

# Fiabilité –Maintenabilité - Disponibilité

## I Le concept de fiabilité

### I.1 Définition

Aptitude d'un bien à accomplir une fonction requise dans des conditions données pendant un temps donné (NF EN 13306) ou « caractéristique d'un bien exprimée par la probabilité qu'il accomplisse une fonction requise dans des conditions données pendant un temps donné » (NF X 60-500).

La notion de temps peut prendre la forme :

- De nombre de cycles effectués ⇒ machine automatique
- De distance parcourue ⇒ matériel roulant
- De tonnage produit ⇒ équipement de production

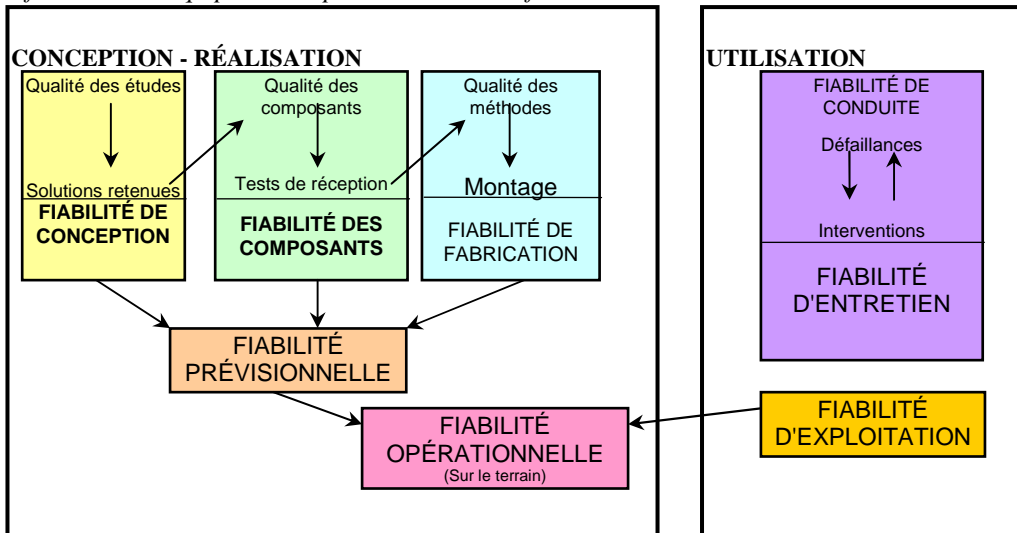
### I.2 Commentaires

Un équipement est fiable s'il subit peu d'arrêts pour pannes. La notion de fiabilité s'applique :

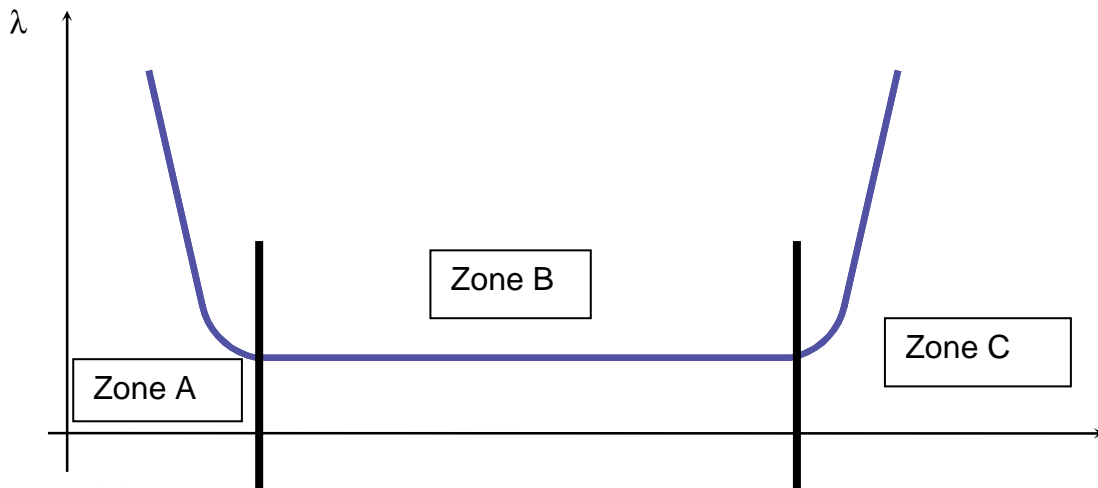
- A du système réparable ⇒ équipement industriel ou domestique.
- A des systèmes non réparables ⇒ lampes, composants donc jetables

La fiabilité se caractérise par sa courbe  $R(t)$  appelée également « loi de survie » ( $R$  : reliability) et son taux de défaillance  $\lambda(t)$ .

La fiabilité d'un équipement dépend de nombreux facteurs :



L'évolution de la durée de vie d'un équipement peut être tracée selon une courbe appelée courbe en baignoire. Selon que l'équipement, soit de type électronique ou mécanique, les allures du taux de défaillance sont différentes.



Zone A ⇒ Epoque de jeunesse

Zone B ⇒ Epoque de maturité, fonctionnement normal, défaillance aléatoire indépendante du temps.

Zone C ⇒ Epoque d'obsolescence, défaillances d'usure ou pannes de vieillesse.

Le taux de défaillance, noté  $\lambda(t)$ , est un indicateur de la fiabilité. Il représente une proportion de dispositifs survivants à un instant.

**I.3 Cas particulier de l'époque de maturité :**

Dans cette période, le taux de défaillance est sensiblement constant et est égal à l'unité d'usage sur la MTBF. Les calculs qui suivent ne sont donc valables que pour cette période.

**MTBF : Mean Time Between Failure : moyenne des temps de bon fonctionnement entre défaillances consécutives.**

Calcul de la MTBF :

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

Calcul du taux de défaillance λ :

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

Exemple :

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
TBF ayant précédé la panne (en jours)	55	26	13	80	14	21	124	35	18	26

Calculer au jour près par défaut, le temps moyen de bon fonctionnement entre deux pannes :

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

**II La Maintenabilité**

**II.1 Définition**

« Dans les conditions d'utilisation données pour lesquelles il a été conçu, la maintenabilité est l'aptitude d'un bien à être maintenu ou rétabli dans un état dans lequel il peut accomplir une fonction requise, lorsque la maintenance est accomplie dans des conditions données, avec des procédures et des moyens prescrits. » (NF EN 13306).

**II.2 Commentaires**

La maintenabilité caractérise la facilité à remettre ou de maintenir un bien en bon état de fonctionnement. Cette notion ne peut s'appliquer qu'a du matériel maintenable, donc réparable.

« Les moyens prescrits » englobent des notions très diverses : moyens en personnel, appareillages, outillages, etc.

La maintenabilité d'un équipement dépend de nombreux facteurs :

<b>Facteurs liés à l'EQUIPEMENT</b>		<b>Facteurs liés au CONSTRUCTEUR</b>		<b>Facteurs liés à la MAINTENANCE</b>
- documentation - aptitude au démontage - facilité d'utilisation		- conception - qualité du service après-vente - facilité d'obtention des pièces de rechange - coût des pièces de rechange		- préparation et formation des personnels - moyens adéquats - études d'améliorations (maintenance améliorative)

Remarques : on peut améliorer la maintenabilité en :

- Développant les documents d'aide à l'intervention
- Améliorant l'aptitude de la machine au démontage (modifications risquant de coûter cher)
- Améliorant l'interchangeabilité des pièces et sous ensemble.

**II.3 Calcul de la maintenabilité :**

La maintenabilité peut se caractériser par sa MTTR.

**MTTR : (Mean Time To Repair) ou encore Moyenne des Temps Techniques de Réparation.**

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

**Taux de réparation  $\mu$**

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

**III Le concept de disponibilité**

**III.1 Définition**

Aptitude d'un bien à être en état d'accomplir une fonction requise dans des conditions données, à un instant donné ou durant un intervalle de temps donné, en supposant que la fourniture des moyens extérieurs nécessaires est assurée.

Cette aptitude dépend de la combinaison de la fiabilité, de la maintenabilité et de la logistique de maintenance.

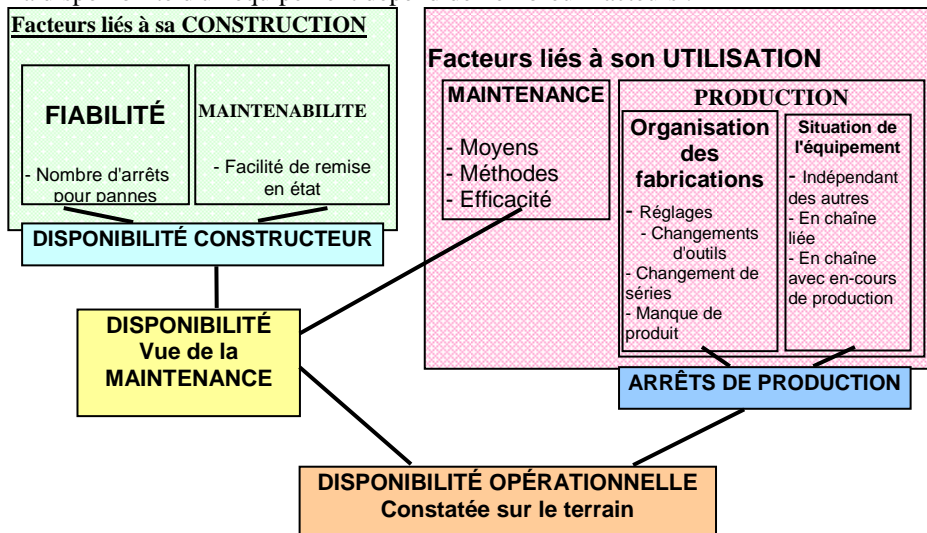
Les moyens extérieurs nécessaires autres que la logistique de maintenance n'affectent pas la disponibilité du bien (NF EN 13306).

**III.2 Commentaires**

Pour qu'un équipement présente une bonne disponibilité, il doit :

- Avoir le moins possible d'arrêts de production
- Être rapidement remis en bon état s'il tombe en panne

La disponibilité d'un équipement dépend de nombreux facteurs :



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 :

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

NATURE DES TEMPS	TEMPS TOTAL																				
	TEMPS REQUIS								TEMPS NON REQUIS												
	TEMPS EFFECTIF DE DISPONIBILITE		TEMPS D'INCAPACITE																		
	TEMPS DE DISPONIBILITE			TEMPS D'INDISPONIBILITE																	
SITUATIONS CORRESPONDANTES		Fonctionnement	Attente	Incapacité pour causes extérieures			Maintenance préventive	Contraintes d'exploitation		Indisponibilité après défaillance		Temps potentiel de disponibilité	Indisponibilité après défaillance								
		Matériel accomplissant la fonction requise	Matériel non sollicité	Manque alimentation énergie	Manque main d'oeuvre	Manque ou saturation pièce	Pièces en amont non conformes	Maintenance préventive de niveau 1 et 2	Inspection - contrôles	Visites	Changement d'outils programmé	Changement de fabrication	Contrôle produits fabriqués	Tps de réparation (diagnostic, réparation, remise en service)	Remise en condition	Non détection	Appel à la maintenance	Approvisionnement en outillages	Approvisionnement en pièces de rechange	Non besoin de production	Travaux lourds de maintenance
CALCULS DE DISPONIBILITE	<p><b>Disponibilité intrinsèque : <math>D_i = (1) / (1 + 2)</math></b></p>																				
	<p><b>Du point de vue maintenance : <math>D_m = (1) / (1 + 3)</math></b></p>																				
	<p><b>Disponibilité opérationnelle : <math>D_o = (1) / (1 + 4)</math></b></p>																				
	<p><b>Disponibilité globale : <math>D_g = (1) / (1 + 5)</math></b></p>																				
<b>Disponibilité intrinsèque <math>D_i</math></b>		Caractérise les qualités intrinsèques d'une entité. La carence des moyens extérieurs et des moyens de maintenance ne sont pas pris en compte.																			
<b>Disponibilité du point de vue maintenance <math>D_m</math></b>		Conforme à la définition de la norme, seule la carence des moyens de maintenance est prise en compte																			
<b>Disponibilité opérationnelle <math>D_o</math></b>		Caractérise les conditions réelles d'exploitation et de maintenance																			
<b>Disponibilité globale <math>D_g</math></b>		Caractérise le taux global d'utilisation de l'entité																			