Etude de fiabilité sur un produit
Pour déterminer la qualité du produit et son cycle de vie

L'étude de fiabilité est faite de statistique à partir d'essais discrétiser en général (A.Sivert 2014)

Exercice n°1

Un lot de 130 ampoules électriques issues d'une même fabrication est testé en laboratoire. Les ampoules défaillantes sont remplacés les unes après les autres. Les résultats des défaillances des ampoules (extinction) sont les suivante :

Temps: h	Centre des classes temps moyen	Nbre de défaillants	Fréquences	Fréquence cumulée	Taux de défaillance	MTBF
0-200	100	0				
200-400	300	0				
400-600	500	12				
600-800		19				
800-1000		25				
1000-1200		32				
1200-1400		20				
1400-1600		13				
1600-1800		8				
1800-2000		1				

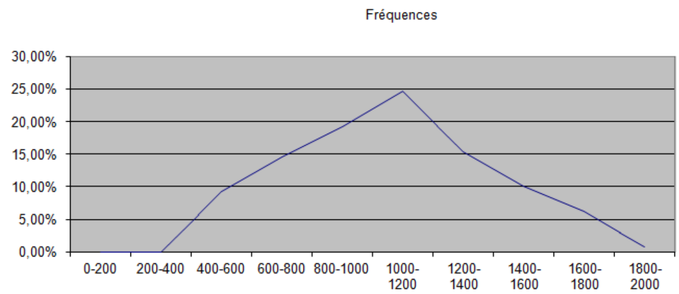
total 130
Moyenne : 1061,538
Variance (s) : 112927,847
Ecartype (s) : 336,047389

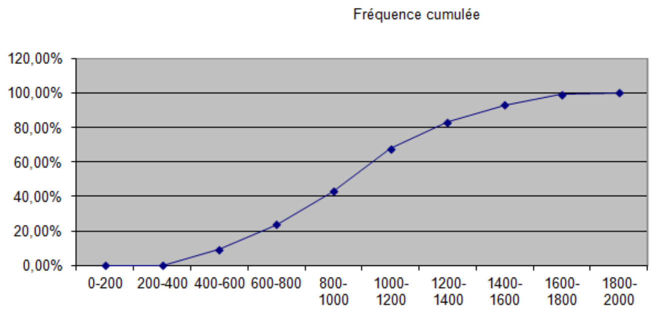
Nous allons voir comment on représente graphiquement le taux de défaillance, ainsi que la détermination de la valeur moyenne et le calcul de l'écart type autour de cette valeur moyenne, puis d'estimer la probabilité du fonctionnement de l'ampoule.

1) On utilisera le centre des classes pour la variable du temps à partir de l'équation suivante :
$temps_{moyen} = (temps_{max} + temps_{mini})/2$
Quelle est la période moyenne des mesures ?

2) Remplir le tableau des fréquences de défaillance correspondant à l'équation suivante :
Fréquence=nbr de défaillance/∑total d'élément tester.

3) Remplir le tableau des fréquences cumulées correspond à l'équation suivante :
$Frequence\ cumulée = \sum_0^n \quad frequence_n$
Puis, vérifier vos valeurs avec les courbes suivantes :





4) Déterminer approximativement la valeur de moyenne en heure de la fréquence de la défaillance d'une ampoule avec les courbes précédentes.

5) Calculer la moyenne $\overline{x}$ en heure de la frequence des ampoules défaillances à partir de l'équation suivante :

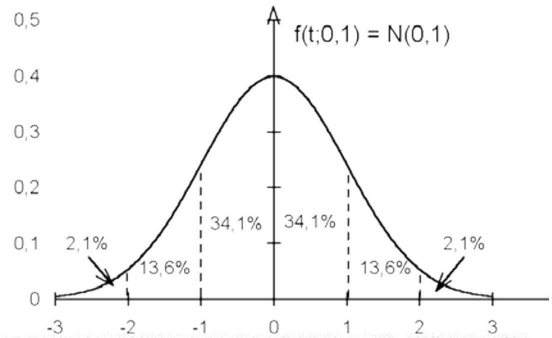
$$heure\ moyenne = \frac{[\sum_0^n \quad tempsmoy_n * nbrdedefaillance]}{nbrdelampe}$$

6) Etudier la normalité de la répartition, en calculant la variance puis l'écart type s à partir de l'équation suivante :

$$Variance = \frac{\left[\sum_0^n \quad (tempsmoy_n - heuremoyenne)^2 * nbrdedefaillance\right]}{nbrdelampe} \qquad Ecart\ type = \sqrt{variance}$$

Si $\bar{x}$= moyenne, S = écart-type et x = une valeur incluse dans l'ensemble de données, alors

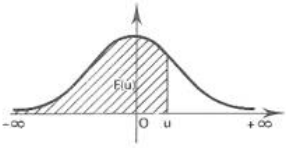
- environ 68 % des données se situent à l'intérieur de l'intervalle : $\bar{x}$- S < x < $\bar{x}$+ S.
- environ 95 % des données se situent à l'intérieur de l'intervalle : $\bar{x}$- 2S < x < $\bar{x}$+ 2S.



7) Calculer l'ecart ou l'intervalle pour 68% de defaillance ?

F(u) : probabilité de trouver une valeur inférieure à u (probabilité cumulée), égale à la surface hachurée :

$$u_i = \frac{x_i - \bar{x}}{\sigma}.$$



L'emploi de cette table exige par conséquent la standardisation préalable de la valeur de X dont on veut connaître la probabilité cumulée; u se lit dans la première colonne pour sa partie entière et sa première décimale, la deuxième décimale se trouvant dans la première ligne.

8) En utilisant les tables de la loi normale, estimer, calculer la probabilité cumulée u_i puis la probabilité qu'une ampoule reste allumée pendant 1060 heures.

$$u = \frac{\left[heure - heure_{moyenne}\right]}{ecart\ type}$$

9) Calculer la probabilité cumulée u_i puis la probabilité qu'une ampoule reste allumée pendant 724 heures.

10) Calculer la probabilité cumulée u_i puis la probabilité qu'une ampoule reste allumée pendant 1396 heures.

u	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
0,0	0,500 0	0,504 0	0,508 0	0,512 0	0,516 0	0,519 9	0,523 9	0,527 9	0,531 9	0,535 9
0,1	0,539 8	0,543 8	0,547 8	0,551 7	0,555 7	0,559 6	0,563 6	0,567 5	0,571 4	0,575 3
0,2	0,579 3	0,583 2	0,587 1	0,591 0	0,594 8	0,598 7	0,602 6	0,606 4	0,610 3	0,614 1
0,3	0,617 9	0,621 7	0,625 5	0,629 3	0,633 1	0,636 8	0,640 6	0,644 3	0,648 0	0,651 7
0,4	0,655 4	0,659 1	0,662 8	0,666 4	0,670 0	0,673 6	0,677 2	0,680 8	0,684 4	0,687 9
0,5	0,691 5	0,695 0	0,698 5	0,701 9	0,705 4	0,708 8	0,712 3	0,715 7	0,719 0	0,722 4
0,6	0,725 7	0,729 0	0,732 4	0,735 7	0,738 9	0,742 2	0,745 4	0,748 6	0,751 7	0,754 9
0,7	0,758 0	0,761 1	0,764 2	0,767 3	0,770 4	0,773 4	0,776 4	0,779 4	0,782 3	0,785 2
0,8	0,788 1	0,791 0	0,793 9	0,796 7	0,799 5	0,802 3	0,805 1	0,807 8	0,810 6	0,813 3
0,9	0,815 9	0,818 6	0,821 2	0,823 8	0,826 4	0,828 9	0,831 5	0,834 0	0,836 5	0,838 9
1,0	0,841 3	0,843 8	0,846 1	0,848 5	0,850 8	0,853 1	0,855 4	0,857 7	0,859 9	0,862 1
1,1	0,864 3	0,866 5	0,868 6	0,870 8	0,872 9	0,874 9	0,877 0	0,879 0	0,881 0	0,883 0
1,2	0,884 9	0,886 9	0,888 8	0,890 7	0,892 5	0,894 4	0,896 2	0,898 0	0,899 7	0,901 5
1,3	0,903 2	0,904 9	0,906 6	0,908 2	0,909 9	0,911 5	0,913 1	0,914 7	0,916 2	0,917 7
1,4	0,919 2	0,920 7	0,922 2	0,923 6	0,925 1	0,926 5	0,927 9	0,929 2	0,930 6	0,931 9
1,5	0,933 2	0,934 5	0,935 7	0,937 0	0,938 2	0,939 4	0,940 6	0,941 8	0,942 9	0,944 1
1,6	0,945 2	0,946 3	0,947 4	0,948 4	0,949 5	0,950 5	0,951 5	0,952 5	0,953 5	0,954 5
1,7	0,955 4	0,956 4	0,957 3	0,958 2	0,959 1	0,959 9	0,960 8	0,961 6	0,962 5	0,963 3
1,8	0,964 1	0,964 9	0,965 6	0,966 4	0,967 1	0,967 8	0,968 6	0,969 3	0,969 9	0,970 6
1,9	0,971 3	0,971 9	0,972 6	0,973 2	0,973 8	0,974 4	0,975 0	0,975 6	0,976 1	0,976 7
2,0	0,977 2	0,977 9	0,978 3	0,978 8	0,979 3	0,979 8	0,980 3	0,980 8	0,981 2	0,981 7
2,1	0,982 1	0,982 6	0,983 0	0,983 4	0,983 8	0,984 2	0,984 9	0,985 0	0,985 4	0,985 7
2,2	0,986 1	0,986 4	0,986 8	0,987 1	0,987 5	0,987 8	0,988 1	0,988 4	0,988 7	0,989 0
2,3	0,989 3	0,989 6	0,989 8	0,990 1	0,990 4	0,990 6	0,990 9	0,991 1	0,991 3	0,991 6
2,4	0,991 8	0,992 0	0,992 2	0,992 5	0,992 7	0,992 9	0,993 1	0,993 2	0,993 4	0,993 6
2,5	0,993 8	0,994 0	0,994 1	0,994 3	0,994 5	0,994 6	0,994 8	0,994 9	0,995 1	0,995 2
2,6	0,995 3	0,995 5	0,995 6	0,995 7	0,995 9	0,996 0	0,996 1	0,996 2	0,996 3	0,996 4
2,7	0,996 5	0,996 6	0,996 7	0,996 8	0,996 9	0,997 0	0,997 1	0,997 2	0,997 3	0,997 4
2,8	0,997 4	0,997 5	0,997 6	0,997 7	0,997 7	0,997 8	0,997 5	0,997 9	0,998 0	0,998 1
2,9	0,998 1	0,998 2	0,998 2	0,998 3	0,998 4	0,998 4	0,998 9	0,998 5	0,998 6	0,998 6

Exemples de lecture

Pour $u = +0{,}92$, F(u) = 0,821 2.
Pour $u = -0{,}92$, F(u) = 1 − 0,821 2 = 0,178 8.
Pour F(u) = 0,602 0, $u \simeq +0{,}26$ (correspondant à $0{,}26\ \sigma + \bar{x}$).
Pour F(u) = 0,352 7, 1 − F(u) = 0,647 3 et $u \simeq -0{,}38$.

11) En appliquant la définition du taux de défaillance λ(t), remplir le tableau précédent connaissant l'équation suivante : (R est la survie des ampoules, nbr est le nombre)

$$\lambda = \frac{\mathrm{dR}}{R \cdot dt} = \frac{\text{nbr survie} - \text{nbrrestant}}{\text{nbr totale} \cdot \text{periode}} = \frac{\text{nbr defaillant}}{\text{nbr totale} \cdot \text{periode}}$$

Est-ce que ce taux de defaillance par heure est constant ?

12) Calculer le MTBF(t) en heure des ampoules (*mean time between failures*= Temps moyen entre pannes), puis remplir le tableau sachant que le MTBF est l'inverse du taux de défaillance

Remarque

Un tableur excel permet de faire tous ces calculs assez rapidement comme on peut l'observer sur le premier tableau

Exercice n°2

Un automate programmable a un taux de défaillance contant : λ de: 1.142 x 10^{-5} defaillance/heure.

1) Donner l'équation de la fiabilité R(t) ou de survie de l'automate

2) Donner l'équation des défaillances F(t) mort de l'automate

3) Calculer sa probabilité (fiabilité) de fonctionner pendant le nombre d'heure du tableau suivant

Temps (heure)	0	8760=1an	61 320=7 ans	175000=20 ans
R(t) survie (%)	100%			
Cout moyen (t)				
Cout moyen (t)				

4) Calculer la durée de vie moyenne de l'automate

5) Calculer le cout moyen de renouvellement de l'automate à partir de l'équation suivante sachant que le cout de défaillance est de 0 euros (main d'œuvre est égale au cout de renouvelement 1000 euros.

$$\mathrm{cout}_{\mathrm{moyen}}(\mathrm{t}) = \frac{\left[cout_{defaillance} \cdot \left(1 - \mathrm{R(t)}\right) + \mathrm{cout}_{\mathrm{renouvelement}} \cdot \mathrm{R(t)}\right]}{0.5}$$

6) Si le cout de defaillance est de 500 euros, quel sera les nouvelles valeurs du cout moyen ?

Exercice n°3

http://tpmattitude.fr/fiabilite.html

Des cartes ont un taux de défaillance constant λ de: 6 x 10^{-6} défaillance/heure.

Nous allons étudier de taux de fiabilité R(t) lorsque plusieurs cartes sont mises en série ou parallèle pour 10 000 heures et pour faire un synthèse le tableau suivant sera rempli :

10 000 heures	1 carte	2 cartes séries	2 cartes //	3 cartes séries	3 cartes //
R(t)					

1) Donner le M.T.B.F. pour 1 carte et son nombre d'années, puis calculer le taux de fiabilité pour 10 000 heures.

2) Dans un système S1, Il y a 2 cartes redondantes en série,
Quelle est dans ce cas la fiabilité R(t) du système, sachant qu'en série les fiabilités R(t) se multiplient.

3) Déterminer la valeur du taux de défaillance de ce systéme S1, avec les 2 cartes en série. Calculer le MTBF

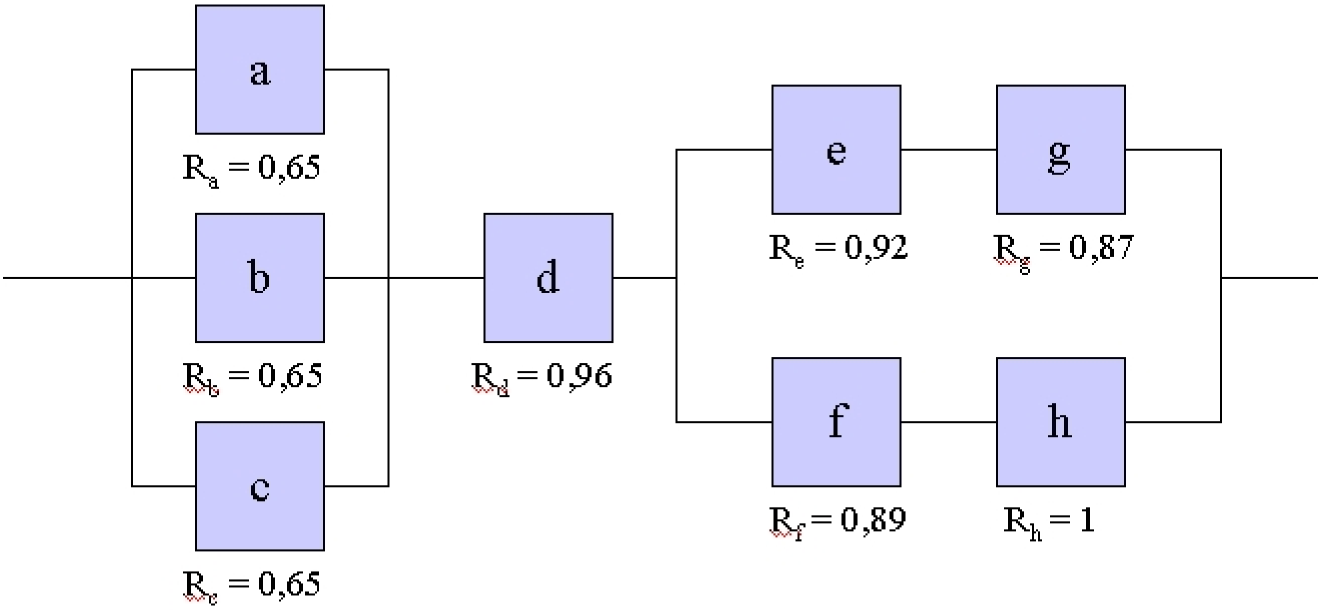
4) Dans un autre système S2, il y a 2 cartes en parallèle (ce qui permet au systéme de toujours fonctinner, si une carte ne fonctionne plus). Dans ce cas, les défaillances F(t) se multiplient.

5) Déterminer la valeur du taux de défaillance de ce système S2, avec les 2 cartes en //

6) Déterminer le taux la fiabilité d'un système qui a 3 cartes en série.

7) Déterminer le taux la fiabilité d'un système qui a 3 cartes //

8) Dans un système mixte (série +//), Vérifier que pour le schéma suivant l'équation du taux de fiabilité est la suivante



$R = [1- (1- 0{,}65)^3] \times [0{,}96] \times [1- (1- 0{,}92 \times 0{,}87) \times (1- 0{,}89 \times 1)]$

$R = 0{,}957 \times 0{,}96 \times 0{,}978 = 0{,}8986$ Soit environ 90 %

Exercice n°4

Hypothèse: λ = constante

On teste 100 ordinateurs. Le test est arrêté lorsque 20 appareils sont défaillants. On obtient pour les appareils défaillants les résultats suivants:

Numéro de défaillances	Temps ti	Numéro de défaillances	Temps ti
1	1 900 h	11	8 000 h
2	2 000 h	12	8 600 h
3	2 300 h	13	8 800 h
4	2 900 h	14	8 800 h
5	5 600 h	15	9 000 h
6	6 500 h	16	9 200 h
7	6 800 h	17	9 200 h
8	6 800 h	18	9 200 h
9	7 100 h	19	9 800 h
10	7 200 h	20	9 900 h

1) Dans ce tableau, il n'y a pas de preriode fixe, par consequent il faut calculer la valeur moyenne en heure par defaillance par rapport aux 20 ordinateurs, ce qui correspondra au MTBF.

2) A partir du MTBF, déterminer le taux de défaillance de cet ordinateur ?

3) Combien il y aura d'ordinateur défectueux à partir de 20 000 heures ?

Est-ce que ce résultat était attendu, sachant qu'il y a peu de défaillance au début du tableau et beaucoup autour de 9000 heures.

Exercice n°5

Hyp.: les défectueux sont remplacés (ou réparés).
Nous avons étudié 70 véhicules pendant la période allant de 80 000 km à 90 000 km ; 41 défaillances ont été réparées.

1) Quels est le taux de défaillance et le M.T.B.F. relatifs à cette période?

2) Calculer sa probabilité (fiabilité) de fonctionner pendant cette période de 10 000 km (on fera le calcul au milieu de la période à 85 000 km).

3) Calculer la fiabilité de fonctionner pour 150 000 km.

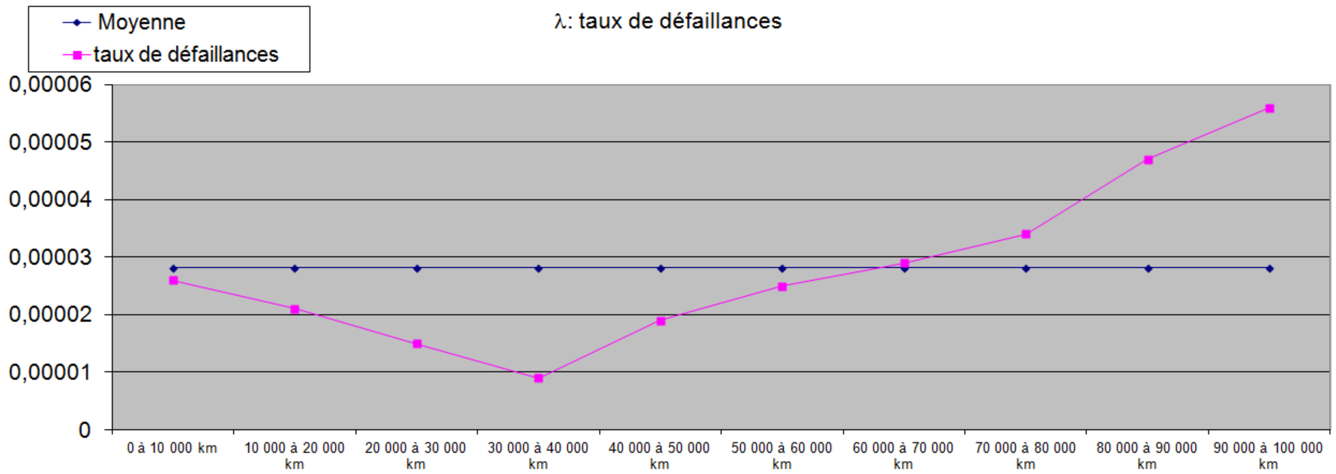
Est-ce qu'il etait possible d'utiliser le taux de defaillance pendant la periode de 80 000 km à 90 000 km pour faire létude de fiabilité à 150 000 km, nous allons voir cela dans l'exercice suivant.

Exercice n°6

Hyp.: les défectueux sont remplacés (ou réparés).
100 véhicules ont été étudiés pendant la période allant de 10 000 km à 100 000 km.

Période (Δt)	Nombre de défaillances
0 à 10 000 km	26
10 000 à 20 000 km	21
20 000 à 30 000 km	15
30 000 à 40 000 km	9
40 000 à 50 000 km	19
50 000 à 60 000 km	25
60 000 à 70 000 km	29
70 000 à 80 000 km	34
80 000 à 90 000 km	47
90 000 à 100 000 km	56

- la courbe $\lambda(t)$ du taux de defaillance relative est la suivante :



1) Retrouver les valeurs du tableau à partir du tableau précédent

2) Calculer la valeur moyenne de ce taux de defaillance

3) Peut on utiliser ce taux de defaillance moyen, pour calculer le taux de fiabilité pour 150 000 km ?

Exercice n°7

On test un lot de 50 électrovannes soumises en continu à 8 impulsions/min.

A la 50^{ième} heure, il en reste 33.

A la 60^{ième} heure, il en reste 27, Donc 6 defaillants

1) Quel est le taux de défaillance sur cette classe, par heure et par impulsion, si les défectueux ne sont pas remplacés (ou réparés).

2) Si, on avait réparé les électrovannes quel serait la valeur des taux de défaillance par heure ? (il y a toujours 6 electrovannes defaillants entre la 60^{ième} heure et la 50^{ième} heure)

Exercice n°8

Hyp.: **les défectueux ne sont pas remplacés (ou réparés).**

On test un lot de 100 électrovannes soumises en continu à 10 impulsions/min.

Heures	Nombre électrovannes restantes	Taux de defaillance
10^{ième} heure	99	
20^{ième} heure	97	
30^{ième} heure	93	
40^{ième} heure	88	
50^{ième} heure	81	
60^{ième} heure	73	
70^{ième} heure	63	
80^{ième} heure	52	
90^{ième} heure	41	
100^{ième} heure	28	

1) Quel est le taux de défaillance pour chaque classe, par heure et par impulsion ? remplir le tableau

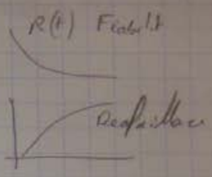
2) Tracer la courbe $\lambda(t)$ (défaillance/heure). Peut on utiliser le taux de defaillance pour faire un calul de fiabilité entre la 10eme heure et la 100eme heure ?

La correction des questions sur le cycle d'un produit est ici :
http://www.fichier-pdf.fr/2014/12/12/cycle-de-de-produit-iut-aisne-sivert/

Un documentaire vidéo de 2007 pour prendre conscience sur notre société de consommation qui s'appelle ;
L'histoire des choses (Story of Stuff)
https://www.youtube.com/watch?v=tma7A-XjcIg Partie 1.wmv en francais
https://www.youtube.com/watch?v=LiuEv62ogUg Partie 2
https://www.youtube.com/watch?v=pj9gKq1Cf2Y Partie 3
The Story of Cosmetics (2010) en Français
https://www.youtube.com/watch?v=SmZiQ_f1DFY

sur le forum suivant, on peut retrouver toutes les corrections et les liens
http://velorizontal.bbfr.net/t17892p15-lecture-sur-les-cycles-motorises-livre-magasine-blog

1) Période : 200 heures.



2) Fréquence = Défaillant / Σ total.

3) Fréquence cumulée

4) 50% des ampoule sont mortes vers 1000 heures de fonctionnement c'est là, car il y a le plus d'ampoule défaillante.

5) heure moy $= \left(\frac{100.0 + 300.0 + 500 \times 12 + 19.700 + 25 \times 900 + 32 \times 1100 + 20 \times 1300 + 13 \times 1500 + 8 \ldots}{130}\right.$

$= 1061$ heure

6) Variance $= \Sigma$ (temps moyen − heure Moyenne)^2 × nbr de défaillance / nbr de lampe ↳ 130.

variance $= \left(\frac{(500-1061)^2 12 + (700-1060)^2 . 19 + (900-1060)^2 25 + (1100-1060)^2 . 32 + (1300-1060)^2 \times 20 \ldots}{130}\right.$

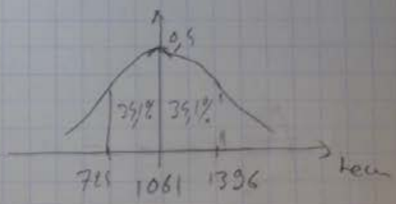
variance = 112 927.

Ecart type $= \sqrt{\text{variance}} = 336$ heure

7) $\bar{x} - S \leq x < \bar{x} - S$

$1060 - 336 \times 1$

$725 < x < 1396$



8) $U_i = \left(\frac{1060 - 1060}{336}\right) = 0$ $\quad F(0) = 50\%$.

9) $U_i = \left(\frac{724 - 1060}{336}\right) = -1$ $\quad F_{(-1)} = 1 - F_{(1)} = 1 - 0,84 = 16\%$

probabilité qu'elle soit allumée 84%

10) $U_i = \left(\frac{1396 - 1060}{336}\right) = 1$ $\quad F_{(1)} = 84\%$

16% qu'elle soit allumée

11) $\lambda = \frac{dR}{R\,dt} =$

1

Temps: h	Centre classes	Nbre de défaillants	Fréquences	Fréquence cumulée	taux defaillance	MTBF	loi normal
0-200	100	0	0,00%	0,00%	0	x	-3
200-400	300	0	0,00%	0,00%	0	x	-3
400-600	500	12	9,23%	9,23%	3,5503E-06	281666,667	-1,32667751
600-800	700	19	14,62%	23,85%	5,6213E-06	9,1716E-06	-0,71126009
800-1000	900	25	19,23%	43,08%	7,39645E-06	1,6568E-05	-0,1744161
1000-1200	1100	32	24,62%	67,69%	9,46746E-06	2,6036E-05	0,45911185
1200-1400	1300	20	15,38%	83,08%	5,91716E-06	3,1953E-05	0,95720947
1400-1600	1500	13	10,00%	93,08%	3,84615E-06	3,5799E-05	1,48154449
1600-1800	1700	8	6,15%	99,23%	2,36686E-06	3,8166E-05	2,4231962
1800-2000	1900	1	0,77%	100,00%	2,95858E-07	3,8462E-05	3
	total	130			defaill/heure	heure/defaill	

Exercice 2.

1) $R(t) = e^{-\lambda . t}$ $\lambda = -1{,}142\,10^{-5}$

2) $F(t) = 1 - R(t) = 1 - e^{-\lambda t}$

3)

tempo heure | 0 | 1an | 2a | 3 ans | 7 ans | 20ans

[redacted]

82%	75,6 %	50%	13,5%
1637	1481	992€	270€…
1819	1741	1496	1135Euros.

R(t) sans défaillance	100%	90,7%
C(t)	1000€	1810
C(t) 500		1905

$1 - e^{-\lambda t}) + \text{Cout renouvel}\, e^{-\lambda t})$

5). Cout moyen $= (\text{C défaillance}$

$(e^{-\lambda\,\text{temps moy}}) \Rightarrow 0{,}5$

$t = \frac{\ln 0{,}5}{-\lambda} = \frac{-0{,}69}{-1{,}142\,10^{-5}} = 60\,695$ heure

4) $50\% = e^{-\lambda t}$

[redacted]

t

pour cout de défaillance 0€ et 1000€ cout renouvellement

à $t = 0$ 2 fois le prix du cout de renouvellement

à $t = 7$ans Egal au cout de renouvellement

[redacted]

temps moyen

c'est le moment de changer car le taux de fiabilité est de 50%.

Cout moyen = 0.

t = ∞

défaillance 500€ et 1000€ renouvellement

pour un cout de d

2 fois Cout moy = $\frac{\text{cout renouvellement}}{0{,}5}$

à t = 0

t = 7ans

[redacted]

$(1-0{,}5) + \text{Cout renouvel}\ 0{,}5$
$0{,}5$

Cout moy = Cout défaillance

défaillance + cout renouvellement
= Cout déf
…00€ = 1500€
= 500 + 10…

Exercice 3. $\lambda = 6\ 10^{-6}$

	1 carte	2 carte série	2 carte //	3 carte série	3 cartes //
$R(t)$	94,2%	88,7	99,66	83,5%	99,98%

1) $MTBF = \frac{1}{\lambda} = 166\ 666$ heure $\Rightarrow$ 19 ans.

2) $R(t) = e^{-\lambda t} = e^{-\frac{10\,000}{166\,666}} = 94{,}2\%$

3) $R_{S1} = R(t)_{carte} \cdot R(t)_{carte} = 0{,}942 \times 0{,}942 = 88{,}7\%$

$R_{S1} = e^{-\lambda t} \cdot e^{\lambda t} = e^{-2\lambda t}$ $\qquad MTBF = \frac{1}{\lambda_1 + \lambda_2 ..}$

3). $\lambda = \frac{-\ln R_{S1}}{t} = \frac{-\ln 0{,}887}{10\,000} = 12\ 10^{-6}$ defai / heure

4). $F_{S2} = F(t) \cdot F(t) = (1 - R(t))(1 - R(t)) = [1 - R(t)]^2$
$= (1 - 0{,}942)^2 = 0{,}0033$

$R_{S2} = (1 - F_{S2}) = [1 - (1 - R(t))^2] = 1 - (1 - 2R(t) + R(t)^2)$
$= 2R(t) - R(t)^2$
$= 2 \times 0{,}942 - 0{,}942^2$
$= 1{,}884 - 0{,}887$
$= 0{,}9966 \qquad = 1 - 0{,}0033$

5) $\lambda = -\frac{\ln R_{S2}}{t} = -\frac{\ln 0{,}9966}{10\,000} = +0{,}34\ 10^{-6}$ defai / heure

6) $R_{3\,carte\,série} = 0{,}942^3 = 83{,}5\%$

7) $R_{3\,carte\,//} = 1 - [1 - R(t)]^3 = 1 - (1 - 0{,}942)^3 = 99{,}98\%$
pas de chance si il y a un problème

3

Exercice 4

nbr d'heure defaillant. Lorsqu'il n'y pas de periode

1) $MTBF = \dfrac{(1900 \times 1) + (2000 \times 1) + 2300 + 2900 + 5600 \ldots}{20 \text{ ordinateurs}}$

1 defaillant

$MTBF = 6980$ heures.

2) $\lambda = \dfrac{1}{MTBF} = 0{,}0001432$ defaut/heure.

3) $F(t) = 1 - e^{-\frac{20\,000}{6980}} = 94\,\%$ sur 100 ordinateurs 94 sera mort

on remarquera que peut d'ordinateur meurt au debut et beaucoup autour de 9000 heure

4) $F(1900) = 1 - e^{-\frac{1900}{6980}} =$

Exercice 5

1) $\lambda = \dfrac{41 \text{ defaillance}}{70 \cdot (dt)} = \dfrac{41}{70 \times 10\,000\,km} = 5{,}87 \cdot 10^{-5}$ defaut/km

↳ ecart 90 000 km − 80 000

2) $R(t) = e^{-\lambda t} = e^{-5{,}87 \cdot 10^{-5} \cdot 85\,000\,km} = 0{,}69\,\%$

la fiabilité est tres faible

ce qui indique que pour chaque periode de 10 000 km

chaque vehicule risque d'être en panne à 99,3 %

3) λ n'est pas constant

il augmente lorsque le nbr de km ↗

Donc ce n'est pas possible d'utiliser

λ pour faire un calcul pour $150 \cdot 10^3$ km

$\lambda = \dfrac{\text{nbr de defaillant}}{100 \cdot 10\,000\,km}$

$\lambda_{moyen} = \dfrac{\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 + \lambda_4 \ldots \lambda_{10}}{\text{nbr de } \lambda}$

↳ 10

Exercice 6

Période (t)	Nombre de défaillances	taux de défaillances	Moyenne
0 à 10 000 km	26	0,000026	0,0000281
10 000 à 20 000 km	21	0,000021	0,0000281
20 000 à 30 000 km	15	0,000015	0,0000281
30 000 à 40 000 km	9	0,000009	0,0000281
40 000 à 50 000 km	19	0,000019	0,0000281
50 000 à 60 000 km	25	0,000025	0,0000281
60 000 à 70 000 km	29	0,000029	0,0000281
70 000 à 80 000 km	34	0,000034	0,0000281
80 000 à 90 000 km	47	0,000047	0,0000281
90 000 à 100 000 km	56	0,000056	0,0000281

Exercice 6

le taux de Fiabilité

$$\lambda = \frac{\text{nbr de défaillance}}{100 \text{ vehicule} \times \text{periode}} = \frac{26}{100 \times 10\,000 km} = 0,000\,026 \text{ défail}/km$$

↳ 10 000 km

2) Valeur moyen $= \frac{1}{10} \left(\frac{26+21+15+9+19+25+29+34+47+56}{100 \times 10\,000 km} \right)$

Valeur Tableau

$= 0,000\,0281$

3) Non, car le taux de fiabilité n'est pas constant, il n'est pas possible d'utiliser la valeur moyenne du Taux

Exercice 7

1) $\lambda = \frac{dR}{R\,dt} = \frac{\text{nbr de défaillance}}{\text{nbr d'element periode}}$

$\lambda = \frac{50 \text{ electrovanne} - 33 \text{ elc}}{50 \text{ electrovanne} \cdot 50 \text{ heure}} = 0,0068$ défaillance/heure

$\lambda = \frac{0,0068}{60 \text{ minute} \cdot 8 \text{ nbr d'impulsion}}$

$= 1,45$ défail/Impulsion

$\lambda = \frac{33-27}{33 \text{ electr.} (60h - 50h)} = 0,018$ défail/heure

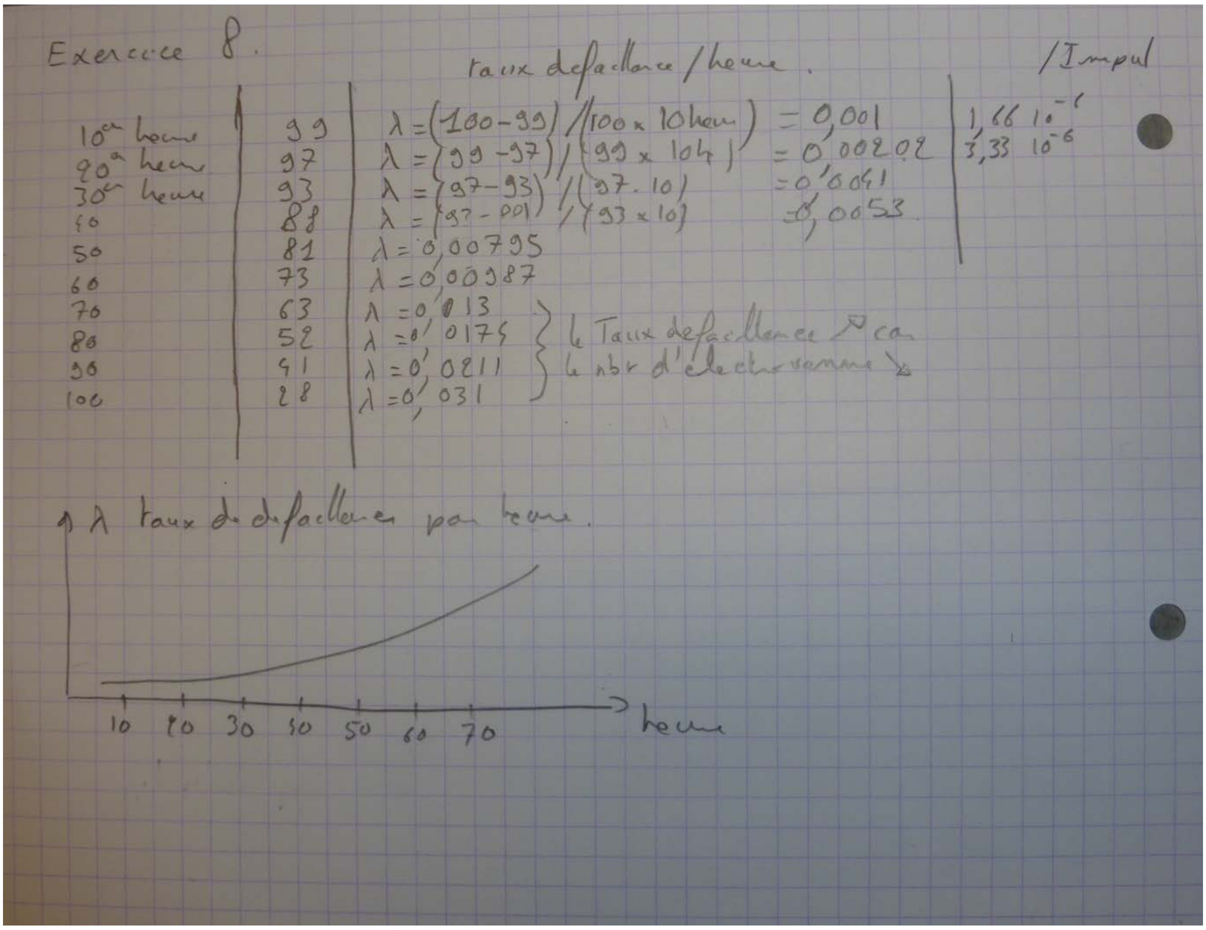
$= 3,78\,10^{-5}$ défai/Impulsion

Avec remplacement

$\lambda = 0,0068$

$\lambda = \frac{33-27}{50(60h-50h)} = 0,012$

$\Rightarrow 2,5\,10^{-5}$ défaillan/Impulsion



Exercice 8.

		taux defaillance / heure.	/Impul
10e heure	99	$\lambda = (100-99)/(100 \times 10\,\text{heure}) = 0{,}001$	$1{,}66\ 10^{-6}$
20e heure	97	$\lambda = (99-97)/(99 \times 10h) = 0{,}00202$	$3{,}33\ 10^{-6}$
30e heure	93	$\lambda = (97-93)/(97 \cdot 10) = 0{,}0041$	
40	88	$\lambda = (93-88)/(93 \times 10) = 0{,}0053$	
50	81	$\lambda = 0{,}00795$	
60	73	$\lambda = 0{,}00987$	
70	63	$\lambda = 0{,}013$	
80	52	$\lambda = 0{,}0175$	
90	41	$\lambda = 0{,}0211$	
100	28	$\lambda = 0{,}031$	

le Taux defaillance ↗ car le nbr d'electrovanne ↘

Defaillance / impulsion