

# ETUDE EMPYRIQUE DES DEFAILLANCES

## EXERCICE 1 :

Sur une série de 150 nouveaux capteurs mis en fonctionnement, on a relevé les TBF suivants :

Intervalle de temps	Nombre de défailants
0 – 100	12
100 – 200	10
200 – 300	5
300 – 400	4
400 – 500	3

- Calculer la probabilité de survie  $R(t)$ , la probabilité d'observer une défaillance  $F(t)$ , le taux de défaillance  $\lambda(t)$  Répondre sur un [fichier LibreOffice](#)
- Illustrer avec des histogrammes

Considérons 65 mécanismes non réparables tombés en panne selon le tableau ci-dessous, les défailants n'étant pas remplacés. Le mécanisme le plus fiable a fonctionné 790 heures.

- Calculer les taux de défaillance puis tracer le graphe d'évolution, et l'analyser puis le commenter.

Classes	Défaillants	Survivants	$\lambda$
0-100	5	65	
100-200	8	60	
200-300	9	52	
300-400	10	43	
400-500	10	33	
500-600	10	23	
600-700	8	13	
700-800	5	5	

## EXERCICE 2 :

On a relevé sur un type de moteur les défaillances suivantes répertoriées par tranche. L'étude a porté sur 37 moteurs.

0h à 1000h	1000h à 2000h	2000h à 3000h	3000h à 4000h	4000h à 5000h	5000h à 6000h
1	3	6	10	13	4

On demande :

- D'estimer les fonctions empiriques  $R$ ,  $F$ ,  $\lambda$
- De tracer les histogrammes correspondants

## TD - FIABILITE EMPIRIQUE

**EXERCICE 3 :**

Un service maintenance étudie le comportement d'un relais en fonctionnement sur 48 machines. Les résultats ont été consignés dans le tableau ci-dessous.

On demande :

- D'estimer les fonctions empiriques  $R$ ,  $F$ ,  $\lambda$
- De tracer les histogrammes correspondants

Nb d'éléments ayant fonctionné	Nb de défectueux dans la tranche	Survivants $N(t_i)$	Cumul des défectueux	Probabilité de survie $R(t_i)$	Densité de probabilité de défaillance $f(t_i) \cdot \Delta t_i$	Taux d'avarie $\lambda(t_i)$
0 - 1000 heures	4	48				
1000 - 2000	7					
2000 - 3000	15					
3000 - 4000	10					
4000 - 5000	7					
5000 - 6000	5					

**EXERCICE 4 : RECHERCHE DE PERIODICITE :**

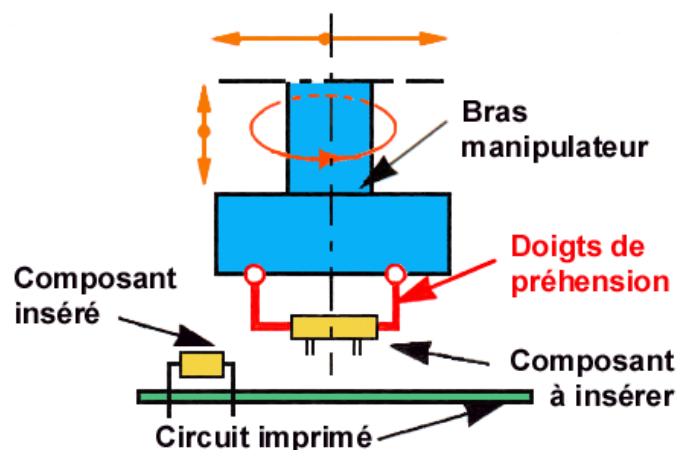
Sur une machine d'insertion automatique de composants électroniques sur des circuits imprimés la rupture des doigts de préhension des composants, situés à l'extrémité d'un bras manipulateur, provoque des arrêts importants (changement des doigts, réinitialisation de la machine, réglages).

Le service maintenance décide d'étudier la fiabilité de ces éléments en vue d'instaurer une action de maintenance préventive systématique les concernant. Sachant que l'entreprise possède 14 machines d'insertion automatique de composants électroniques.

**ETUDE DU TAUX DE DEFAILLANCE :**

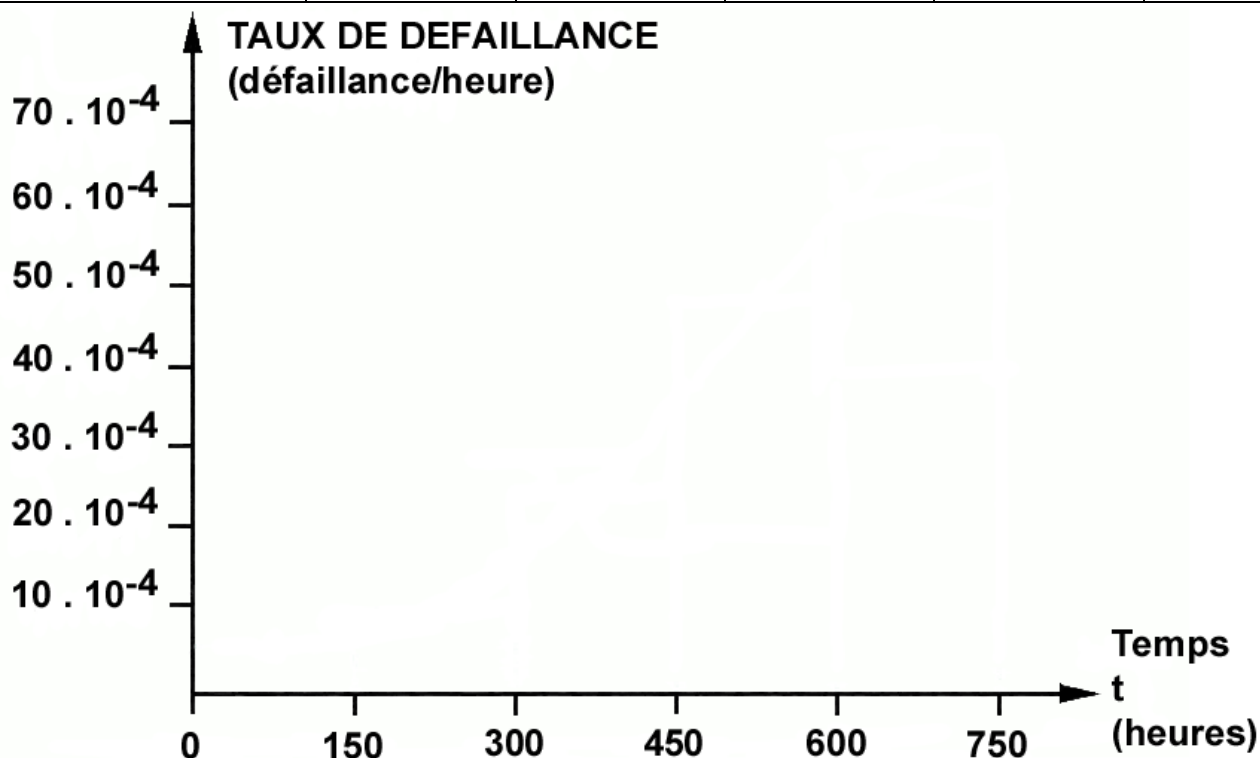
Travail à faire : compléter le tableau de calcul du taux de défaillance puis tracer la courbe du taux de défaillance en fonction du temps et conclure.

$$\text{Taux de défaillance : } \lambda(t) = \frac{\text{Nb de matériels défectueux durant } \Delta t}{\text{Nb de matériels en service au début de } \Delta t \times \Delta t}$$



**TD - FIABILITE EMPIRIQUE**

Intervalle $\Delta t$ (en heures)	0 – 150	150 – 300	300 – 450	450 – 600	600 – 750
Nombre de matériels en service au début de $\Delta t$	14	13	11	7	2
Nombre de matériels défectueux pendant $\Delta t$	1	2	4	5	2
TAUX DE DEFAILLANCE (défaillance/heure) $\lambda(t)$					



Période de vie du matériel considéré :

**ETUDE DE LA FONCTION FIABILITE  $R(t)$  :**

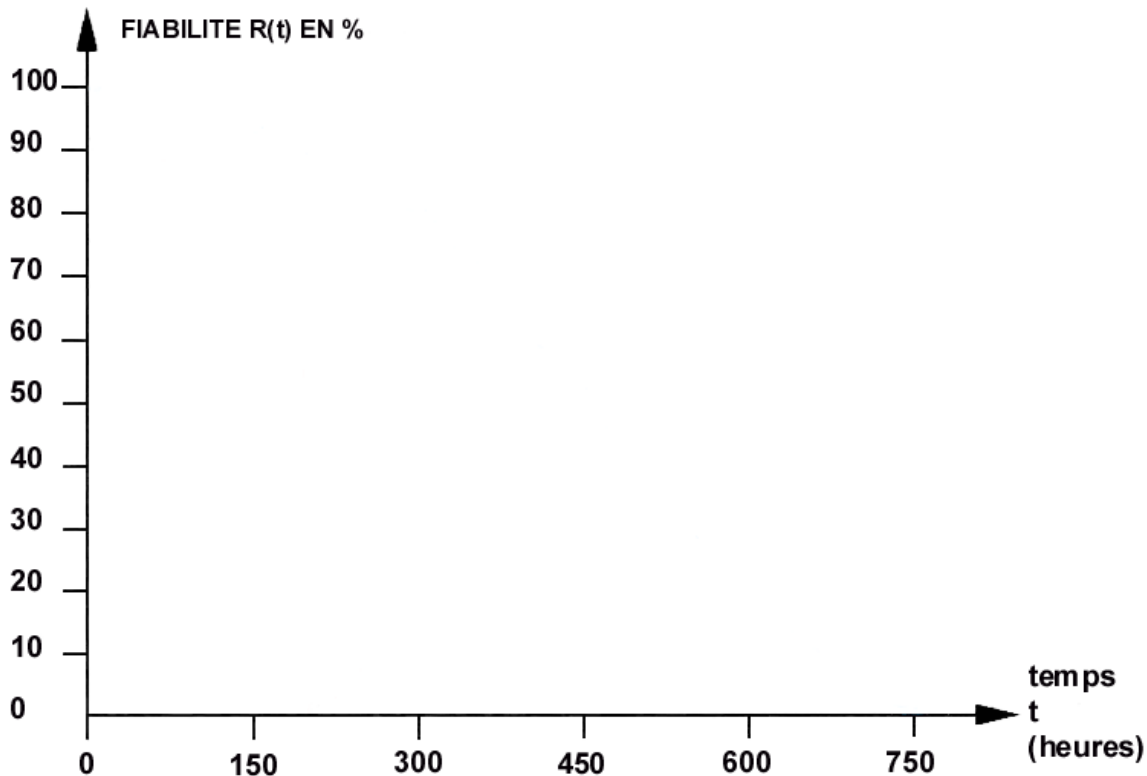
La courbe précédente montre que le changement systématique des doigts doit être envisagé. On se propose donc de déterminer la périodicité de changement.

Travail à faire : compléter le tableau de calcul de la fonction fiabilité en vous aidant du tableau du taux de défaillance puis représenter graphiquement la fiabilité en fonction du temps.

Fonction fiabilité  $R(t)$  :  $R(t) = \frac{\text{Nombre de matériels en service au début de } \Delta t}{\text{Nombre initial de matériels}}$

Intervalles $\Delta t$ (en heures)	0 – 150	150 – 300	300 – 450	450 – 600	600 – 750
Nombre de matériels défectueux dans l'intervalle $\Delta t$					
Nombre de matériels sans défectueux au début de $\Delta t$					
FIABILITE $R(t)$					

**TD - FIABILITE EMPIRIQUE**



**CHOIX DE LA PERIODICITE DE CHANGEMENT SYSTEMATIQUE T :**

Le changement systématique des doigts aura lieu **hors production** et sera d'une durée approximative de 2 heures. L'entreprise travaille 16 heures par jour, 5 jours par semaine (congés le samedi, dimanche et jours fériés) et ferme durant le mois d'août du 1 au 28. **Le dernier changement a eu lieu le 5 avril avant le démarrage de la production.**

Définir graphiquement sur le graphique une périodicité  $T$  de changement systématique correspondant à une fiabilité de 90 %.

T =

Cocher les dates de changement systématique des six prochains mois.

**Avril**

Di	Lu	Ma	Me	Je	Ve	Sa
					1	2
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30

**Mai**

Di	Lu	Ma	Me	Je	Ve	Sa
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31				

**Juin**

Di	Lu	Ma	Me	Je	Ve	Sa
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30		

**Juillet**

Di	Lu	Ma	Me	Je	Ve	Sa
					1	2
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30
31						

**Août**

Di	Lu	Ma	Me	Je	Ve	Sa
	1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
28	29	30	31			

**Septembre**

Di	Lu	Ma	Me	Je	Ve	Sa
				1	2	3
4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	

Calendrier de changement systématique des doigts de préhension (les jours de fermeture de l'entreprise sont en violet sur le calendrier).

**TD - FIABILITE EMPIRIQUE****EXERCICE 5 : ANALYSE D'UN PARC DE VEHICULES :**

On donne en annexe l'historique d'un parc de 11 véhicules de même marque et de même type. Ces véhicules devant être renouvelés à l'identique, on se propose de définir une politique de maintenance pour le nouveau parc :

- Connaissance des points faibles pour diminuer les coûts et l'indisponibilité
- Connaissance du comportement pour savoir à quel moment il est économique de les déclasser

**Partie 1 : analyse globale du parc :**

- Compléter le tableau suivant et établir son histogramme :

N° de véhicule	Km parcourus avant déclassement	Nombre de défaillances
1	118000	
2	109000	
3	19000	
4	104000	
5	103000	
6	44000	
7	112000	
8	78000	
9	104000	
10	101000	
11	100000	
<b>N =</b>	<b><math>\Sigma =</math></b>	<b><math>\Sigma =</math></b>

- Déterminer le véhicule qui semble anormalement fragile :
- Calculer alors son taux de défaillance et sa MTBF

- Calculer le taux de défaillance et la MTBF pour l'ensemble du reste du parc :

- Conclure alors sur l'utilisation qui a été faite sur ce véhicule et émettre alors les hypothèses nécessaires concernant la suite de l'étude :

**TD - FIABILITE EMPIRIQUE****Partie 2 : recensement des données nécessaires à l'étude :**

Décomposition structurelle		Durée d'intervention par véhicule											n	/t	n/t	
Bloc Moteur	1															
Carrosserie	2															
Embrayage	3															
Circuit électrique	4															
Freins	5															
Boite de vitesse	6															
Direction	7															
Suspension	8															
<b>VEHICULE</b>		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>			<b><math>\Sigma =</math></b>	

*n* : nombre d'interventions      *1/t* : moyenne des temps d'intervention

**Partie 3 : analyse par graphes de Pareto :**

- Effectuer une analyse de Pareto en prenant *n/t* comme critère. Conclure.
- Effectuer une analyse de Pareto en prenant *n* comme critère. Conclure.
- Effectuer une analyse de Pareto en prenant *1/t* comme critère. Conclure.

**TD - FIABILITE EMPIRIQUE****Partie 4 : étude de fiabilité :**

Compléter le tableau suivant :

Classes (périodes en $10^3$ Km)	Nombre de véhicules en usage	Cumul des Km / classe en $10^3$ Km 10000 x (2)	Nombre de défaillances / classe	Taux de défaillance $\lambda$ sur la classe (4) / (3)	$\lambda.t$ (5) x 10000
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	
0 – 10					
10 – 20					
20 – 30					
30 – 40					
40 – 50					
50 – 60					
60 – 70					
70 – 80					
80 – 90					
00 – 100					
100 – 110					
110 – 120					

- Tracer la courbe représentant le taux de défaillance en fonction du nombre de Km
- Mettre en évidence les 3 zones caractéristiques de ce type de courbe
- En déduire la période de remplacement des véhicules

## TD - FIABILITE EMPIRIQUE

N° Véhicule	Km compteur	Type de défaut	Code	Durée réparation	N° Véhicule	Km compteur	Type de défaut	Code	Durée réparation
1	7890	Amortisseur	8	5	9	7790	Allumage	4	4
1	8676	Freins	5	7	9	19911	Démarrreur	4	1
1	27391	Embrayage	3	10	9	37525	Amortisseurs	8	6
1	27391	Circuit élec.	4	2	9	87812	Amortisseurs	8	5
1	48720	Pompe à ess.	1	1	9	97912	Circuit élec.	4	3
1	75622	Freins	5	7	9	102800	Freins	5	6
1	110960	Cardan	8	10	9	102800	Cardan	8	8
1	117920	Batterie	4	0,5					
2	8790	Amortisseurs	8	6	10	26821	Amortisseurs	8	5
2	8790	Freins	5	8	10	65912	Embrayage	3	12
2	27922	Cardan	8	8	10	77915	Amortisseurs	8	5
2	27922	Démarrreur	4	4	10	91218	Amortisseurs	8	3
2	37812	Embrayage	3	12	10	97990	Freins	5	6
2	100920	Boite	6	12					
2	103920	Batterie	4	0,5					
3	8787	Amortisseurs	8	5	11	5582	Boite	6	12
3	18732	Freins	5	7	11	64712	Embrayage	3	15
4	4890	Amortisseurs	8	4					
4	17947	Embrayage	3	12					
4	17947	Essuie glace	2	2					
4	57900	Amortisseurs	8	5					
4	77212	Circuit élec.	4	4					
4	103821	Batterie	4	0,5					
5	6990	Embrayage	3	11					
5	14029	Cardan	8	10					
5	87512	Freins	5	8					
5	102921	Batterie	4	0,5					
6	6970	Circuit élec.	4	5					
6	12341	Amortisseurs	8	6					
6	43711	Freins	5	8					
7	6811	Circuit élec.	4	5					
7	17912	Amortisseurs	8	3					
7	101772	Freins	5	6					
7	107911	Boite	6	10					
7	110712	Freins	5	4					
7	111910	Batterie	4	0,5					
8	8910	Amortisseurs	8	7					
8	8910	Portière	2	2					
8	11610	Portière	2	1					
8	14821	Amortisseurs	8	9					
8	18712	Portières	2	2					
8	22222	Cardan	8	8					
8	26714	Embrayage	3	6					
8	28927	Radiateur	1	3					
8	36911	Amortisseurs	8	10					
8	36911	Boite	6	10					
8	41927	Amortisseurs	8	8					
8	58711	Boite	6	10					
8	58711	Embrayage	3	12					
8	66990	Amortisseurs	8	7					
8	77820	Démarrreur	4	6					