

Chapitre 12 : Probabilités

I Vocabulaire des probabilités

Définition

Une **expérience aléatoire** est une expérience qui peut produire des résultats différents si on la répète dans les mêmes conditions.

Un résultat possible d'une expérience aléatoire est appelé une **issue**.

L'ensemble des issues possibles est appelé l'**univers** et se note Ω (Omega).

Exemple : on lance un dé cubique et on note le chiffre obtenu.

L'une des issues est 6.

L'univers est $\Omega = \{1; 2; 3; 4; 5; 6\}$.

Définition

Un **événement** est un sous-ensemble de l'univers.

Lorsqu'il ne contient qu'une seule issue, il est appelé **événement élémentaire**.

Exemple : toujours avec le lancé d'un dé cubique.

Considérons l'événement A : "On obtient un chiffre pair".

$A = \{2; 4; 6\}$

L'événement B : "le dé donne 1" est un événement élémentaire. Il ne contient qu'une seule issue.

$B = \{1\}$.

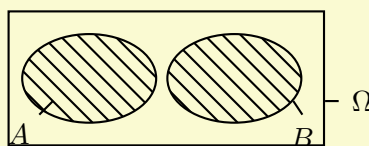
Remarque

Lorsqu'un événement ne contient aucune issue de Ω , c'est l'ensemble vide, noté $\emptyset$. Il est appelé événement impossible.

Lorsqu'il contient toutes les issues de Ω , c'est Ω . Il est appelé événement certain.

Définition

Deux événements A et B sont dits incompatibles ou disjoints si $A \cap B = \emptyset$ (leur intersection est vide).



Exemple : Notons C : "le résultat est un 1",

et D : "le résultat est supérieur ou égal à 4".

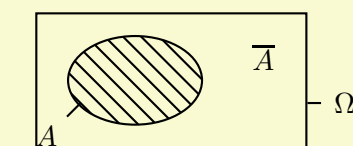
Alors, C et D sont incompatibles.

Remarque

Deux événements élémentaires sont toujours incompatibles (disjoints).

Définition

Dans une expérience aléatoire d'univers Ω , l'événement contraire de A , noté $\overline{A}$ (prononcer "A barre") est l'ensemble des éléments de Ω qui ne sont pas dans A .



$\overline{A}$ est la partie non hachurée.

Exemple : Lancer d'un dé cubique.

Considérons A : "obtenir un nombre pair". $A = \{2; 4; 6\}$.

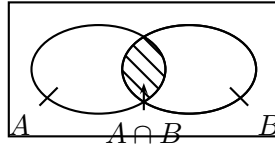
L'événement contraire de A est "obtenir un nombre qui n'est pas pair", ou encore ici "obtenir un nombre impair" : $\overline{A} = \{1; 3; 5\}$.

Remarque

A et $\overline{A}$ sont toujours incompatibles.

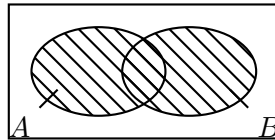
Rappels :

L'**intersection** de deux ensembles est l'ensemble des éléments communs aux deux ensembles.



$$x \in A \cap B \quad \Leftrightarrow \quad (x \in A \text{ et } x \in B)$$

La **réunion** de deux ensembles est l'ensemble des éléments appartenant à au moins l'un des deux ensembles.

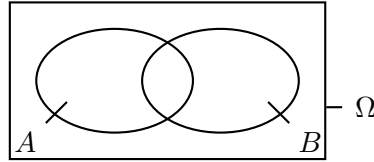


$A \cup B$ est la partie hachurée.

$$x \in A \cup B \quad \Leftrightarrow \quad (x \in A \text{ ou } x \in B)$$

Exercice 1

On considère deux sous-ensembles A et B d'un univers Ω .



Hachurer les ensembles suivants (un dessin par question) :

1. $\overline{A}$
2. $\overline{B}$
3. $\overline{A \cap B}$
4. $\overline{A \cup B}$. Que remarque-t-on ?

Remarque

On a toujours :

$$\begin{aligned}\overline{A \cup B} &= \overline{A} \cap \overline{B} \\ \overline{A \cap B} &= \overline{A} \cup \overline{B}\end{aligned}$$

Exercice 2

Une urne contient 4 boules rouges (R), 2 boules noires (N), et une boule verte (V).

Un tire successivement et sans remise deux boules de l'urne.

1. Représenter l'expérience à l'aide d'un arbre.
2. En déduire l'univers Ω . On notera les issues par des couples, par exemple $(R; V)$ pour décrire que l'on a tiré une boule rouge puis la boule verte.
3. Lister les issues réalisant les événements suivants :
 A : "on a obtenu une seule boule noire".
 B : "on a obtenu au moins une boule rouge".
4. Décrire par une phrase puis donner les issues réalisant $A \cap B$.
5. Décrire par une phrase puis donner les issues réalisant $\overline{A}$.
6. Décrire par une phrase puis donner les issues réalisant $\overline{B}$.
7. Donner un événement incompatible avec A .

II Probabilités

II.1 Définition et propriétés

Définition (Probabilité)

Soit $\Omega = \{e_1, e_2, \dots, e_n\}$ un univers fini lié à une expérience aléatoire.

On définit une loi de probabilité sur Ω lorsqu'à chaque e_i on associe un nombre positif ou nul p_i , et que

$$p_1 + p_2 + \dots + p_n = 1.$$

On dit que p_i est la probabilité de e_i et on note naturellement $p_i = p(e_i)$.

Alors, la probabilité d'un événement A quelconque est la somme des probabilités des événements élémentaires qui le composent.

Remarque

On a toujours $0 \leq p_i \leq 1$.

Exercice 3

On donne ci-dessous la loi de probabilité associée au lancer d'un dé cubique.

événements élémentaires e_i	1	2	3	4	5	6
probabilités p_i	0.1	0.15	0.2	0.15	0.3	0.1

- Vérifier que ce tableau correspond à la définition d'une loi de probabilité.
- On note A : Obtenir un nombre pair.
 - Écrire A à l'aide d'événements élémentaires.
 - Calculer $P(A)$.
- Déterminer la probabilité de l'événement B : "on obtient un résultat supérieur ou égal à 4".

Théorème (Propriétés des probabilités)

Soient A et B des événements d'un univers Ω .

- $0 \leq P(A) \leq 1$.
- Si A et B sont incompatibles, alors

$$P(A \cup B) = P(A) + P(B).$$

- $P(\overline{A}) = 1 - P(A)$.
- $P(\Omega) = 1$, et $P(\emptyset) = 0$.
- Pour tous événements A et B on a :

$$P(A \cup B) = P(A) + P(B) - P(A \cap B)$$

Remarque

Comme $P(\Omega) = 1$, et $P(\emptyset) = 0$, Ω est appelé l'événement certain, et $\emptyset$ l'événement impossible.

Exercice 4

On reprend les données de l'exercice 3.

- Décrire $\overline{A}$ et déterminer sa probabilité.
- Décrire $A \cap B$ et déterminer sa probabilité.
- Décrire $A \cup B$ et déterminer sa probabilité.

Exercice 5

Dans un univers Ω , on donne deux événements incompatibles A et B tels que $P(A) = 0.2$ et $P(B) = 0.7$.

Calculer $P(A \cap B)$, $P(A \cup B)$, $P(\overline{A})$ et $P(\overline{B})$.

III Équiprobabilité

Définition (Équiprobabilité)

On dit qu'il y a équiprobabilité lorsque tous les événements élémentaires ont la même probabilité.

Exemple

1. On lance un pièce de monnaie non faussée. L'univers est constitué de 2 événements élémentaires : Pile et Face.

Il y a équiprobabilité : $P(Pile) = P(Face) = \frac{1}{2}$.

2. Si on lance un dé non pipé, l'univers est $\Omega = \{1, 2, 3, 4, 5, 6\}$.

$$P(1) = P(2) = P(3) = P(4) = P(5) = P(6) = \frac{1}{6}$$

Remarque

S'il y a équiprobabilité sur un univers qui a n éléments, la probabilité de chaque événement élémentaire est $\frac{1}{n}$.

En effet, en notant $e_1, e_2, \dots, e_n$ les événements élémentaires, on a $P(e_1) = P(e_2) = \dots = P(e_n)$.

$$\begin{aligned} P(e_1) + P(e_2) + \dots + P(e_n) &= 1 \\ n \times P(e_1) &= 1 \\ P(e_1) &= \frac{1}{n} \end{aligned}$$

Tous les événements élémentaires ayant la même probabilité, cette probabilité est $\frac{1}{n}$.

Théorème (Équiprobabilité)

Soit $\Omega = \{e_1; e_2; \dots; e_n\}$ un univers fini associé à une expérience aléatoire. Si les événements élémentaires qui forment Ω sont équiprobables, alors la probabilité de tout événement A est donnée par la formule :

$$P(A) = \frac{\text{nb d'éléments de } A}{n} = \frac{\text{nombre de cas favorables}}{\text{nombre de cas total}}$$

IV Lien entre statistiques et probabilités

Théorème (admis)

Lorsqu'on répète un grand nombre de fois une expérience aléatoire, les fréquences d'un résultat deviennent de plus en plus proches de la probabilité de ce résultat.

Exemple : Si l'on lance un dé équilibré un très grand nombre de fois, les fréquences d'apparition du 2 deviennent proches de $P(2) = \frac{1}{6}$.

V Arbres de probabilités

On utilise un arbre de probabilités pour représenter une expérience qui se déroule en plusieurs étapes.

On place les événements aux bouts des branches et les probabilités sur les branches. À chaque niveau de l'arbre, la somme des probabilités sur les branches qui se rejoignent fait 1.

Exercice 6

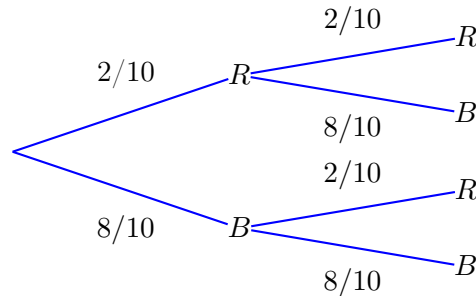
Une urne contient 2 boules rouges (R) et 8 boules blanches (B).

On tire successivement et avec remise 2 boules de l'urne.

1. Représenter l'expérience par un arbre de probabilités.

Méthode

- on place les événements au bout des branches,
- on place les probabilités sur les branches,
- un niveau de l'arbre représente une étape de l'expérience.



2. Décrire l'univers Ω sous forme d'ensemble.

L'univers est $\{(R; R); (R; B); (B; R); (B; B)\}$.

3. On propose le jeu suivant :

La mise est de 2 euros.

Si le joueur obtient 2 boules rouges, il gagne 20 euros.

S'il obtient une boule rouge (une seule), il récupère sa mise. Sinon, il perd (il perd sa mise).

- (a) Calculer la probabilité que le joueur gagne.
- (b) Calculer la probabilité que le joueur récupère sa mise.
- (c) Calculer la probabilité que le joueur perde.
- (d) Le jeu est-il intéressant pour le joueur ?

Exercice 7

1. Compléter un arbre de probabilité associé aux tirages successifs d'une boule dans des urnes : [ressource 2813](#)
2. Compléter un arbre de probabilité associé aux tirages successifs sans remise d'une boule dans une urne : [ressource 2814](#)

Remarque (Utilisation d'un arbre pour dénombrer)

On peut aussi utiliser un arbre pour dénombrer, ou dresser une liste complète des cas possibles dans certaines situations.

On peut parfois de faire un arbre schématique, sans le représenter en entier.

Exercice 8

Combien y a-t-il d'anagrammes du mot « hibou », du mot « papier » ?

Combien de séquences de digicode à 4 chiffres (parmi 0,1,2,3,4,5,6,7,8,9) existe-t-il ?

Combien de séquences ayant des chiffres tous différents ?