

# Devoir maison n°11 : La ruine du joueur

Jules Charlier, Thomas Diot, Pierre Gallois, Jim Garnier  
TE1

## Partie A - Étude d'une suite récurrente.

Soient  $b, c \in \mathbb{N}^*$ , et  $p \in ]0, 1[$ . On pose  $q = 1 - p$ .

$(u_n)_{n \in \mathbb{N}}$  est définie par :  $\forall n \in \mathbb{N}, u_n = pu_{n+1} + qu_{n-1}$ , avec  $u_0, u_{b+c} \in \mathbb{R}$ .

1) Soit  $n \in \mathbb{N}^*$ .

$$\begin{aligned} u_n = pu_{n+1} + qu_{n-1} &\iff (p+q)u_n = pu_{n+1} + qu_{n-1} \\ &\iff qu_n - qu_{n-1} = pu_{n+1} - pu_n \\ &\iff p(u_{n+1} - u_n) = q(u_n - u_{n-1}). \end{aligned}$$

---

2) Avec  $p = q = \frac{1}{2}$ , l'égalité précédente devient pour tout  $n \in \mathbb{N}^*$ ,

$$\frac{1}{2}(u_{n+1} - u_n) = \frac{1}{2}(u_n - u_{n-1}) \iff u_{n+1} - u_n = u_n - u_{n-1}.$$

Soit pour tout  $n \in \mathbb{N}$ ,  $u_{n+2} - u_{n+1} = u_{n+1} - u_n$ .

Par récurrence immédiate, on en déduit que pour tout  $n \in \mathbb{N}$ ,  $u_{n+1} - u_n = r$  où  $r$  est une constante réelle. La suite  $(u_n)_{n \in \mathbb{N}}$  est donc arithmétique de raison  $r$ .

Par conséquent,

$$u_{b+c} = u_0 + (b+c)r \text{ i.e. } r = \frac{u_{b+c} - u_0}{b+c}.$$

On peut donc écrire :

$$\forall n \in \mathbb{N}, u_n = u_0 + n \frac{u_{b+c} - u_0}{b+c}.$$

---

3)

## Partie B - Ruine de Bob.

1) On représente une partie par une suite de gains, de pertes ou rien si la partie s'est terminée. Autrement dit, une partie est une suite  $(u_n) \in \{0, \pm 1\}^{\mathbb{N}^*}$  représentant les gains algébriques de Bob au cours des parties. Ces suites doivent respecter les conditions suivantes :

- Ni Bob, ni la banque ne peuvent être dans le négatif. Autrement dit, pour tout  $n \in \mathbb{N}^*$ ,



$$-b \leq \sum_{k=0}^n u_k \leq c$$

- On joue jusqu'à la ruine, c'est à dire que s'il existe  $n \in \mathbb{N}^*$  tel que :

$$\sum_{k=0}^n u_k = -b \text{ ou } \sum_{k=0}^n u_k = c$$

Alors  $u_k \neq 0$  pour tout  $k \leq n$  et  $u_k = 0$  pour tout  $k > n$ .

On note  $\Omega$  l'univers (infini) des déroulements possibles de partie.

On définit maintenant une tribu  $\mathcal{T}$  sur  $\Omega$  comme étant la tribu générée par les évènements élémentaires suivants : pour tout  $n \in \mathbb{N}^*$  et tout  $n$ -uplet  $(x_1, \dots, x_n) \in \{\pm 1\}^n$  :

$$\mathcal{E}((x_1, \dots, x_n)) = \{(u_n) \in \{0, \pm 1\}^{\mathbb{N}^*} \mid \forall i \in \llbracket 1; n \rrbracket, u_i = x_i\}$$

On définit alors la loi de probabilité  $\mathbb{P}$  sur  $(\Omega, \mathcal{T})$  par :

$$\mathbb{P}(\mathcal{E}((x_1, \dots, x_n))) = \frac{1}{2^n}$$

Ainsi que les évènements  $B_k$  de la manière suivante.

$$\Sigma_k = \{\}$$

**2)**

a)

b)

c)

**3)**

**4)**

## Partie C - Temps d'attente de la ruine de Bob.

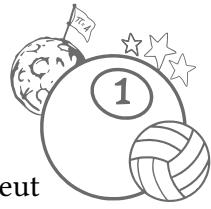
J'ai perduuu

**1)** Supposons que  $p = q = \frac{1}{2}$ .

a)

Pour tout  $k \geq 1$ , la variable  $Y_k = X_k + \alpha k^2$  vérifie  $\mathbb{E}(Y_k) = \frac{1}{2}\mathbb{E}(Y_{k+1}) + \frac{1}{2}\mathbb{E}(Y_{k-1})$  si et seulement si par linéarité de l'espérance :

$$\mathbb{E}(X_k) + \alpha k^2 = \frac{1}{2}\mathbb{E}(X_{k-1}) + \frac{1}{2}\alpha(k-1)^2 + \frac{1}{2}\mathbb{E}(X_{k+1}) + \frac{1}{2}\alpha(k+1)^2$$



Or  $\mathbb{E}(X_k) = 1 + q\mathbb{E}(X_{k-1}) + p\mathbb{E}(X_{k+1}) = 1 + \frac{1}{2}\mathbb{E}(X_{k-1}) + \frac{1}{2}\mathbb{E}(X_{k+1})$ , donc on peut écrire :

$$1 + \alpha k^2 = \frac{1}{2}\alpha(k-1)^2 + \frac{1}{2}\alpha(k+1)^2 \iff \alpha = 1$$

b)

D'après la partie A - 2), lorsque  $p = q = \frac{1}{2}$ , la suite  $(\mathbb{E}(X_n))_{n \in \mathbb{N}}$  est arithmétique et pour tout  $n \in \mathbb{N}^*$ ,

---

2)

a)

b)

c)

d)

*Les jeux d'argent et de hasard peuvent être dangereux : pertes d'argent, conflits familiaux, addiction... Retrouvez des conseils sur joueurs-info-service.fr (09 74 75 13 13 - Appel non surtaxé).*