

2-1- Analyse des défaillances

2-1-1- Définition de la défaillance

Les _____ sont à la maintenance ce que les _____ sont à la médecine. Il est inutile d'effectuer un dépannage ou une réparation sans avoir au préalable _____ à remédier.

Synonymes usuels non normalisés : « failure » (anglais), dysfonctionnement, dommages, dégâts, anomalies, avaries, incidents, défauts.

Après défaillance, le système est donc en état de panne. La défaillance est _____, par opposition à une panne qui _____.

2-1-2- Les modes principaux de défaillances

- **Mode de défaillance** : Façon par laquelle une défaillance se manifeste. C'est la manière dont un système vient à ne pas fonctionner.
(Analogie médicale : **symptôme** : façon par laquelle une maladie se manifeste).

Il est relatif à la fonction de chaque élément.

Une fonction a 4 façons de ne pas être correctement effectuée :

- Plus de fonction** : la fonction cesse de se réaliser,
- Pas de fonction** : la fonction ne se réalise pas lorsqu'on la sollicite,
- Fonction dégradée** : la fonction ne se réalise pas parfaitement, altération de performances
- Fonction intempestive** : la fonction se réalise lorsqu'elle n'est pas sollicitée.

Modes de défaillances	Composants électriques et électromécaniques	Composants hydrauliques	Composants mécaniques
Plus de fonction	- composant défectueux	- composant défectueux - circuit coupé ou bouché	- rupture - blocage, grippage
Pas de fonction	- composant ne répondant pas à la sollicitation dont il est l'objet - connexions débranchées - fils desserrés	- connexions / raccords débranchés	
Fonction dégradée	- dérive des caractéristiques	- mauvaise étanchéité - usure	- désolidarisation - jeu
Fonction intempestive	- perturbations (parasites)	- perturbations (coups de bélier)	

Rep	MODES DE DEFAILLANCE	Rep	MODE DE DEFAILLANCE
1	Défaillance structurelle (rupture)	19	Ne s'arrête pas
2	blocage physique au croisement	20	ne démarre pas
3	vibrations	21	ne commute pas
4	ne restent pas en position	22	fonctionnement prématuré
5	ne s'ouvre pas	23	fonctionnement après le délai prévu (retard)
6	ne se ferme pas	24	entrée erronée (augmentation)
7	défaillance en position ouverte	25	entrée erronée (diminution)
8	défaillance en position fermée	26	sortie erronée (augmentation)
9	fuite interne	27	sortie erronée (diminution)
10	fuite externe	28	perte de l'entrée
11	dépasse la limite supérieure tolérée	29	perte de la sortie
12	est en dessous de la limite inférieure tolérée	30	court-circuit (électrique)
13	fonctionnement intempestif	31	circuit ouvert (électrique)
14	fonctionnement intermittent	32	fuite (électrique)
15	fonctionnement irrégulier	33	autres conditions de défaillance exceptionnelle suivant les caractéristiques du système les conditions de fonctionnement et des contraintes opérationnelles.
16	indications erronées		
17	écoulement réduit		
18	mis en marche erronée		

2-1-3- Les causes de défaillances

Le service maintenance doit, à partir du mode de défaillance, effet observable de cette dernière, doit définir les causes possibles de cette même défaillance.

Elles peuvent se classer en trois catégories :

<i>Causes de défaillance</i>	<i>Composants électriques et électromécaniques</i>	<i>Composants hydrauliques</i>	<i>Composants mécaniques</i>
<i>Causes internes matériel Intrinsèque</i>	- vieillissement - composant HS (mort subite)	- vieillissement - composant HS (mort subite) - colmatage - fuites	- contraintes mécaniques - fatigue mécanique - états de surface
<i>Causes externes Extrinsèque milieu exploitation</i>	- - pollution (poussière, huile, eau) - chocs - vibrations - échauffement local - parasites - - perturbations électromagnétiques, etc.	- - température ambiante - - pollution (poussières, huile, eau) - vibrations - échauffement local - chocs, coups de bélier	- - température ambiante - - pollution (poussières, huile, eau) - vibrations - échauffement local - chocs
<i>Causes externes Extrinsèque Main d'œuvre</i>	- - montage - réglages - contrôle - mise en oeuvre - utilisation - manque d'énergie	- - montage - réglages - contrôle - mise en oeuvre - utilisation - manque d'énergie	- - conception - - fabrication - - montage - réglages - contrôle - mise en oeuvre - utilisation

Il existe 4 types de causes amenant le mode de défaillance :

Causes internes au matériel,
Causes externes au matériel : matériel en amont,
Causes externes dues à l'environnement, au milieu, à l'exploitation,
Causes externes dues à la main d'œuvre.

Cause de défaillance et maintenance associée

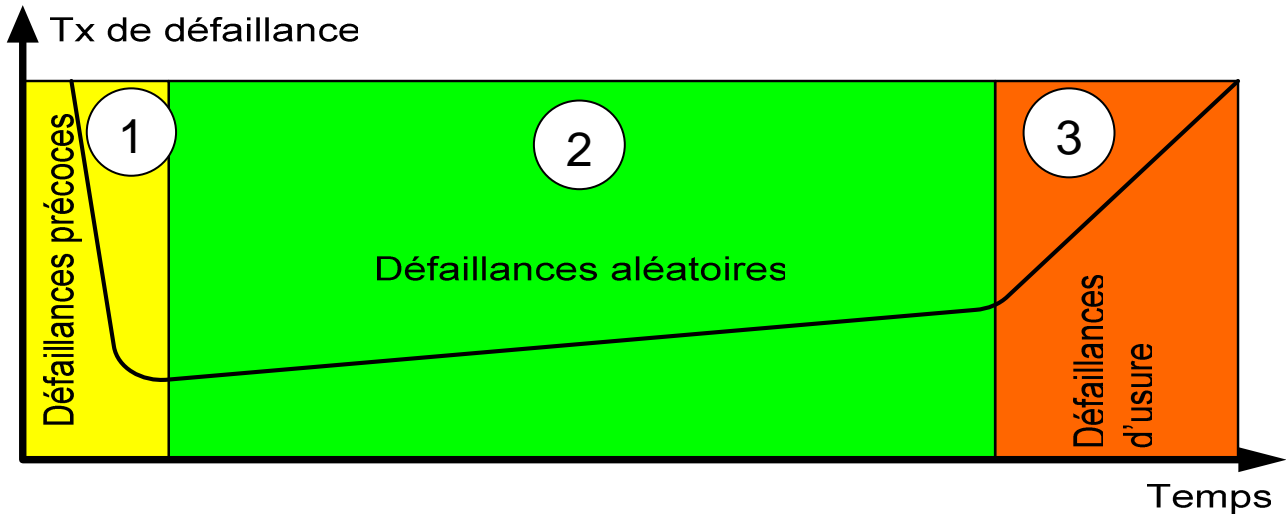
Une action de maintenance ne peut être jugée optimale, c'est-à-dire :

- Efficace dans sa rapidité d'exécution
- Fiable pour ses effets dans le temps :

CATÉGORIE	EXEMPLES DE CAUSE	ACTION DE MAINTENANCE ASSOCIÉE
Causes inhérentes au fonctionnement	USURE : avec la variation progressive des caractéristiques : <ul style="list-style-type: none"> ● mécaniques ● dimensionnelles 	<ul style="list-style-type: none"> ● Maintenance de premier niveau : nettoyage, lubrification, etc. ● Maintenance préventive conditionnelle : suivi vibratoire, contrôle dimensionnel, etc. ● Maintenance d'amélioration : traitement de surface, etc.
	CORROSION : avec la détérioration de la structure interne ou l'altération de la surface.	<ul style="list-style-type: none"> ● Maintenance préventive systémique : visite des matériels corrodés. ● Maintenance d'amélioration : <ul style="list-style-type: none"> ● choix d'autres matériaux, ● choix de nouveaux revêtements, ● diminution de l'agressivité de l'ambiance.
	CHOC : avec la rupture totale ou partielle de certains constituants.	<ul style="list-style-type: none"> ● Maintenance d'amélioration pour l'étude et l'installation de dispositif de sécurité.
	SURCHARGE : avec la détérioration progressive des caractéristiques de certains constituants par un non-respect des consignes d'exploitation.	<ul style="list-style-type: none"> ● Maintenance d'amélioration pour l'étude et l'installation des dispositifs de protection contre les surcharges avec la rédaction de consignes plus précises pour l'exploitation.
Causes inhérentes à la conception fonctionnelle et à l'organisation structurelle de l'entité	<p>DÉFAUTS DUS AUX MATÉRIAUX : avec une mauvaise tenue des pièces suite à un mode d'obtention défectueux par exemple :</p> <ul style="list-style-type: none"> ● en fonderie : tapures, criques, retassures, etc. ● en laminage : tensions internes, etc. <p>DÉFAUTS DUS AUX MÉTHODES DE FABRICATION : avec des pièces mal usinées, des soudures non homogènes, etc.</p> <p>DÉFAUTS DUS AUX MÉTHODES ET PROCÉDÉS DE MONTAGE : avec un non-respect des jeux fonctionnels, des conditions de liaisons insatisfaisantes, etc.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Maintenance corrective pour la réparation des constituants défectueux. ● La fonction maintenance doit participer aux études et à la préparation du travail concernant un nouveau matériel, en particulier dans : <ul style="list-style-type: none"> ● le choix des matériaux, ● la préparation des méthodes de fabrication et de montage, ● les bases d'appréciation et les méthodes de contrôle, avec pour objectif l'amélioration de : <ul style="list-style-type: none"> - la maintenabilité, - la fiabilité, - la sécurité,
Causes inhérentes à l'environnement	<p>DÉFAUTS DUS À UN MAUVAIS CHOIX DES CONSTITUANTS : par rapport aux conditions d'influences externes :</p> <ul style="list-style-type: none"> ● présence d'eau, ● risques de chocs mécaniques, ● température ambiante élevée, etc. <p>ou par rapport à des atmosphères particulières :</p> <ul style="list-style-type: none"> ● explosive, ● corrosive, ● chargée d'huile et de graisse, etc. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Maintenance corrective avec la mise en œuvre de constituants adaptés à ces environnements. ● Maintenance préventive pour mesurer en permanence le niveau du risque présenté par ces atmosphères. ● La fonction maintenance doit informer les études des contraintes spécifiques à ces environnements avec un dispositif d'amélioration de : <ul style="list-style-type: none"> ● la sécurité, ● la fiabilité,

2-1-4- Le taux de défaillance

Le _____ (λ) appelé également _____, il s'exprime en pannes par heure.
 (Ex : $\lambda=0.19$ pannes/heure). Il représente la fréquence des pannes.



Zone 1 : Représente la _____ pendant laquelle le taux de défaillance décroît (Erreur de conception, de fabrication ou de montage), cette période peut être réduite par un déverminage, passage au banc d'essai.

- _____

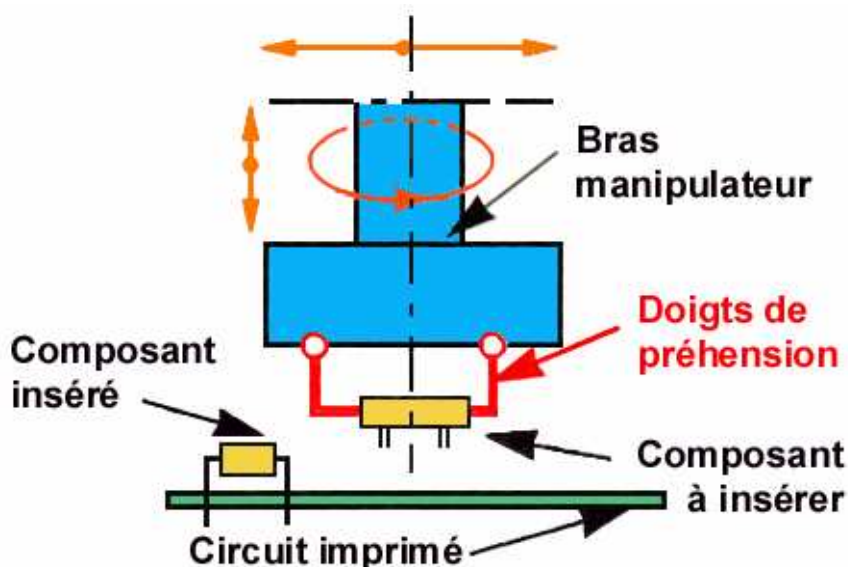
Zone 2 : La _____ l'apparition des défaillances est totalement aléatoire.

- _____

Zone 3 : La _____ du matériel.

- _____

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).



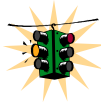
Le service maintenance décide d'étudier la **fiabilité de ces éléments** en vue d'instaurer une action de **maintenance préventive systématique** les concernant. Sachant que l'entreprise possède **14** machines d'insertion automatique de composants électroniques.

ETUDE DU TAUX DE DEFAILLANCE.



Travail à faire sur feuille 2/5 :

- Compléter le tableau de calcul du taux de défaillance.
- Tracer la courbe taux de défaillance en fonction du temps et conclure.



Taux de défaillance :

Nombre de matériels défaillants pendant un intervalle de temps Δt

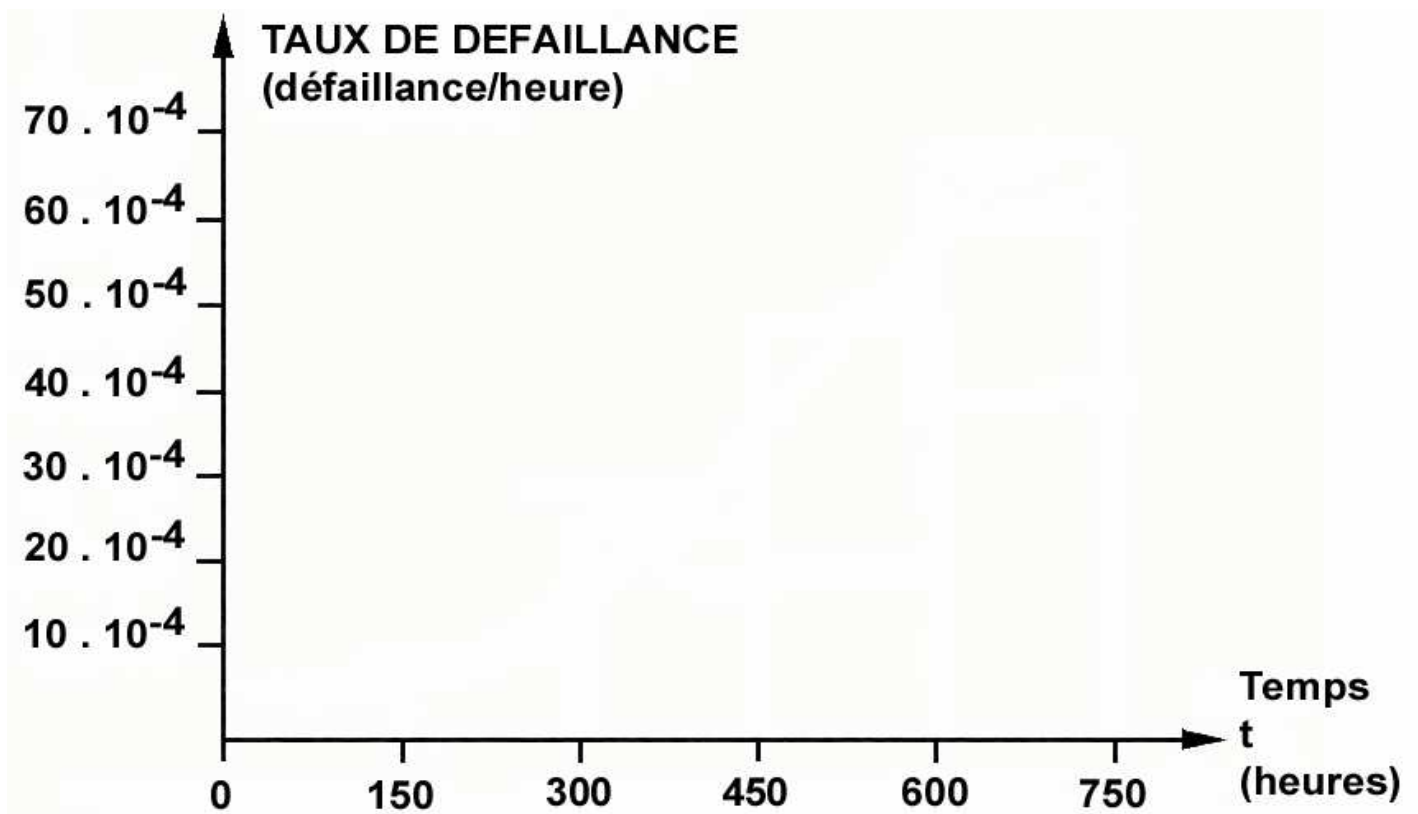
$\lambda (t) =$

Nombre de matériels en service au début de $\Delta t \times t$

Calcul du taux de défaillance exprimé en défaillance / heure.

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

Représentation graphique du taux de défaillance en fonction du temps.



Cette courbe met en évidence :

- La période de défaillance précoce.
- La période de défaillance à taux constant.
- La période de défaillance par vieillissement.

Un changement systématique des doigts de préhension suivant une périodicité donnée :

est envisageable

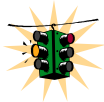
n'est pas envisageable

ETUDE DE LA FONCTION FIABILITE R(t).



Travail à faire :

- Compléter le tableau de calcul de la fonction fiabilité en vous aidant du tableau du taux de défaillance..
- Représenter graphiquement la fiabilité en fonction du temps.



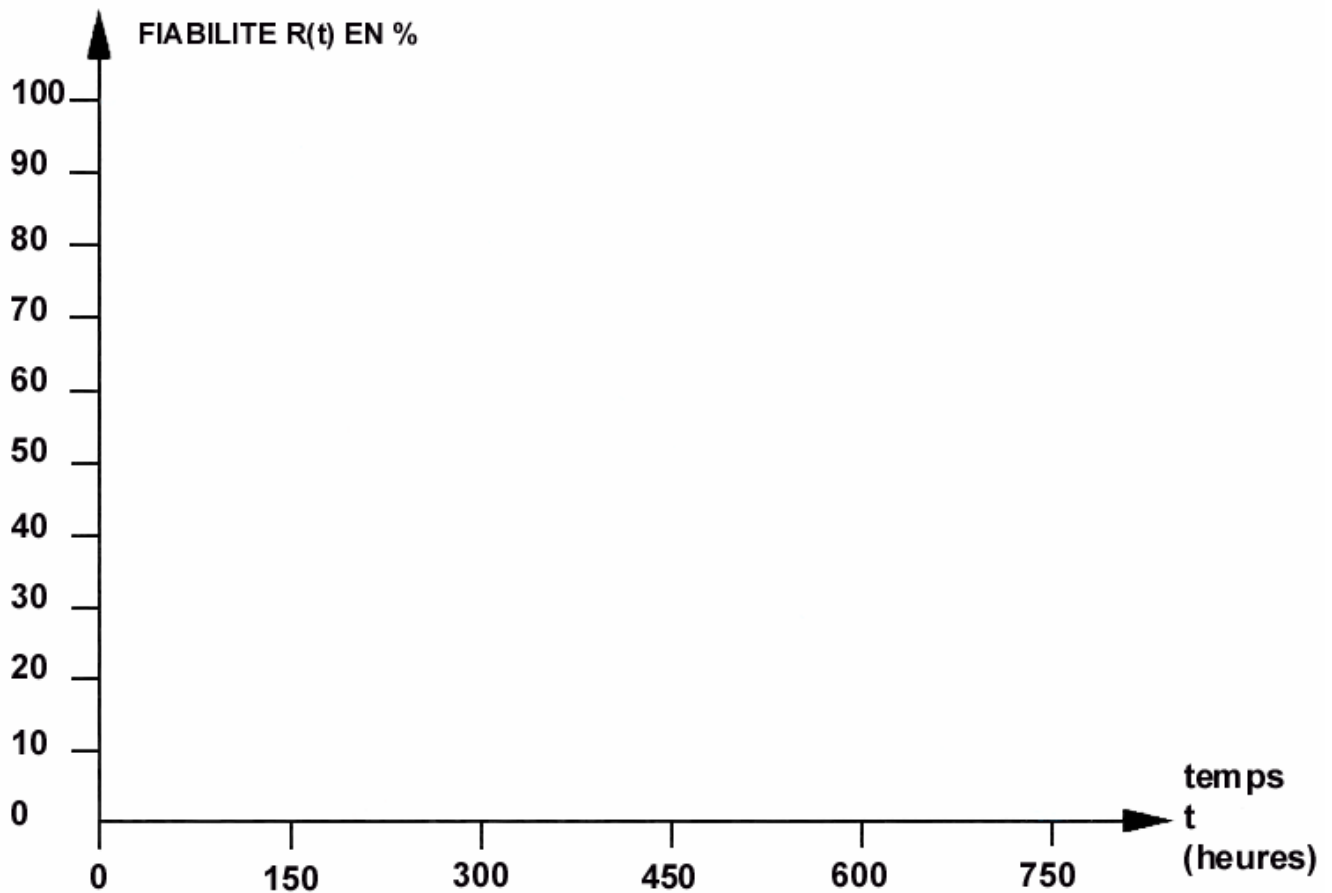
La fonction fiabilité R(t) :

$$R(t) = \frac{\text{Nombre de matériels sans défaillances entre 0 et t}}{\text{Nombre total de matériels observé}}$$

Calcul de la fonction fiabilité R(t)

Intervalles Δt (en heures)	0 – 150	150 – 300	300 – 450	450 – 600	600 – 750
Nombre de matériels défaillants dans l'intervalle Δt					
Nombre de matériels sans défaillants à la fin de l'intervalle Δt					
FIABILITE R(t)					

Représentation graphique de la fonction fiabilité R(t).



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 (congé 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.



Travail à faire :

- 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.

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

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	