BOUSBIA.S.S

Fiabilité (*Reliability*)

I. INTRODUCTION

• **Définition 1 :** Aptitude d'un bien à accomplir une fonction requise, **dans des conditions données, durant un intervalle de temps donné**.

• **Définition 2 :** la fiabilité " ***R*** " **(*Reliability*)** est la probabilité qu'a un bien (produit ou système) à accomplir, de manière satisfaisante, une fonction requise, sous des conditions données et pendant une période de temps donné.

***Remarque* :** Le terme « fiabilité » est également utilisé pour désigner la valeur de la fiabilité et peut être défini comme une probabilité.

<u>Exemple 1</u> :
La fiabilité d'un roulement de broche pendant ***20 000 heures*** de fonctionnement est égale à ***0.9*** signifie :

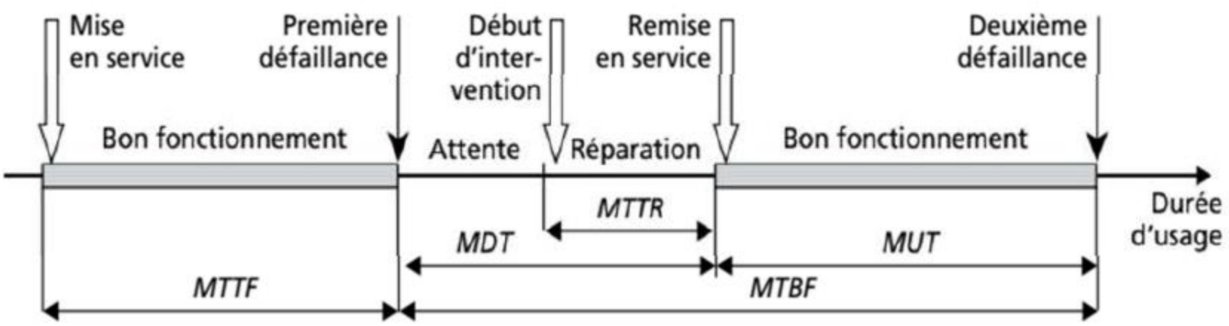
- Qu'il y a 90 chances sur 100 **PROBABILITE**
- Pour que le roulement fonctionne sans signe d'usure **FONCTION REQUISE**
- Pendant 20 000 heures **TEMPS DONNE**
- À une fréquence de rotation moyenne de 1500 tr/min **CONDITIONS DONNEES**

***Remarque* : R** est toujours compris entre **0** *et* **1**.

<u>Exemple 2</u> :
Une fiabilité **R = 0.92** après **1000 heures** signifie que le produit a **92** chances sur **100** (**92 % de chances**) de fonctionner correctement pendant les **1000** premières heures.

II. Temps de fiabilité, maintenabilité et disponibilité

La Figure schématise les états successifs que peut prendre un système réparable.



- **MTTF** (*Mean Time To [first] Failure*) : temps moyen avant-première défaillance ;
- **MTBF** (*Mean Time Between Failure*) : temps moyen entre deux défaillances successives
- **MDT** ou **MTI** (*Mean Down Time*) : temps moyen d'indisponibilité ou temps moyen d'arrêt propre ;
- **MUT** (*Mean Up Time*) : temps moyen de disponibilité ;
- **MTTR** (*Mean Time To Repair*) : temps moyen de réparation.

III. Fonction de fiabilité R(t) – Fonction de défaillance F(t)

La fiabilité se caractérise par courbe R(t) appelée également « loi de survie » (R : *reliability*) et son taux de défaillance λ(t).
La fonction de fiabilité R du matériel. La fonction de défaillance F

$$R(t) = e^{-\int_0^t \lambda(x)dx} \quad \text{et} \quad F(t) = 1 - e^{-\int_0^t \lambda(x)dx}$$

IV. Indicateurs de fiabilité (λ) et (MTBF)

Physiquement le MTBF peut être exprimé par le rapport des temps

$$MTBF = \int_0^{\infty} R(t)$$

- **<u>Calcul de la MTBF :</u>**

Nombre de pannes n
Temps de Bon Fonctionnement (TBF)

$$\boldsymbol{MTBF = \frac{Temps\ de\ Bon\ Fonctionnement\ (TBF)}{Nombre\ de\ pannes\ (n)}}$$

- **<u>Calcul du taux de défaillance λ :</u>**

$$\boldsymbol{\lambda = \frac{1}{MTBF}}$$

V- La Maintenabilité (*Maintainability*)

La maintenabilité peut se caractériser par sa **MTTR**.
MTTR : (*Mean Time To Repair*) ou encore Moyenne des Temps Techniques de Réparation.

- **<u>Calcul de la maintenabilité :</u>**

$$\boldsymbol{MTTR = \frac{\sum Temps\ d'intervention\ pour\ n\ pannes}{Nombre\ de\ pannes\ (n)}}$$

- **<u>Taux de réparation µ</u>**

$$\boldsymbol{\mu = \frac{1}{MTTR}}$$

VI- disponibilité (*Availability*)

La disponibilité allie donc les notions de fiabilité et de maintenabilité. Augmenter la disponibilité passe par :

- L'allongement de la **MTBF** (*action sur la fiabilité*)
- La notion de le **MTTR** (*action sur la maintenance*)

Quantification de la disponibilité :
La disponibilité moyenne sur un intervalle de temps donné peut être évaluée par le rapport :

$$\boldsymbol{D = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}}$$

EXERCICE 1 :

Dans cette partie, on s'intéresse aux temps de bon fonctionnement (TBF) d'une presse. A chaque panne, on associe le nombre d'heures de bon fonctionnement ayant précédé de cette panne.

Les observations se sont déroulées sur une période de 4 ans et ont donné les résultats suivants :

Rang de la panne	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Temps d'intervention pour n pannes	5	2	1	12	2	3	23	6	2	2
TBF ayant précédé la panne (en jours)	55	26	13	80	14	21	124	35	18	26

1) Calculer au jour près par défaut, le temps moyen de bon fonctionnement entre deux pannes
2) Calculer la maintenabilité et Taux de réparation µ
3) Calculer la disponibilité

Solution :

1)

$$MTBF = \frac{55+26+13+80+14+21+124+35+18+26}{10} = \frac{412}{10} = \mathbf{41,2\ \ jours}$$

2)..3)…

VII- Fiabilité de système constitué de plusieurs composants

a. En série

La fiabilité R_S d'un ensemble de ***n*** constituants connectés en série est égale au produit des fiabilités respectives R_S , R_A, R_B, R_C , R_n de chaque composant :

$$R_S = R_A * R_B * R_C * \ldots * R_n$$

Si les "n" composants sont identiques avec une même fiabilité ***R*** la formule sera la suivante :

$$R(s) = R^n$$

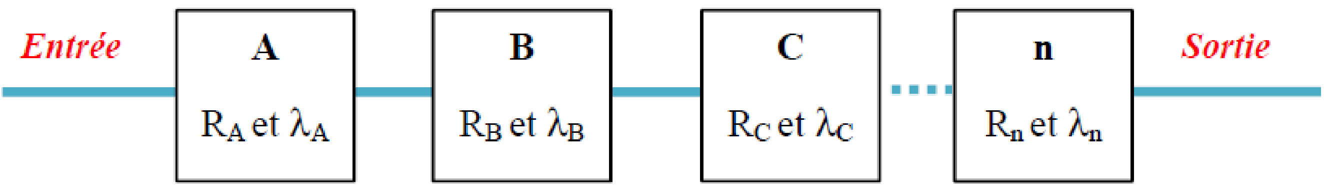


Figure : Composants en série

Si les taux de défaillances sont constants au cours du temps la fiabilité sera calculée suivant la formule :

$$R(s) = \left(e^{-\lambda_A t}\right) * \left(e^{-\lambda_B t}\right) * \left(e^{-\lambda_C t}\right) * \ldots . * \left(e^{-\lambda_n t}\right)$$

Avec :

$$MTBF\ (s) = \frac{1}{\lambda_A + \lambda_B + \lambda_C + \cdots + \lambda_n}$$

EXERCICE 2 :

Soit un poste de radio constitué de quatre composants connectés en série, une alimentation $\boldsymbol{R_A}$ =0.95, une partie récepteur $\boldsymbol{R_B}$ =0.92 ; un amplificateur $\boldsymbol{R_C}$ =0.97 et hautparleur $\boldsymbol{R_D}$= 0.89 ;

- déterminer la fiabilité $\boldsymbol{R_S}$ de l'appareil.

$R_S = R_A * R_B * R_C * R_D$ **= 0.95*0.92*0.97*0.89 = 0.7545** (soit une fiabilité de **75%** environ)

EXERCICE 3 :

Soit une imprimante constituée de **2000** composants montés en série supposés tous de même fiabilité, très élevée R= 0.9999, Déterminer la fiabilité de l'appareil.

$R(s) = R^n = 0.9999^{2000} = 0.8187$ (soit une fiabilité de **82 %** environ)

- Si on divise par deux le nombre des composants

$R(s) = R^n = 0.9999^{1000} = 0.9048$ (environ **90.5**%)

- Si on souhaite avoir une fiabilité de 90 % pour l'ensemble des **2000** composants montés en série, déterminons la fiabilité que doit avoir chaque composant.

$R(s) = 0.9 = {}^{2000}$

Expression que l'on peut écrire, à partir des logarithmes népériens sous la forme :

$Ln\ (R_S) = Ln\ (0.9) = 2000\ Ln\ R$ D'où $R = 0.999945$

b. En parallèle

La fiabilité d'un système peut être augmentée en plaçant les composants en parallèle. Un dispositif constitué de n composants en parallèle ne peut tomber en panne que si les n composants tombent en panne au même moment.

Si F_i est la probabilité de panne d'un composant, la fiabilité associée R est son complémentaire

$F_i = 1 - R_i$

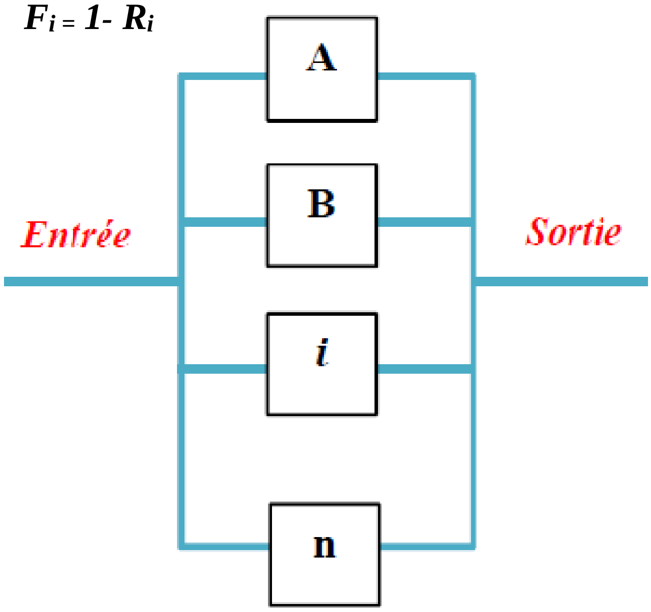


Figure : Composants en parallèle

Soit les "n" composants de la figure ci-dessous (Figure) montés en parallèle. Si la probabilité de panne pour chaque composant repéré (i) est notée F_i alors :

$$R(s) = 1 - (1 - R)^n$$

Le cas particulier de deux dispositifs en parallèle R_S est obtenu par :

$$R_S = 1 - (1 - R_A) * (1 - R_B) = (R_A + R_B) - (R_A * R_B)$$

EXERCICE 4 :

Trois dispositifs A, B et C de même fiabilité $R_A = R_B = R_C = 0.75$ sont connectés en parallèle.

Déterminons la fiabilité R_S de l'ensemble :

$$R_S = 1 - (1 - 0.75)^3 = 0.984$$

c. Combinaison de composants en série et en parallèle

C'est la combinaison des deux sous-paragraphes précédents.

EXERCICE 5 :

La fiabilité des trois composants identiques **A**, **B** et **C** est de **0.65**, celle de **D** de **0,96** ; celle de **E 0,92** ; celle de **G 0,87** ; celle de **F** de **0,89** et celle de **H** de **1** (100%).

- La fiabilité globale R_S est exprimée ici par :

$$R_S = [1 - (1 - 0.65)^3] * [0.96] * [1 - (1 - 0.92*0.87)(1 - 0.89*1)]$$

$$= 0.957*0.96*0.978 = 0.8986$$ (environ **90**%)

- Dessiner le schéma des composants proposés

EXERCICE 6 et 7 : Calculer la fiabilité de l'ensemble du dispositif proposé ?