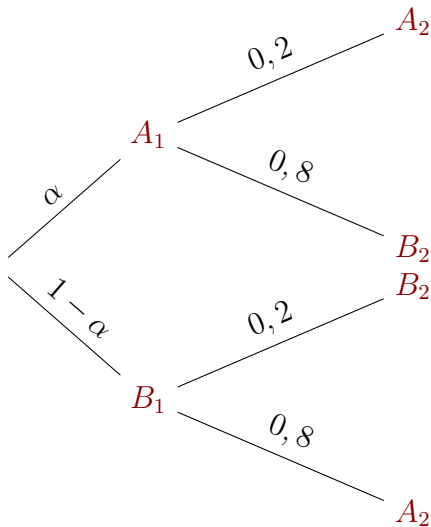


Exercice 1 : (04.75 pts)**Partie I : (02,5 points)**

Construisons un arbre pondéré correspondant à cette épreuve.



- 1 Déterminons la valeur de α

$$\begin{aligned}
 P(A_2) &= P(A_1) \times P_{A_1}(A_2) + P(B_1) \times P_{B_1}(A_2) \\
 &= \alpha \times 0,2 + (1 - \alpha) \times 0,8 \\
 &= 0,2\alpha + 0,8 - 0,8\alpha \\
 &= -0,6\alpha + 0,8
 \end{aligned}$$

$$\text{Si } P(A_1) = P(A_2) \implies \alpha = -0,6\alpha + 0,8$$

$$\implies 1,6\alpha = 0,8$$

$$\alpha = \frac{0,8}{1,6}$$

$$\alpha = 0,5$$

(01 point)

- 2 Calculons la probabilité qu'un athlète se rende au même stade pendant les deux jours.

A_1 : « l'athlète choisit le stade A le 1^{er} jour »

B_1 : « l'athlète choisit le stade B le 1^{er} jour »

A_2 : « l'athlète choisit le stade A le 2^{er} jour »

B_2 : « l'athlète choisit le stade B le 2^{er} jour »

Un athlète se rende au même stade pendant les deux jours se traduit par: $A_1 \cap A_2$ ou $B_1 \cap B_2$

$$\begin{aligned}
 P((A_1 \cap A_2) \cup (B_1 \cap B_2)) &= P(A_1 \cap A_2) + P(B_1 \cap B_2) \\
 &= P(A_1) \times P_{A_1}(A_2) + P(B_1) \times P_{B_1}(B_2) \\
 &= 0,5 \times 0,2 + 0,5 \times 0,2 \\
 &= 0,1 + 0,1 \\
 &= 0,2
 \end{aligned}$$

$$P((A_1 \cap A_2) \cup (B_1 \cap B_2)) = 0,2$$

(0,75 point)

- 3 Au deuxième jour, on aperçoit un athlète sortant du stade B . La probabilité qu'il se soit entraîné au même stade la veille

Se traduit par : entrer dans B deux jours successifs, c'est-à-dire : B_1 sachant B_2

$$\begin{aligned}
 P_{B_2}(B_1) &= \frac{P(B_1 \cap B_2)}{P(B_2)} \\
 &= \frac{P(B_1) \times P_{B_1}(B_2)}{P(A_1) \times P_{A_1}(B_2) + P(B_1) \times P_{B_1}(B_2)} \\
 &= \frac{0,5 \times 0,2}{0,5 \times 0,8 + 0,5 \times 0,2} \\
 &= \frac{0,1}{0,4 + 0,1} \\
 &= \frac{0,1}{0,5} \\
 &= 0,2
 \end{aligned}$$

$$P_{B_2}(B_1) = 0,2$$

(0,75 point)

Partie II : (02,25 points)

- 1 La probabilité qu'il y ait deux athlètes heureux

Il ne peut pas y avoir deux athlètes heureux car il ya au moins 3 athlètes donc l'un des stades sera occupé par au moins deux athlètes

La probabilité qu'il y ait deux athlètes heureux est nulle

(0,5 point)

- 2 Un athlète est heureux s'il est seul dans un stade. On note la probabilité que cela arrive parmi n athlètes :
Pour un athlète donné, l'épreuve qui consiste à choisir un stade est une **épreuve de Bernoulli** dont la probabilité du succès (le stade A) est 0,5.

- a Cette épreuve étant effectuée n fois de suite (par les n athlètes) et de manière indépendante, on a un **schéma de Bernoulli**.

On a deux cas :

- Un athlète se présente dans le stade A et $n - 1$ athlètes dans le stade B : 1 succès ;
- Un athlète se présente dans le stade B et $n - 1$ athlètes dans le stade A : $n - 1$ succès.

La probabilité qu'il y ait un athlète heureux parmi ces n athlètes est :

$$p_n = C_n^1(0,5)^1(1 - 0,5)^{n-1} + C_n^1(0,5)^{n-1}(1 - 0,5)^1 = 2n \cdot (0,5)^n = \frac{n}{2^{n-1}}$$

$$p_n = \frac{n}{2^{n-1}} \quad (0,75 \text{ pt})$$

Autre Approche

Remarque : si on voulait le voir comme une variable aléatoire

On peut modéliser le choix de chaque athlète comme une variable aléatoire de Bernoulli :

- On note X le nombre d'athlètes qui choisissent le stade A ,
- Chaque athlète a une probabilité $\frac{1}{2}$ de choisir A ou B ,
- Donc $X \sim \mathcal{B}(n, \frac{1}{2})$, c'est-à-dire une loi binomiale.

Un athlète est **heureux** s'il est **seul** dans un stade, ce qui correspond à :

un seul athlète dans A ou un seul athlète dans B

Autrement dit :

$$p_n = \mathbb{P}(X = 1) + \mathbb{P}(X = n - 1)$$

Avec la loi binomiale :

$$\mathbb{P}(X = k) = \binom{n}{k} \left(\frac{1}{2}\right)^k \left(\frac{1}{2}\right)^{n-k} = \binom{n}{k} \left(\frac{1}{2}\right)^n$$

Donc :

$$p_n = \left[\binom{n}{1} + \binom{n}{n-1} \right] \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^n = 2n \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^n = \frac{2n}{2^n}$$

Et comme :

$$2^n = 2 \cdot 2^{n-1} \Rightarrow \frac{2n}{2^n} = \frac{n}{2^{n-1}}$$

$$p_n = \frac{n}{2^{n-1}} \quad (0,75 \text{ point})$$

b Étudions la variation de la suite $(p_n)_{n \geq 3}$.

(0,5 point)

$$p_n = \frac{n}{2^{n-1}}$$

On a

$$\begin{aligned} p_{n+1} - p_n &= \frac{(n+1)}{2^n} - \frac{n}{2^{n-1}} \\ &= \frac{n+1}{2^n} - \frac{2n}{2^n} \\ &= \frac{n+1-2n}{2^n} \\ &= \frac{-n+1}{2^n} \end{aligned}$$

$$\text{Donc } p_{n+1} - p_n = \frac{-n+1}{2^n}$$

Comme $n \geq 3$ alors $-n+1 < 0$ donc $\frac{-n+1}{2^n} < 0$ d'où $\forall n \geq 3, p_n < 0$

Ainsi la suite (p_n) est décroissante

La convergence de la suite

$$\begin{aligned}
 p_n &= \frac{n}{2^{n-1}} \implies p_n = \frac{2n}{2^n} \\
 &\implies p_n = \frac{2n}{e^{\ln(2^n)}} \\
 &\implies p_n = \frac{2n}{e^{n \ln(2)}} \\
 &\implies p_n = \frac{2}{\ln(2)} \times \frac{n \ln(2)}{e^{n \ln(2)}}
 \end{aligned}$$

$$\text{Donc } p_n = \frac{2}{\ln(2)} \times \frac{n \ln(2)}{e^{n \ln(2)}}$$

$$\begin{aligned}
 \lim_{n \rightarrow +\infty} p_n &= \lim_{n \rightarrow +\infty} \frac{2}{\ln(2)} \times \frac{n \ln(2)}{e^{n \ln(2)}} \\
 &= \frac{2}{\ln(2)} \times \lim_{n \rightarrow +\infty} \frac{n \ln(2)}{e^{n \ln(2)}} \\
 &= \frac{2}{\ln(2)} \times 0 \\
 &= 0
 \end{aligned}$$

D'où $\lim_{n \rightarrow +\infty} p_n = 0$ donc la suite $(p_n)_{n \geq 3}$ converge vers 0

c Calculons p_{10}

$$\begin{aligned}
 p_n &= \frac{n}{2^{n-1}} \\
 p_{10} &= \frac{10}{2^{10-1}} \\
 &= \frac{10}{2^9} \\
 &= \frac{5}{2^8}
 \end{aligned}$$

$$p_{10} = \frac{5}{2^8} \approx 0,019$$

(0,25 point)

Déterminons la plus grande valeur de n pour laquelle la probabilité d'avoir un athlète heureux est supérieur à 0,005.

(0,25 point)

La suite (p_n) étant strictement décroissante, on va chercher la plus grande valeur de n supérieur à 10 telles que p_n reste supérieur à 0,005

$$p_n = \frac{n}{2^{n-1}}$$

Calculs :

$$p_{11} = \frac{11}{2^{10}} \approx 0,01 > 0,005$$

$$p_{12} = \frac{12}{2^{11}} \approx 0,0059 > 0,005$$

$$p_{13} = \frac{13}{2^{12}} \approx 0,0031 < 0,005$$

Conclusion : La plus grande valeur de n pour laquelle la probabilité d'avoir un athlète heureux soit supérieur à 0,005 est 12.

$$n = 12$$

Exercice 2 :(04,25 pts)

Soient (Δ_1) et (Δ_2) deux droites distinctes de l'espace.

On note R_1 et R_2 les demi-tours d'axes respectifs (Δ_1) et (Δ_2) .

Le but de cet exercice est de déterminer une condition nécessaire et suffisante portant sur (Δ_1) et (Δ_2) pour que : $R_1 \circ R_2 = R_2 \circ R_1$.

1 On suppose que (Δ_1) et (Δ_2) sont perpendiculaires en un point noté O .

On adoptera les notations suivantes :

- Le plan contenant (Δ_1) et (Δ_2) est noté (P) .
- La droite perpendiculaire en O au plan (P) est notée (Δ) .
- Le plan contenant (Δ) et (Δ_1) est noté (P_1) .
- Le plan contenant (Δ) et (Δ_2) est noté (P_2) .
- Les réflexions par rapport aux plans (P) , (P_1) , (P_2) sont respectivement notées S_P , S_{P_1} , S_{P_2} .

- a** Faisons une figure en faisant apparaître clairement le point O , les plans (P) , (P_1) , (P_2) ainsi que les droites (Δ) , (Δ_1) , (Δ_2) . **(0,75 point)**

La figure, voir ce qui suit

- b** Déterminons $S_P \circ S_{P_1}$ et $S_{P_2} \circ S_P$

La transformation $S_P \circ S_{P_1}$ est la rotation d'axe $(P) \cap (P_1) = \Delta_1$ et d'angle $2 \times [\text{l'angle formé par } (P) \text{ et } (P_1)] = 2 \times \frac{\pi}{2} = \pi$

C'est donc le demi-tour d'axe Δ_1 c'est à dire R_1

(0,5 point)

La transformation $S_{P_2} \circ S_P$ est la rotation d'axe $(P) \cap (P_2) = \Delta_2$ et d'angle $2 \times [\text{l'angle formé par } (P) \text{ et } (P_2)] = 2 \times \frac{\pi}{2} = \pi$

C'est donc le demi-tour d'axe Δ_2 c'est à dire R_2

(0,5 point)

- c** En déduire que $R_2 \circ R_1$ est un demi-tour dont on précisera l'axe.

$$R_2 \circ R_1 = (S_{P_2} \circ S_P) \circ (S_P \circ S_{P_1}) = S_{P_2} \circ S_{P_1}$$

- d** Prouver alors que $R_1 \circ R_2 = R_2 \circ R_1$.

On peut aussi écrire : $R_1 = S_{P_1} \circ S_P$. On a alors :

$$R_1 \circ R_2 = (S_{P_1} \circ S_P) \circ (S_P \circ S_{P_2}) = S_{P_1} \circ S_{P_2}.$$

Or, $S_{P_1} \circ S_{P_2}$ est aussi la rotation d'axe $(P_1) \cap (P_2) = \Delta$ et d'angle $2 \times \frac{\pi}{2} = \pi$.

C'est donc le **demi-tour d'axe Δ** . Finalement, $R_1 \circ R_2 = R_2 \circ R_1$.

2 Réciproquement, on suppose que $R_1 \circ R_2 = R_2 \circ R_1$.

Soit A un point de (Δ_1) qui n'appartient pas à (Δ_2) et B l'image de A par R_2 .

- a** Montrer que la droite (AB) et la droite (Δ_2) sont perpendiculaires.

Soit (Q) le plan passant par A et orthogonal à (Δ_2) et soit I le point d'intersection de (Q) et (Δ_2) . Dire que le point B est l'image du point A par R_2 signifie que B est l'image du point A par la restriction de R_2 à (Q) qui est la symétrie centrale de centre I . On a $(AB) \subset (Q)$, donc (Δ_2) est orthogonal à (AB) . De plus, A , I et B sont alignés. Donc $I \in (\Delta_2) \cap (AB)$. Ainsi, la droite (AB) et la droite Δ_2 sont perpendiculaires en I .

- b** En utilisant la relation $R_1 \circ R_2 = R_2 \circ R_1$, prouver que $B = R_1(B)$.

$$R_1(B) = R_1(R_2(A)) = R_2(R_1(A)) = R_2(A) = B.$$

c En déduire que (Δ_1) et (Δ_2) sont perpendiculaires.

On a :

$$R_1(B) = B ; \text{ donc } B \in (\Delta_1).$$

$$A \in \Delta_1.$$

$A \neq B$ car si $A = B$, on aurait $R_2(A) = A$; ce qui signifierait que $A \in (\Delta_2)$.

On en déduit que $(AB) = (\Delta_1)$. D'après 2.a), la droite (AB) et la droite (Δ_2) sont perpendiculaires.

On en déduit que (Δ_1) et (Δ_2) sont perpendiculaires.

3 En utilisant ce qui précède, énoncer une condition nécessaire et suffisante portant sur (Δ_1) et (Δ_2) pour que $R_1 \circ R_2 = R_2 \circ R_1$.

Soient (Δ_1) et (Δ_2) deux droites distinctes de l'espace, R_1 et R_2 les demi-tours d'axes respectifs (Δ_1) et (Δ_2) .

$$R_1 \circ R_2 = R_2 \circ R_1 \iff (\Delta_1) \perp (\Delta_2).$$

Problème :(11 pts)

1 Soit $(a, b) \in \mathbb{R}^* \times \mathbb{R}$ et $F_{a,b}$ l'application de \mathbb{P} dans \mathbb{P} qui au point M d'affixe z fait correspondre le point M' d'affixe z' telle que : $z' = a\bar{z} + ib$ où \bar{z} est le conjugué de z .

a Exprimons les coordonnées x' et y' de M' en fonction des coordonnées x et y de M .

$$\begin{cases} x' = ax \\ y' = b - ay \end{cases}$$

b Déterminer, suivant les valeurs de a et b , l'ensemble des points invariants par $F_{a,b}$.

$$F_{a,b}(M) = M \iff \begin{cases} x = ax \\ y = b - ay \end{cases} \iff \begin{cases} x(a-1) = 0 \\ y(1+a) = b \end{cases}$$

Si $a = 1$ alors $y = \frac{1}{2}b$ et x peut prendre n'importe quelle valeur réelle. L'ensemble des points invariants est la droite d'équation $y = \frac{1}{2}b$.

Si $a \neq 1$ alors $x = 0$.

Si $a = -1$ et $b \neq 0$, l'ensemble des points invariants est vide.

Si $a = -1$ et $b = 0$, y peut prendre n'importe quelle valeur réelle. L'ensemble des points invariants est la droite (D) d'équation $x = 0$.

Si $a \neq -1$, alors $y = \frac{b}{1+a}$. L'ensemble des points invariants est $\Omega \left(\frac{ib}{1+a} \right)$.

2 On suppose $|a| \neq 1$. Montrer que $F_{a,b} = S_\Delta \circ h$, où S_Δ est la symétrie orthogonale d'axe la droite (Δ) d'équation $y = \frac{b}{a+1}$ et h l'homothétie de centre le point Ω d'affixe $\frac{ib}{1+a}$ et de rapport a .

Déterminons les expressions analytiques de S_Δ et de h .

Soit $M(x, y)$ et $M'(x', y')$.

Expression analytique de S_Δ :

$$S_\Delta(M) = M' \iff \begin{cases} MM' \text{ est orthogonal à } \vec{u} \\ \text{Le milieu } I \text{ de } [MM'] \text{ appartient à } \Delta \end{cases}$$

$$\begin{cases} x' = x \\ y' = -y + \frac{2b}{1+a} \end{cases}$$

Expression analytique de h :

$$h(M) = M' \Leftrightarrow \overline{\Omega M'} = a\overline{\Omega M}$$

$$\begin{cases} x' = ax \\ y' = ay + \frac{b}{1+a}(1-a) \end{cases}$$

La composée $S_{\Delta} \circ h$ a pour expression analytique :

$$\begin{cases} x' = ax \\ y' = -\left(ay + \frac{b}{1+a}(1-a)\right) + \frac{2b}{1+a} \end{cases}$$

$$S_{\Delta} \circ h : \begin{cases} x' = ax \\ y' = -ay + b \end{cases}$$

Finalement, $S_{\Delta} \circ h$ a pour écriture complexe $z' = x' + iy' = ax - aiy + ib = a(x - iy) + ib = a\bar{z} + ib$.
Donc $S_{\Delta} \circ h = F_{a,b}$. $F_{a,b}$ est la composée de la symétrie orthogonale par rapport à la droite Δ d'équation $y = \frac{b}{a+1}$ et de l'homothétie h de centre Ω d'affixe $Z_{\Omega} = \frac{ib}{1+a}$ et de rapport a .

- 3 Soit $(c, d) \in \mathbb{R}^* \times \mathbb{R}$ et $G_{c,d}$ l'application de \mathbb{P} dans \mathbb{P} qui, au point N d'affixe z , fait correspondre le point N' d'affixe z' tel que : $z' = cz + id$. Déterminer, suivant les valeurs de c et d , la nature et les éléments géométriques caractéristiques de $G_{c,d}$.

Si $c = 1$, $G_{c,d}$ est la translation de vecteur \vec{v} d'affixe id . Si $c \neq 1$, $G_{c,d}$ est l'homothétie de centre Π d'affixe $\frac{id}{1-c}$ et de rapport c .