

FIABILITE – MAINTENABILITE – DISPONIBILITE**- LE CONCEPT DE FIABILITE :****- 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).

Calcul de la MTBF :

$$MTBF = \frac{\text{Temps de bon fonctionnement}}{\text{Nombre de périodes de bon fonctionnement}}$$

Calcul du taux de défaillance λ :

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

- LA MAINTENABILITE :**- 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).

- Calcul de la maintenabilité :

La maintenabilité peut se caractériser par sa MTTR (Mean Time To Repair) ou encore Moyenne des Temps Techniques de Réparation.
(Attention : voir remarques sur les indicateurs FMD §V).

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

24 – Taux de réparation μ :

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

- LE CONCEPT DE DISPONIBILITE :**31 – 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).

33 – Quantification de la disponibilité :

FIABILITE – MAINTENABILITE – DISPONIBILITE

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

$$\frac{\text{Temps de disponibilité}}{\text{Temps de disponibilité} + \text{temps d'indisponibilité}}$$

En l'exprimant par rapport à des temps moyens, la disponibilité moyenne s'écrit :

$$\frac{\text{Temps moyen de disponibilité}}{\text{Temps moyen de disponibilité} + \text{temps moyen d'indisponibilité}} = \frac{\text{TMD}}{\text{TMD} + \text{TMI}}$$

En anglais : TMD = MUT (Mean Up Time) et TMI = MDT (Mean Down Time).

Ex : dans des équipements de surveillance ou de secours (tels que la surveillance d'un réacteur nucléaire, le pilote automatique d'un avion, la source d'énergie autonome d'un engin spatial), l'indisponibilité doit être $< 10^{-5}$.

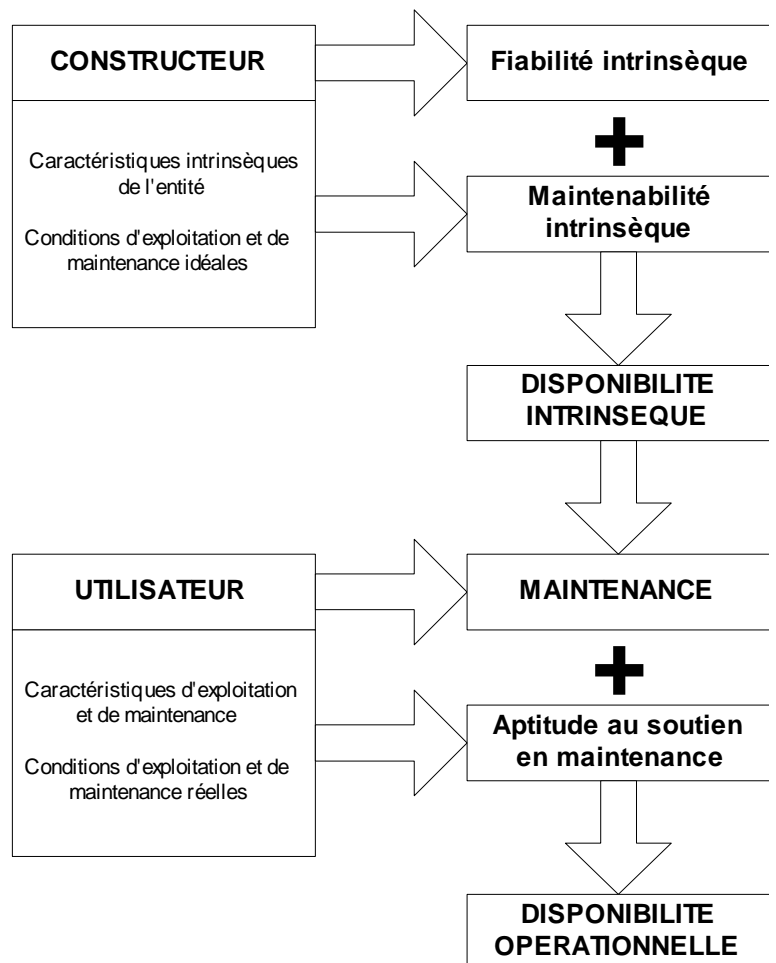
34 – Disponibilité intrinsèque Di :

Le calcul de la disponibilité intrinsèque D_i fait appel à 3 paramètres :

- ⇒ **TBF** : temps de bon fonctionnement
- ⇒ **TTR** : temps techniques de réparation
- ⇒ **TTE** : temps techniques d'exploitation

$$D_i = \frac{\text{TBF}}{\text{TBF} + \text{TTR} + \text{TTE}}$$

⇒

**– Disponibilité opérationnelle Do :**

Il s'agit de prendre en compte les **conditions réelles d'exploitation et de maintenance**. C'est la disponibilité du **point de vue de l'utilisateur**.

Le calcul de **Do** fait appel aux mêmes paramètres **TBF**, **TTR** et **TTE** sauf que ces 3 paramètres ne sont plus basés sur les conditions idéales de fonctionnement mais sur les conditions réelles (historiques d'exploitation).

– NOTIONS TEMPORELLES RELATIVES AUX ETATS D'UNE ENTITE :

La norme NF EN 13306 définit avec précision les différents types d'arrêts associés aux états d'une entité. Elle distingue le **temps effectif de disponibilité** du **temps de disponibilité**, ce dernier incluant les temps d'arrêt pour causes extérieures.

FIABILITE – MAINTENABILITE – DISPONIBILITE

Etat de fonctionnement : état dans lequel le bien accomplit une fonction requise.

Etat d'attente : état dans lequel le bien, pendant une période requise, est apte à accomplir une fonction requise, mais n'est pas sollicité.

Etat effectif de disponibilité : état dans lequel l'entité est effectivement apte à accomplir une fonction requise et où la fourniture des moyens extérieurs éventuellement nécessaire est assurée.

Etat d'incapacité : état dans lequel l'entité est dans l'incapacité d'accomplir une fonction requise pour des causes imputables à l'entité ou extérieures à celle-ci.

Etat d'incapacité pour causes extérieures : état d'incapacité d'une entité apte à accomplir une fonction requise mais ne pouvant fonctionner pour des causes extérieures à l'entité (manque d'alimentation, de main d'œuvre, manque ou saturation de pièces, pièces en amont non conformes, etc.).

Etat d'indisponibilité après défaillance : état dans lequel l'entité est inapte à accomplir une fonction requise à la suite d'une défaillance et avant remise en service.

Etat d'indisponibilité pour maintenance préventive : état dans lequel l'entité est inapte à accomplir une fonction requise pendant des opérations de maintenance préventive.

Etat d'indisponibilité pour contraintes d'exploitation : état dans lequel l'entité est inapte à accomplir une fonction requise par suite d'actions relatives à son exploitation et influençant sa disponibilité (changement d'outil selon les programmes de fabrication, contrôle sur l'entité du produit fabriqué, etc.).

Etat de disponibilité : état dans lequel l'entité est apte à accomplir une fonction requise, en supposant que la fourniture des moyens extérieurs éventuellement nécessaires est assurée.

Etat d'indisponibilité : état dans lequel l'entité est inapte à accomplir une fonction requise pour des causes inhérentes à l'entité.

Temps total : période de référence choisie pour l'analyse des temps.

Temps requis : période de temps pendant laquelle l'utilisateur de l'entité exige qu'elle soit en état d'accomplir une fonction requise.

Temps effectif de disponibilité : partie du temps requis correspondant à un état effectif de disponibilité. Ce temps peut comporter des opérations de maintenance n'entraînant pas l'indisponibilité de l'entité.

Temps de disponibilité : période du temps requis correspondant à un état de disponibilité.

Temps de fonctionnement : partie du temps effectif de disponibilité correspondant à un état de fonctionnement de l'entité. Ce temps constitue la base de calcul pour déterminer le nombre d'unités d'usage.

Temps d'attente : partie du temps effectif de disponibilité correspondant à un état d'attente de l'entité.

Temps d'incapacité : partie du temps requis correspondant à un état d'incapacité.

Temps d'incapacité pour causes extérieures : partie du temps d'incapacité correspondant à un état d'incapacité pour causes extérieures.

Temps d'indisponibilité : partie du temps d'incapacité correspondant à un état d'indisponibilité.

Temps d'indisponibilité après défaillance : partie du temps d'indisponibilité correspondant à un état d'indisponibilité après défaillance.

Temps de non détection de la défaillance : intervalle de temps compris entre l'instant où survient la défaillance et l'instant où elle est détectée.

Temps d'appel de la maintenance : intervalle de temps compris entre l'instant où la défaillance est détectée et l'instant où la maintenance est déclenchée.

Temps d'indisponibilité pour maintenance corrective : intervalle de temps correspondant à une intervention corrective sur l'entité.

Temps de réparation : partie du temps d'indisponibilité pour maintenance corrective pendant laquelle les opérations de maintenance corrective sont effectivement réalisées sur l'entité. Ce temps comprend le temps de localisation, de diagnostic, de correction de panne et de contrôles et d'essais finals. Ce temps suppose que la logistique de maintenance soit assurée.

Temps annexes de maintenance corrective : partie du temps d'indisponibilité pour maintenance corrective correspondant aux délais de mise en œuvre des opérations de maintenance corrective sur l'entité. Il comprend les temps administratifs, les temps logistiques, les temps techniques et les temps de préparation du travail.

Temps de remise en condition : intervalle de temps nécessaire après les activités de maintenance pour remettre l'entité en condition de réaliser une fonction requise dans sa configuration de fonctionnement.

Temps d'indisponibilité pour maintenance préventive : partie du temps d'indisponibilité correspondant à un état d'indisponibilité pour maintenance préventive.

Temps d'indisponibilité pour contraintes d'exploitation : partie du temps d'indisponibilité correspondant à un état d'indisponibilité pour contraintes d'exploitation.

Temps non requis : période de temps pendant laquelle l'utilisateur de l'entité n'exige pas que l'entité soit en état d'accomplir une fonction requise.

Temps potentiel de disponibilité : fraction du temps non requis pendant laquelle l'entité est disponible.

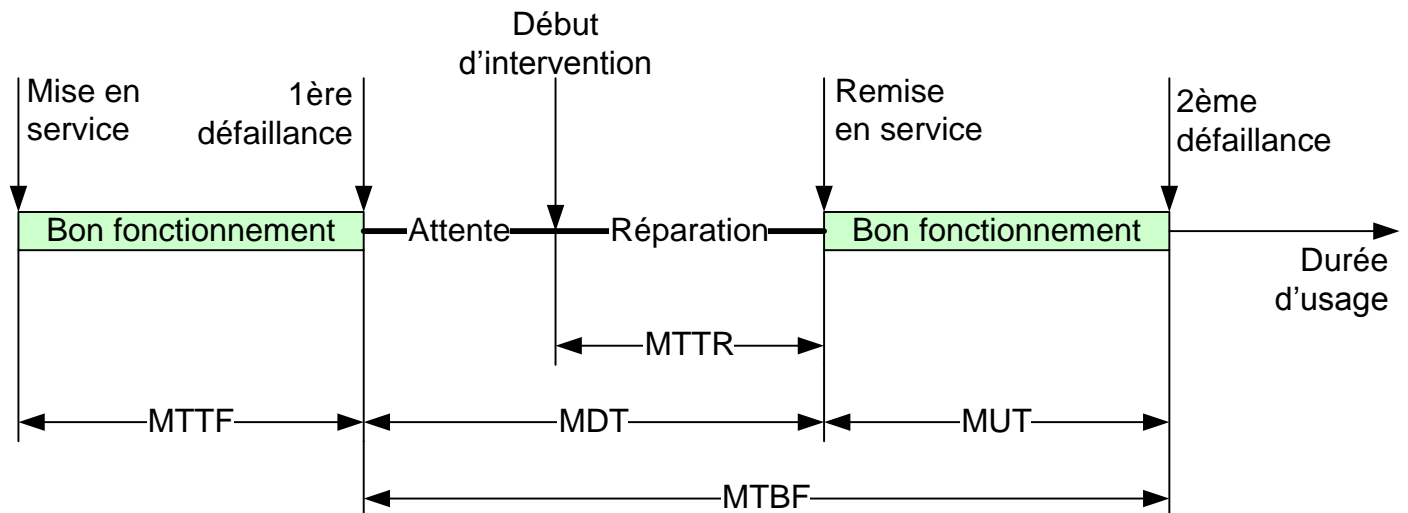
Temps potentiel d'indisponibilité : fraction du temps non requis pendant laquelle l'entité serait inapte à accomplir une fonction requise quelle qu'en soit la cause.

FIABILITE – MAINTENABILITE – DISPONIBILITE

NATURE DES TEMPS	TEMPS TOTAL										TEMPS NON REQUIS								
	TEMPS 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	Changeement d'outils programmé	Changeement 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
CALCULS DE DISPONIBILITE	<p>Disponibilité intrinsèque : $D_i = (1) / (1 + 2)$</p>																		
	<p>Du point de vue maintenance : $D_m = (1) / (1 + 3)$</p>																		
	<p>Disponibilité opérationnelle : $D_o = (1) / (1 + 4)$</p>																		
	<p>Disponibilité globale : $D_g = (1) / (1 + 5)$</p>																		
Disponibilité intrinsèque Di		Caractérise les qualités intrinsèques d'une entité. La carence des moyens extérieurs et des moyens de maintenance ne sont pas pris en compte.																	
Disponibilité du point de vue maintenance Dm		Conforme à la définition de la norme, seule la carence des moyens de maintenance est prise en compte																	
Disponibilité opérationnelle Do		Caractérise les conditions réelles d'exploitation et de maintenance																	
Disponibilité globale Dg		Caractérise le taux global d'utilisation de l'entité																	

- ANALYSE FMD : INDICATEURS OPERATIONNELS :

La figure ci-dessous schématise les états successifs que peut prendre un système réparable :



En fait, les grandeurs portées par le graphe sont des durées (comme les TBF) auxquelles on associe des moyennes (comme la MTBF) obtenues par exploitations statistiques ou probabilistes des durées constatées et enregistrées. Les sigles utilisés, d'origine anglo-saxonne, correspondent aux notions suivantes :

- **MTTF** (*mean time to [first] failure*) : moyenne des temps avant la 1^{ère} défaillance
- **MTBF** (*mean time between failures*) : moyenne des temps entre 2 défaillances consécutives
- **MDT** (*mean down time*) : appelé encore MTI, c'est le 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

Ce graphe illustre l'attention qu'il faut porter aux traductions que l'on effectue en français depuis les termes anglo-saxons. En effet, les abus de langage provoquent parfois des incohérences ou des erreurs de compréhension.

La traduction que l'on fait de la MTBF « moyenne des temps de bon fonctionnement MTBF » correspond en fait au MUT. La traduction que l'on fait de la MTTR « moyenne des temps techniques de réparation MTTR » correspond en fait au MDT.

Ces approximations ne sont valables que dans les cas suivants :

- Dans de nombreux cas, MDT = MTTR : temps d'attente à la maintenance très faibles
- Pour de nombreux systèmes, MDT est faible devant MUT ; et donc la différence entre MUT et MTBF est faible.

Dans les analyses de disponibilité, il faudra donc au préalable définir les termes et abréviations que l'on utilisera.