-x}$ est décroissante sur $\mathbb{R}$. Donc

$0 < a_n \leqslant a_{n+1} \leqslant b_{n+1} \leqslant b_n \leqslant 1 \iff \mathrm{e}^{-0} > \mathrm{e}^{-a_n} \geqslant \mathrm{e}^{-a_{n+1}} \geqslant \mathrm{e}^{-b_{n+1}} \geqslant \mathrm{e}^{-b_n} \geqslant \mathrm{e}^{-1}$

soit $0 < \mathrm{e}^{-1} \leqslant \mathrm{e}^{-b_n} \leqslant \mathrm{e}^{-b_{n+1}} \leqslant \mathrm{e}^{-a_{n+1}} \leqslant \mathrm{e}^{-a_n} < 1 \leqslant 1$ donc

$0 < a_{n+1} \leqslant a_{n+2} \leqslant b_{n+2} \leqslant b_{n+1} \leqslant 1$. On obtient ce qu'il fallait démontrer.

L'hérédité est démontrée.

*Conclusion :* La proposition est vraie au rang 0 et si elle est vraie au rang $n$, elle l'est aussi au rang $n+1$. D'après l'axiome de récurrence, $\forall n \in \mathbb{N}$, $0 < a_n \leqslant a_{n+1} \leqslant b_{n+1} \leqslant b_n \leqslant 1$.

**b.** Nous venons de montrer que $\forall n \in \mathbb{N}$, $0 < a_n \leqslant a_{n+1} \leqslant 1$ et que $0 \leqslant b_{n+1} \leqslant b_n \leqslant 1$.

La suite $(a_n)$ est croissante et majorée par 1. D'après le théorème de convergence monotone, la suite $(a_n)$ converge.

De même, la suite $(b_n)$ est décroissante et minorée par 0. D'après le théorème de convergence monotone, la suite $(b_n)$ converge.

**3.** **a.** $A = \mathrm{e}^{-B}$ et $B = \mathrm{e}^{-A}$.

$A = \mathrm{e}^{-B} \iff \ln(A) = -B = -\mathrm{e}^{-A}$ donc $\ln(A) + \mathrm{e}^{-A} = 0$ donc $f(A) = 0$.

**b.** De même $B = \mathrm{e}^{-A} \iff \ln(B) = -A = -\mathrm{e}^{B}$ donc $\ln(B) + \mathrm{e}^{-B} = 0$ donc $f(B) = 0$.

Donc A et B sont deux solutions de l'équation $f(x) = 0$. Or d'après la question A.4, cette équation admet une unique solution, donc $A = B$ et $A - B = 0$.

Copyright © 2027 FormaV®. Tous droits réservés.

FormaV® est une marque déposée auprès de l'INPI sous le numéro 5227897.

Ce document a été élaboré par FormaV® avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV®, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV® se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.