

Annexe 8 : TD n°4**Exercice 1**

Nous avons observé 11 ILS jusqu'à ce que chacun ait une défaillance. Le tableau suivant donne les temps, en jour, de première défaillance pour chaque ILS.

ILS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Temps	130	20	348	100	14	212	64	50	135	224	67

Tab. 1 – Temps de première défaillance observé pour des ILS de catégorie III.

- 1) Déterminer une estimation de $R(t)$.
- 2) En supposant que le temps de bon fonctionnement suit une loi exponentielle de paramètre $\lambda = 0,007$ panne/jour, déterminer à quel instant t_0 , la fiabilité est égale à 80%.
- 3) Calculer la probabilité qu'un ILS n'ait aucune défaillance sur une période d'un an.
- 4) Peut-on justifier graphiquement l'utilisation d'une loi exponentielle pour modéliser le temps de bon fonctionnement des éléments étudiés ? Si oui, donnez une estimation du MTTF et du paramètre λ .

Exercice 2

Nous avons observé les durées de vie de composants électroniques, intervenant dans la fabrication des serveurs STPV. Le tableau suivant donne ces durées de vie, en mois.

Composant	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Durée de vie	21	65	7	4	35	6	1	8	16	12

Tab. 2 – Durée de vie des composants électroniques.

- 1) Déterminer une estimation de $R(t)$.
- 2) Peut-on justifier graphiquement l'utilisation d'une loi exponentielle pour modéliser le temps de bon fonctionnement des éléments étudiés ?
Si oui, donnez une estimation du MTTF et du paramètre λ .

3) Justifier que l'on peut estimer λ par $\hat{\lambda}$ tel que $\frac{1}{\hat{\lambda}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n t_i$ et en déduire la probabilité qu'un composant ait une durée de vie supérieure à 100 mois.

Exercice 3

Des moteurs CFM56, qui équipent les A320, ont été testés en salle. Nous avons observé leur temps de première défaillance, et ce jusqu'à la période d'un an maximum.

Moteurs	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Temps (en jours)	149	360	365**	365**	40	66	15	365**	260	150*	150*	166	275*	48*	113

Tab. 3 - Temps de première défaillance des moteurs CFM56. Les temps suivis d'une astérisque correspondent à des moteurs ayant subi une autre batterie de tests incompatibles avec notre test de fiabilité. Ces moteurs doivent être considérés comme des éléments suspendus. Les temps suivis de deux astérisques correspondent à des moteurs n'ayant eu aucune défaillance.

- 1) Donner une estimation de $R(t)$ en utilisant la méthode de Kaplan-Meier.
- 2) Peut-on justifier graphiquement l'utilisation d'une loi exponentielle pour modéliser le temps de bon fonctionnement des éléments étudiés ?

Si oui, donnez une estimation du MTTF et du paramètre λ .

Exercice 4

Pour la construction des amortisseurs d'avions, on cherche à tester la fiabilité des pistons. On a comptabilisé les défaillances sur 6 amortisseurs, suivis pendant une période de 5 ans.

Numéro d'amortisseur	1	2	3	4	5	6
Temps (en heure de vol)	3300	1670	2250	7720	3050*	5600

Tab. 4 - Temps de première défaillance des amortisseurs. Le temps suivi d'une astérisque correspond à un avion crashé, dont l'accident est indépendant d'un problème d'amortisseur.

- 1) Donner une estimation de $R(t)$ en utilisant la méthode de Johnson.
- 2) Peut-on justifier graphiquement l'utilisation d'une loi exponentielle pour modéliser le temps de bon fonctionnement des éléments étudiés ?
Si oui, donnez une estimation du MTTF et du paramètre λ .

Exercice 5

Une analyse de la fiabilité des moteurs et des trains d'atterrissage des Airbus A319 a été effectuée en salle sur une période de 13000 heures de vol. Les tableaux suivants représentent les instants de premières défaillances d'un moteur, pour le premier tableau, et les instants de premières défaillances d'un train d'atterrissage, pour le second tableau.

- (a) Moteur CFM56. Le temps suivi d'un astérisque correspond à un moteur n'ayant subi aucune défaillance. Le temps suivi de deux astérisques correspond à un moteur retiré de l'analyse (et doit donc être considéré comme un élément suspendu).

Numéro de moteur	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Heures de vol	3035	6691	3776**	13000*	354	10101	1111	7296	11439	754

- (b) Train d'atterrissage

Numéro du train	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Heures de vol	4851	4191	3514	3964	1787	1114	53	1460	3087	695

Tab. 1 - Temps de premières défaillances, exprimés en heures de vol.

- 1) Calculer une estimation de la fiabilité d'un moteur en utilisant la méthode de Kaplan-Meier.
- 2) Calculer une estimation de la fiabilité d'un train d'atterrissage.
- 3) Peut-on justifier graphiquement l'utilisation d'une loi exponentielle pour modéliser le temps de bon fonctionnement des éléments étudiés ?
Si oui, donnez une estimation du MTTF et du paramètre λ .

Exercice 6

Dans cette partie, nous nous intéressons à un seul élément du système de navigation de bord. Le tableau suivant représente les instants de premières défaillances de ces éléments, observés sur 6 avions.

Numéro de l'avion	1	2	3	4	5	6
Temps de défaillance	5	10*	40	25	39	38*

Tab. 2 - Temps de premières défaillances, exprimés en mois. Les astérisques représentent des éléments suspendus.

- 1) Donner une estimation de la fiabilité $R(t)$, en utilisant la méthode de Johnson.
 - 2) Peut-on justifier graphiquement l'utilisation d'une loi exponentielle pour modéliser le temps de bon fonctionnement des éléments étudiés ?
- Si oui, donnez une estimation du MTTF et du paramètre λ .

Exercice 7

On a étudié le système de surveillance radar (SSR) et plus particulièrement les transpondeurs. Le tableau suivant donne l'instant de première défaillance de plusieurs transpondeurs.

Numéro du transpondeur	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Instant de défaillance	563	908	130	477	198	133*	417	153	269

Tab. 3 - Instants de premières défaillances des transpondeurs, exprimés en heures. La valeur suivie d'un astérisque correspond à un crash dont la responsabilité n'est pas liée au transpondeur.

- 1) Calculer une estimation de la fiabilité d'un transpondeur en utilisant la méthode de Kaplan-Meier.
 - 2) Peut-on justifier graphiquement l'utilisation d'une loi exponentielle pour modéliser le temps de bon fonctionnement des éléments étudiés ?
- Si oui, donnez une estimation du MTTF et du paramètre λ .