

Loi exponentielle

Exercice 1:

Une variable aléatoire X suit une **loi exponentielle** sur $\mathbb{R}$ lorsque sa densité f est la fonction définie sur $\mathbb{R}$ par :

$$f(x) = \begin{cases} \lambda e^{-\lambda x} & \text{si } x \geq 0 \\ 0 & \text{si } x < 0 \end{cases}$$

où $\lambda \in \mathbb{R}_+^*$

1. Montrer que f est bien une densité de probabilité.
2. Tracer la courbe de la fonction f sur $\mathbb{R}$.
3. Déterminer $P(X \leq t)$ pour tout réel t .

Exercice 2:

Une grande entreprise dispose d'un vaste réseau informatique. On observe le temps de fonctionnement normal séparant deux pannes informatiques. Ce temps sera appelé « temps de fonctionnement ». Soit X la variable aléatoire égale au temps de fonctionnement, exprimé en heures.

On admet que X suit une loi exponentielle de paramètre λ . Le paramètre λ est un réel strictement positif.

On rappelle que, pour tout réel $t \geq 0$, $P(X \leq t) = \int_0^t \lambda e^{-\lambda x} dx$.

1. On sait que la probabilité que le temps de fonctionnement soit inférieur à 7 heures est égale à 0,6.
Montrer qu'une valeur approchée de λ à 10^{-3} près est 0,131.

Dans les questions suivantes, on prendra 0,131 pour valeur approchée de λ et les résultats seront donnés à 10^{-2} près .

2. Montrer qu'une valeur approchée de la probabilité que le temps de fonctionnement soit supérieur à 5 heures est égale à 0,52.
3. Calculer la probabilité que le temps de fonctionnement soit supérieur à 9 heures sachant qu'il n'y a pas eu de panne au cours des quatre premières heures.
4. Calculer la probabilité que le temps de fonctionnement soit compris entre 6 et 10 heures.
5. On relève aléatoirement huit temps de fonctionnement, qu'on suppose indépendants. Soit Y la variable aléatoire égale au nombre de relevés correspondant à des temps de fonctionnement supérieurs ou égaux à 5 heures.
 - a. Quelle est la loi suivie par Y ?
 - b. Calculer la probabilité que trois temps parmi ces huit soient supérieurs ou égaux à 5 heures
 - c. Calculer l'espérance mathématique de Y (on arrondira à l'entier le plus proche).

Exercice 3:

Un magasin vend des moteurs électriques tous identiques. Une étude statistique du service après-vente a permis d'établir que la probabilité qu'un moteur tombe en panne pendant la première année d'utilisation est égale à 0,12. Tous les résultats seront arrondis à 10^{-3}

Partie A

Une entreprise achète 20 moteurs électriques dans ce magasin. On admet que le nombre de moteurs vendus dans ce magasin est suffisamment important pour que l'achat de 20 moteurs soit assimilé à 20 tirages indépendants avec remise.

1. Quelle est la probabilité que deux moteurs exactement tombent en panne durant la première année d'utilisation ?
2. Quelle est la probabilité qu'au moins un des moteurs tombe en panne au cours de la première année d'utilisation ?

Partie B

On admet que la durée de vie sans panne, exprimée en années, de chaque moteur est une variable aléatoire Y qui suit une loi exponentielle de paramètre λ où λ , est un réel strictement positif.

On rappelle que pour tout réel positif t , $P(Y \leq t) = \int_0^t \lambda e^{-\lambda x} dx$.

Dans les questions 1, 2, 3, les résultats seront arrondis à 10^{-3} .

1. Exprimer $P(Y \leq 1)$ en fonction de λ . En déduire la valeur de λ .

Pour la suite de l'exercice, on prendra $\lambda = 0,128$.

2. Quelle est la probabilité qu'un moteur dure plus de 3 ans ?
3. Quelle est la probabilité qu'un moteur dure plus de 4 ans sachant qu'il a duré plus d'un an ?
4. On admet que la durée de vie moyenne d_m de ces moteurs est égale à $\lim_{t \rightarrow +\infty} F(t)$ où F est la fonction définie sur l'intervalle

$$[0 ; +\infty[\text{ par } F(t) = \int_0^t \lambda x e^{-\lambda x} dx.$$

- a. Calculer $F(t)$ en fonction de t .
- b. En déduire la valeur de d_m . On arrondira à 10^{-1} .

Exercice 4:

On admet que la durée de vie (exprimée en années) d'un certain type de capteur de lumière peut être modélisée par une variable aléatoire X qui suit une loi exponentielle de paramètre λ (λ strictement positif), c'est-à-dire que la probabilité que ce capteur tombe en panne avant l'année t (t positif) s'exprime par :

$$F(t) = P(X \leq t) = \int_0^t \lambda e^{-\lambda x} dx.$$

1. Restitution organisée de connaissances

Pré-requis :

- $P_B(A) = \frac{P(A \cap B)}{P(B)}$ (où A et B sont deux événements tels que $p(B) \neq 0$) ;
- $P(\bar{A}) = 1 - P(A)$ (où A est un événement) ;
- $P(a \leq X \leq b) = F(b) - F(a)$ (où a et b sont des nombres réels positifs tels que $a \leq b$).

Démontrer que, pour tout nombre réel positif s , on a :

$$P_{(X \geq t)}(t \leq X \leq t + s) = \frac{F(t + s) - F(t)}{1 - F(t)}$$

et que $P_{(X \geq t)}(t \leq X \leq t + s)$ est indépendant du nombre réel t .

Pour la suite de l'exercice, on prendra $\lambda = 0,2$.

2. Démontrer que la probabilité que le capteur ne tombe pas en panne au cours des deux premières années est égale à $e^{-0,4}$.
3. Sachant que le capteur n'est pas tombé en panne au cours des deux premières années, quelle est, arrondie au centième, la probabilité qu'il soit encore en état de marche au bout de six ans ?
4. On considère un lot de 10 capteurs, fonctionnant de manière indépendante.

Dans cette question, les probabilités seront **arrondies à la sixième décimale**.

- a. Déterminer la probabilité que, dans ce lot, il y ait exactement deux capteurs qui ne tombent pas en panne au cours des deux premières années.
- b. Déterminer la probabilité que, dans ce lot, il y ait au moins un capteur qui ne tombe pas en panne au cours des deux premières années.