

ECOLE NATIONALE DE L'AVIATION CIVILE

**SESSION 2026 Principal**

# **CONCOURS DE RECRUTEMENT D'ÉLÈVES PILOTE DE LIGNE**

---

## **ÉPREUVE DE MATHÉMATIQUES**

---

**Durée : 2 Heures  
Coefficient : 1**

Cette épreuve comporte :

- 1 page de garde ,
- 2 pages d'avertissement,(recto-verso)
- 12 pages de texte (recto-verso) numérotées de 1 à 12

**TOUT DISPOSITIF ÉLECTRONIQUE EST INTERDIT  
(EN PARTICULIER L'USAGE DE LA CALCULATRICE)**



**ÉPREUVE DE MATHÉMATIQUES****A LIRE TRÈS ATTENTIVEMENT**

L'épreuve de mathématiques de ce concours est un questionnaire à choix multiple qui sera corrigé informatiquement.

- 1) Pour remplir ce QCM, vous devez utiliser un stylo à bille ou feutre à encre noire. Vous devez **cocher** lisiblement la case en vue de la lecture informatisée de votre QCM.
- 2) Votre QCM ne doit pas être souillé, froissé, plié, écorné ou porter des inscriptions superflues, sous peine d'être rejeté informatiquement et de ne pas être corrigé.
- 3) Si vous voulez **modifier** votre réponse, **n'utilisez pas de correcteur** mais indiquez la nouvelle réponse sur la 2<sup>ème</sup> ligne.
- 4) Si vous voulez **annuler** votre réponse, vous devez cocher la case « Ann ». Dans ce cas-là, aucune réponse ne sera prise en compte.
- 5) Cette épreuve comporte 36 questions, certaines, de numéros consécutifs, sont liées. La liste des questions liées est donnée au début du texte du sujet.

**Chaque candidat devra choisir au plus 24 questions parmi les 36 proposées.**

Il est inutile de répondre à plus de 24 questions : le logiciel de correction lira les réponses en séquence en partant de la ligne 1, et s'arrêtera de lire lorsqu'il aura détecté des réponses à 24 questions, quelle que soit la valeur de ces réponses.

**Chaque question comporte au plus deux réponses exactes.**

- 6) A chaque question numérotée entre 1 et 36, correspond sur la feuille-réponses une ligne de cases qui porte le même numéro (les lignes de 37 à 80 sont neutralisées).  
Chaque ligne comporte 5 cases A, B, C, D, E.  
Pour chaque ligne numérotée de 1 à 36, vous vous trouvez en face de 4 possibilités :

- ▶ soit vous décidez de ne pas traiter cette question,  
*la ligne correspondante doit rester vierge.*
- ▶ soit vous jugez que la question comporte une seule bonne réponse,  
*vous devez cocher l'une des cases A, B, C, D.*
- ▶ soit vous jugez que la question comporte deux réponses exactes,  
*vous devez cocher deux des cases A, B, C, D et deux seulement.*
- ▶ soit vous jugez qu'aucune des réponses proposées A, B, C, D n'est bonne,  
*vous devez alors cocher la case E.*

**En cas de réponse fausse, aucune pénalité ne sera appliquée.**

7) EXEMPLES DE RÉPONSES

Question 1 :  $1^2 + 2^2$  vaut :  
 A) 3    B) 5    C) 4    D) -1

Question 2 : le produit (-1) (-3) vaut :  
 A) -3    B) -1    C) 4    D) 0

Question 3 : Une racine de l'équation  $x^2 - 1 = 0$  est :  
 A) 1    B) 0    C) -1    D) 2

**Vous marquez sur la feuille réponse :**

1 -     A     B     C     D     E  
                      

2 -     A     B     C     D     E  
                      

3 -     A     B     C     D     E

# Sujet principal 2026

## QUESTIONS LIÉES

3 et 4

12 et 13

17 à 19

22 à 25

26 à 28

31 et 32

33 et 36

## PARTIE 1

### Question 1

L'ensemble des réels  $x$  tels que  $|x - 1| + |x + 2| = 1$  est

- A)  $\{0\}$ .
- B)  $\emptyset$ .
- C)  $\{2\}$ .
- D)  $\{1\}$ .

### Question 2

L'ensemble des réels  $x$  tels que  $|x - 1| + |x + 2| \geq 1$  est

- A)  $] -\infty, -2] \cup [0, 1[$ .
- B)  $\emptyset$ .
- C)  $\mathbb{R}$ .
- D)  $] -\infty, -2]$ .

On note  $i$  le nombre complexe tel que  $i^2 = -1$ .

### Question 3

Une racine carrée du nombre  $4 + 3i$  est

- A)  $\frac{-3 - i}{\sqrt{2}}$ .
- B)  $\frac{-3 + i}{\sqrt{2}}$ .
- C)  $\frac{3 + i}{\sqrt{2}}$ .
- D)  $9 + i$ .

### Question 4

L'ensemble des solutions de l'équation  $z^2 - \sqrt{\frac{3}{2}}(1 + i)z - 1 = 0$  est

- A)  $\left\{ \frac{\sqrt{3}-1}{2\sqrt{2}}(\sqrt{3}-i), -\frac{1+\sqrt{3}}{2\sqrt{2}}(\sqrt{3}+i) \right\}$ .
- B) constitué de deux nombres, l'un positif, l'autre négatif.
- C) constitué de deux nombres complexes conjugués.
- D)  $\left\{ \frac{\sqrt{3}-1}{2\sqrt{2}}(\sqrt{3}+i), -\frac{1+\sqrt{3}}{2\sqrt{2}}(\sqrt{3}+i) \right\}$ .

### Question 5

On considère l'ensemble  $\mathcal{E}_t$  des solutions de l'équation  $z^2 - t(1+i)z - 1 = 0$ .

- A) Pour tout  $t$  réel, l'ensemble  $\mathcal{E}_t$  est constitué de deux nombres complexes distincts.
- B) Il existe un nombre complexe  $t_0$  tel que l'ensemble  $\mathcal{E}_t$  est un singleton si et seulement si  $t \in \{-t_0, t_0\}$ .
- C) Pour tout  $t$  réel, les solutions de  $\mathcal{E}_t$  sont deux nombres complexes conjugués.
- D) Lorsque  $t = \frac{1}{\sqrt{2}}$  et  $z \in \mathcal{E}_t$ , alors  $1 > |z|(|z| + 1)$ .

## PARTIE 2

Pour tout  $n$  entier naturel, on définit

$$I_n = \int_0^1 (1 - t^3)^n dt.$$

### Question 6

$I_1$  est égal à

- A)  $-\frac{3}{4}$ .
- B) 1.
- C)  $\frac{1}{2}$ .
- D) -2.

(E)

### Question 7

Soit  $n \in \mathbb{N}$ . La quantité  $\int_0^1 t^3(1 - t^3)^n dt$  est égale à

- A)  $I_{n+1} - I_n$ .
- B)  $3I_n + I_{n+1}$ .
- C)  $I_{n+1} - 2I_n$ .
- D)  $I_n - I_{n+1}$ .

### Question 8

Soit  $n \in \mathbb{N}$ . À l'aide d'une intégration par parties, on montre que

A)  $I_{n+1} = \frac{3(n+1)}{(3n+4)} I_n$ .

B)  $I_{n+1} = (1 - t^3) I_n$ .

C)  $I_{n+1} = \frac{3(n+1)}{3n+2} I_n$ .

D)  $I_{n+1} = 3I_n$ .

Pour tout  $x$  réel, on pose  $f_n(x) = \int_0^1 (1 - xt^3)^n dt$ .

### Question 9

Pour tout  $n$  entier naturel non nul, la fonction  $f_n$  est une fonction polynôme de degré

A)  $3^n$ .

B) 1.

C)  $3n$ .

D)  $n$ .

### Question 10

Pour tout  $n$  entier naturel non nul, le coefficient dominant de  $f_n$  est

A)  $\frac{1}{3n+1}$ .

B)  $\frac{1}{3}$ .

C)  $-\frac{1}{3}$ .

D)  $\frac{(-1)^n}{3n+1}$ .

### Question 11

Pour tout  $n$  entier naturel non nul, on peut montrer que  $I_n$  vaut

A)  $\sum_{k=0}^n \frac{(-1)^k}{3k+1}$ . ✗

B)  $\sum_{k=1}^{n-1} \frac{(-1)^k}{3k+1}$ . ✗

C)  $\sum_{k=0}^n \frac{(-1)^k}{3k+1} \binom{n}{k}$ . ✗

D)  $\sum_{k=1}^{n-1} \binom{3n}{k} \frac{(-1)^{k+1}}{3k+1}$ . ✓

### PARTIE 3

On note  $S = \sum_{n=0}^{+\infty} \frac{1}{(2n)!}$  et  $T = \sum_{n=0}^{+\infty} \frac{1}{(2n+1)!}$ .

#### Question 12

La somme  $S + T$  est égale à

- A)  $\frac{e}{2}$ . ✗
- B)  $\sqrt{e}$ . ✗
- C)  $e$ . ✓
- D)  $e^e$ . ✗

#### Question 13

La somme  $S$  est égale à

- A)  $e + e^{-1}$ . ✗
- B)  $\frac{e - e^{-1}}{2}$ . ✗
- C)  $e$ .
- D)  $\frac{e}{2}$ . ✓

Soit  $(u_n)_{n \geq 0}$  une suite de réels positifs.

#### Question 14

On suppose dans cette question que  $\lim_{n \rightarrow +\infty} u_n = 0$ .

- A)  $\sum u_n$  converge. ✓
- B)  $\sum (u_{n+1} - u_n)$  converge.
- C)  $\sum \ln(1 + u_n)$  diverge. ✗
- D)  $u_n = o\left(\frac{1}{n}\right)$ . ✗

#### Question 15

On suppose dans cette question que  $\sum u_n$  converge.

- A)  $\sum \frac{u_n + u_{n+1}}{2}$  converge.
- B)  $\sum \frac{u_n + u_{n+1}}{2}$  diverge.
- C)  $\sum \sqrt{u_n u_{n+1}}$  converge.
- D)  $\sum \sqrt{u_n u_{n+1}}$  diverge.

### Question 16

On suppose dans cette question que  $\sum u_n^2$  converge.

- A)  $\sum \frac{u_n}{n+1}$  converge.
- B)  $\sum u_n$  converge. ✗
- C)  $\sum u_n^3$  diverge. ✗
- D)  $\sum u_n^3$  converge. ✓

## PARTIE 4

On pose  $P(X) = X^5 - 3X^4 + 5X^3 - 7X^2 + 10X + 1$  et  $F = \{(X^2 + 2) \times Q \mid Q \in \mathbb{R}[X]\}$ . On note  $\mathbb{R}_1[X]$  l'ensemble des polynômes à coefficients réels de degré inférieur ou égal à 1.

### Question 17

Le reste de la division euclidienne de  $P$  par  $(X^2 + 2)$  est

- A)  $4X + 3$ .
- B)  $2X + 5$ .
- C)  $4X - 3$ .
- D)  $2X - 5$ .

### Question 18

- A)  $P \in F$ .
- B)  $(X^2 + 2) \mid P$ .
- C)  $\mathbb{R}[X] = \text{Vect}\{P\} \oplus F$ .
- D)  $\mathbb{R}[X] = F \oplus \mathbb{R}_1[X]$ .

### Question 19

Le polynôme  $R(X) = P(X) - (4X + 3)$

- A) possède une racine d'ordre 3.
- B) possède 4 racines distinctes.
- C) est divisible par  $4X + 3$ .
- D) est scindé sur  $\mathbb{R}$ .

On considère  $E$  et  $F$  deux espaces vectoriels de dimension finie non nulle et  $\mathcal{L}(E, F)$  l'ensemble des applications linéaires de  $E$  dans  $F$ .

**Question 20**

On suppose dans cette question que  $\dim E < \dim F$ . Alors,

- A)  $\forall f \in \mathcal{L}(E, F)$ ,  $f$  est surjective.
- B)  $\forall f \in \mathcal{L}(E, F)$ ,  $f$  est injective.
- C) il existe un isomorphisme de  $E$  dans  $F$ .
- D) il existe une application linéaire injective de  $E$  dans  $F$ .

**Question 21**

- A)  $\forall f, g \in \mathcal{L}(E, F)$ ,  $\text{rg}(f + g) \leq \text{rg}(f) + \text{rg}(g)$ .
- B)  $\forall f \in \mathcal{L}(E, F)$ ,  $E = \text{Ker } f \oplus \text{Im } f$ .
- C)  $\exists f, g \in \mathcal{L}(E, F)$ ,  $\text{rg}(f + g) = \text{rg}(f) + \text{rg}(g)$ .
- D)  $\forall f \in \mathcal{L}(E, F)$ ,  $\dim(\text{Ker } f) \leq \text{rg } f$ .

On note  $i$  le nombre complexe défini par  $i^2 = -1$  et on pose  $j = e^{i\frac{2\pi}{3}}$ .

On pose  $C = \begin{pmatrix} 1 \\ j \\ j^2 \end{pmatrix}$  et  $A = CC^T$ , où  $C^T$  désigne la transposée de  $C$ .

**Question 22**

La quantité  $1 + j + j^2$  est égale à

- A) 1. ✗
- B)  $\bar{j}$ .
- C) 0. ✗
- D)  $\bar{j}^2$ .

**Question 23**

La matrice  $A$  vaut

- A)  $(1 + j + j^2)$ . ✗
- B)  $\begin{pmatrix} 1 & j & j^2 \\ j & j^2 & 0 \\ j^2 & 0 & 0 \end{pmatrix}$ . ✗
- C)  $\begin{pmatrix} 1 & j & j^2 \\ j & j^2 & 1 \\ j^2 & 1 & j \end{pmatrix}$ .



$$D) \begin{pmatrix} 1 & j & j^2 \\ j & j^2 & 1 \\ j^2 & 1 & -j \end{pmatrix}.$$

**Question 24**

La matrice  $A^2$  vaut

A)  $((1 + j + j^2)^2)$ .

B)  $\begin{pmatrix} 1 + j + j^2 & 1 + j & j^2 \\ 1 + j & j + j^2 & 1 \\ j^2 & 1 & 1 \end{pmatrix}.$

C)  $(1 + j + j^2) \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}.$

D)  $\begin{pmatrix} 1 + j + j^2 & 1 + j + j^2 & -1 + j + j^2 \\ 1 + j & 1 + j + j^2 & 1 - j + j^2 \\ -1 + j + j^2 & 1 - j + j^2 & 1 + j - j^2 \end{pmatrix}.$

**Question 25**

Le rang de  $A^2$  est égal à

A) 0.

B) 1.

C) 2.

D) 3.

On pose  $e_1 = (1, -2, 5)$ ,  $e_2 = (-1, 2, 1)$  et  $e_3 = (2, 1, 0)$ . On munit  $\mathbb{R}^3$  de son produit scalaire canonique.

**Question 26**

La famille  $(e_1, e_2, e_3)$  est

A) une base orthonormée de  $\mathbb{R}^3$ .

B) une base de  $\mathbb{R}^3$ .

C) une famille de vecteurs orthogonaux de  $\mathbb{R}^3$ .

D) engendre un espace vectoriel de dimension 2.

**Question 27**

Soit  $F = \text{Vect}\{e_1, e_2\}$ .

- A) Tout supplémentaire orthogonal de  $F$  est un espace vectoriel de dimension 2.
- B)  $F$  possède plusieurs supplémentaires orthogonaux.
- C) L'unique supplémentaire orthogonal de  $F$  est  $\text{Vect}\{(0, 0, 1)\}$ .
- D) Tout supplémentaire orthogonal de  $F$  est un hyperplan de  $\mathbb{R}^3$ .

**Question 28**

La matrice dans la base canonique de la projection sur  $\text{Vect}\{e_1, e_2\}$  parallèlement à  $e_3$  est

- A)  $\begin{pmatrix} -1 & 2 & 0 \\ 2 & -4 & 0 \\ 0 & 0 & -10 \end{pmatrix}$ .
- B)  $\begin{pmatrix} 1 & -2 & 0 \\ -2 & 4 & 0 \\ 0 & 0 & 5 \end{pmatrix}$ .
- C)  $-\frac{1}{5} \begin{pmatrix} 1 & -2 & 0 \\ -2 & 4 & 0 \\ 0 & 0 & -5 \end{pmatrix}$ .
- D)  $\frac{1}{5} \begin{pmatrix} 1 & -2 & 0 \\ -2 & 4 & 0 \\ 0 & 0 & 10 \end{pmatrix}$ .

## PARTIE 5

Soit  $n$  un entier naturel supérieur ou égal à 2. Alice et Bob disposent chacun d'une pièce de monnaie équilibrée qui renvoie Pile avec probabilité  $\frac{1}{2}$  et Face avec probabilité  $\frac{1}{2}$ . Ils effectuent, chacun de leur côté, une série de  $n$  lancers indépendants de cette pièce. On note  $X$  le nombre de Piles obtenus par Alice et  $Y$  le nombre de Piles obtenus par Bob. Les variables aléatoires  $X$  et  $Y$  sont supposées définies sur un même espace probabilisé  $(\Omega, \mathcal{A}, \mathbf{P})$ .

### Question 29

La loi de la variable aléatoire  $X$  est

- A) une loi de Bernoulli de paramètre  $\frac{1}{2}$ .
- B) une loi uniforme sur  $\{0, 1, \dots, n\}$ .
- C) une loi binomiale de paramètres  $n$  et  $\frac{1}{2}$ .
- D) de même loi que la variable aléatoire  $Y$ .

### Question 30

La probabilité qu'Alice et Bob aient obtenu le même nombre de Piles est égale à

- A)  $\sum_{k=0}^n (\mathbf{P}(X = k) + \mathbf{P}(Y = k))$ .
- B)  $\sum_{k=0}^n \mathbf{P}(X = k | Y = k)$ .
- C)  $\frac{1}{2}$ .
- D) 1.

Soit  $n$  un entier naturel supérieur ou égal à 2. On considère  $n$  urnes numérotées de 1 à  $n$  telles que l'urne numéro  $k$  contient  $k$  boules rouges et  $n - k$  boules noires. On choisit, selon une loi uniforme, un entier  $i_0$  entre 1 et  $n$  puis on tire successivement et **sans remise** des boules dans l'urne  $i_0$ .

### Question 31

La probabilité que la première boule tirée soit rouge est égale à

- A)  $\frac{n+1}{2n}$ .
- ~~B)  $\frac{1}{2}$ .~~
- C)  $\frac{n-1}{n}$ .
- ~~D)  $\frac{1}{n}$ .~~

**Question 32**

Sachant que la première boule tirée est rouge, la probabilité que la seconde boule tirée soit rouge est égale à

A)  $\frac{n+1}{3n}$ .

B)  $\frac{2}{3}$ .

C)  $\frac{1}{2}$ .

D)  $\frac{1}{2n}$ .

**PARTIE 6**

On considère la fonction  $f$  définie pour tout  $(x, y) \in \mathbb{R}^2$  par

$$f(x, y) = x^2 - xy + 3.$$

**Question 33**

Le gradient  $\nabla f(1, 0)$  au point de coordonnées  $(1, 0)$  vaut

A)  $\begin{pmatrix} -2 \\ 0 \end{pmatrix}$ .

B) 3.

C)  $\begin{pmatrix} 2 \\ -1 \end{pmatrix}$ .

D)  $(-2 \ 1)$ .

**Question 34**

Le plan tangent en  $(3, 2)$  à la surface d'équation  $z = f(x, y)$  a pour équation

A)  $z = -4x + 3y - 6$ .

B)  $z = -4x + 3y$ .

C)  $z = 4x - 3y + 6$ .

D)  $z = 4x - 3y$ .

**Question 35**

La fonction  $f$  possède

- A) 0 point critique.
- B) 1 point critique.
- C) 2 points critiques.
- D) 3 points critiques.

**Question 36**

La fonction  $f$

- A) ne possède pas d'extremum local.
- B) possède un maximum local.
- C) possède un minimum local.
- D) est bornée.