



Université
Internationale
de Casablanca

MAINTENANCE INDUSTRIELLE

Préparé et présenté par : **Mr. Mohammed BOUAICHA**

Sommaire

- 1- Introduction à la maintenance.
- 2- Définition des principaux concepts de la maintenance**
- 3- Organisation de la fonction maintenance.
- 4- Politiques de maintenance.
- 5- Les coûts en maintenance.
- 6- Méthodes et outils mathématiques pour la mise en œuvre des actions de maintenance.
- 7- Outils méthodologiques pour l'analyse des comportements.
- 8- La TPM.

Chapitre 2

Définition des principaux concepts de la maintenance

Maintenance (Norme AFNOR X 60-010)

Ensemble des actions permettant de maintenir ou de rétablir un bien dans un état spécifié ou en mesure d'assurer un service déterminé.

Entretien

Historiquement, il existe une opposition de sens entre les termes Maintenance et Entretien

ENTRETIEN	MAINTENANCE
- Dépanner, réparer	- Prévenir, optimiser le coût de possession
- Subir le matériel	- Maîtriser
- Tâche ingrate : période estivale, improductif	- Outils spécifiques : fiabilité, , GMAO...
- Activité de faible priorité : faible qualification, responsabilité limitée, exploitation prioritaire	- Valorisation du métier : participation aux études, à la conception, à l'installation et à l'amélioration

Définition actuelle de l'entretien :

Ensemble des travaux ayant pour but de maintenir dans leur état initial des ouvrages ou équipements existants, sans changer leur usage ou leur fonction. L'entretien peut s'avérer nécessaire plusieurs fois pendant la durée de vie, il limite ainsi les risques de désordre ou de pannes (composante préventive de la maintenance).

(Norme AFNOR X 60-500)

- **Aptitude** d'un équipement à accomplir une fonction requise dans des conditions données, pendant un intervalle de temps donné.
 - On suppose en général que l'entité est en état d'accomplir la fonction requise au début de l'intervalle de temps donné,
 - Le concept de fiabilité est traduit souvent dans la pratique comme l'aptitude d'une entité à avoir une faible fréquence de défaillance.
- **$R(t)$** : Probabilité que l'entité accomplisse une fonction requise dans des conditions données, pendant un intervalle de temps donné $(0, t)$.

Fiabilité

Soit **T** la valeur aléatoire, qui désigne **l'intervalle de temps** pendant lequel l'**équipement** assure sa **fonction sans défaillance**.

T correspond à un **temps** pris au sens *large* de « **l'unité d'usage** » (km parcourus, heures de fonctionnement, tonnage produit, etc.).

La fiabilité est la probabilité de fonctionnement jusqu'à l'instant t :

$$R(t) = P(T \geq t)$$

Fiabilité

- Calcul de Fiabilité :

Le calcul de la fiabilité se fait après l'observation statistique d'une population de biens mis en fonctionnement simultanément. On note alors le nombre de biens défectueux pendant une période donnée, sans remise en état.

La fiabilité se calcule ainsi :

$$R(t) = \frac{\text{Nombre d'équipements encore en fonctionnement normal en fin de période}}{\text{Nombre d'équipements mis en service}}$$

Fiabilité

▪ Exemple de calcul de Fiabilité :

72 matériels ont été vendus et on suit leur fiabilité lors des retours client.
On a observé les valeurs suivantes :

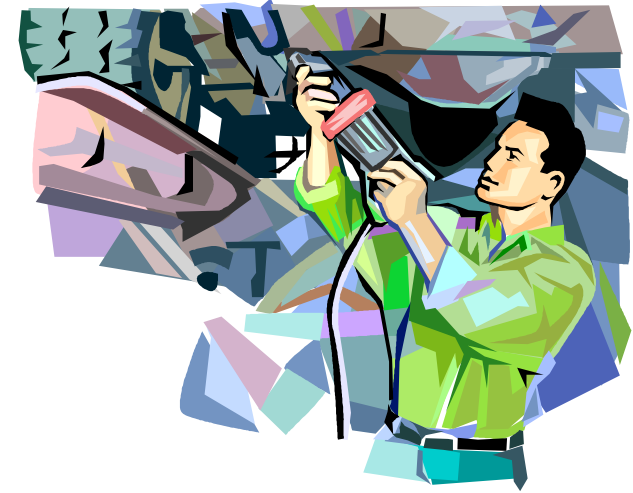
Temps de fonctionnement avant défaillance	0 à 1 mois	1 à 2 mois	2 à 3 mois	3 à 4 mois	4 à 5 mois	5 à 6 mois	6 à 7 mois
Matériels connaissant une défaillance	25	10	7	6	5	9	10
Matériels en fonctionnement en fin de période	47	37	30	24	19	10	0
Fiabilité R(t)							

Questions :

- 1- Tracer la courbe de fiabilité en fonction du temps ?
- 2- Déterminer la périodicité de changement d'un équipement désirant avoir 70% de fiabilité ?
- 3- Quelle est la moyenne de temps de bon fonctionnement MTBF ?

Maintenabilité

La **maintenabilité** est l'**aptitude** d'un **bien** à être **maintenu** ou **rétabli** dans un état où il peut **accomplir** une **fonction requise**, lorsque la **maintenance** est **accomplie** dans des conditions données, en utilisant des procédures et des moyens prescrits.



Soit TR la variable aléatoire qui désigne la durée de réparation.

- $M(t)$: pour une entité utilisée dans des conditions données d'utilisation, probabilité pour qu'une opération donnée de maintenance puisse être effectuée sur un intervalle de temps donné $(0, t)$, lorsque la maintenance est assurée dans des conditions données et avec l'utilisation de procédures et moyens prescrits.

$$M(t) = P(TR \leq t) = \int_0^t g(t) dt$$

Disponibilité

- Aptitude d'une entité à être en état d'accomplir une fonction requise dans des conditions données, à un instant donné ou pendant un intervalle de temps donné, en supposant que la fourniture des moyens extérieurs nécessaires soit assurée.
- $D(t)$: Probabilité qu'une entité soit en état de disponibilité dans des conditions données, à un instant donné en supposant que la fourniture des moyens extérieurs nécessaires soit assurée.

De manière usuelle :

$$D = \frac{\text{Temps moyen de disponibilité}}{\text{Temps moyen de disponibilité} + \text{Temps moyen d'indisponibilité}}$$

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

Disponibilité

MTBF : (Mean Time Between Failure) ou Moyenne des Temps de Bon Fonctionnement.

MTTR : (Mean Time To Restoration) Moyenne des Temps Techniques de Réparation.

- Différentes disponibilités :

- Disponibilité intrinsèque : D_i

- Elle exprime le point de vue du constructeur. Elle ne prend en considération que les événements prévus dans le cycle de fonctionnement de la machine en tenant compte que de l'indisponibilité nécessaire à la maintenance et aux changements de fabrication dans les délais prévus.

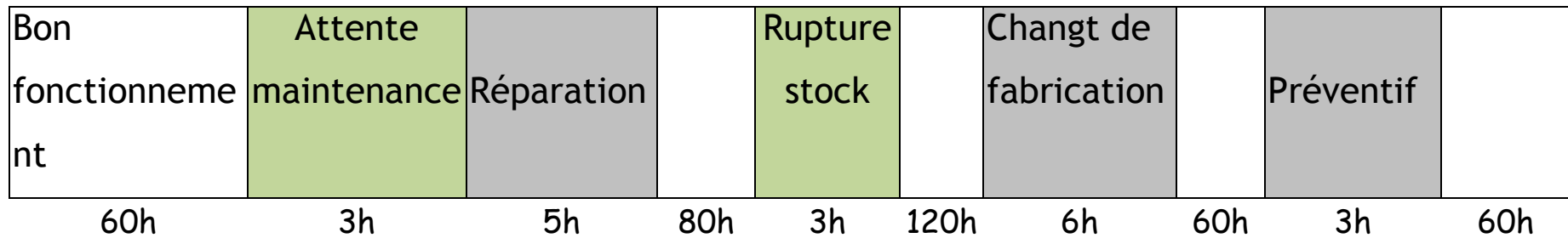
- Disponibilité Opérationnelle : D_o

- Elle prend en compte toutes les indisponibilités liées à l'exploitation de l'équipement. C'est la disponibilité du point de vue de l'utilisateur.

Disponibilité

- Exemple de calculs :

Observation d'un équipement pendant 1 mois (400h d'ouverture)



Questions :

1- Calculer D_i et D_o ?

– Panne

Inaptitude d'une entité à accomplir une fonction requise.

– Défaillance (Norme AFNOR X 60-010)

Altération ou cessation de l'aptitude d'une entité à accomplir une fonction requise.

- Taux de défaillance :

$\lambda(t)$ est la probabilité pour qu'un équipement, ayant fonctionné jusqu'à l'instant t , ait une défaillance entre t et $t + dt$.

Taux de défaillance

Le taux de défaillance se calcule de la façon suivante :

$$\lambda(t) = \frac{\text{Nombre d'équipements défectueux dans l'intervalle}}{\text{Nombre d'équipements en fonctionnement en début de période}}$$

▪ Exemple de calcul :

On reprend l'exemple précédent :

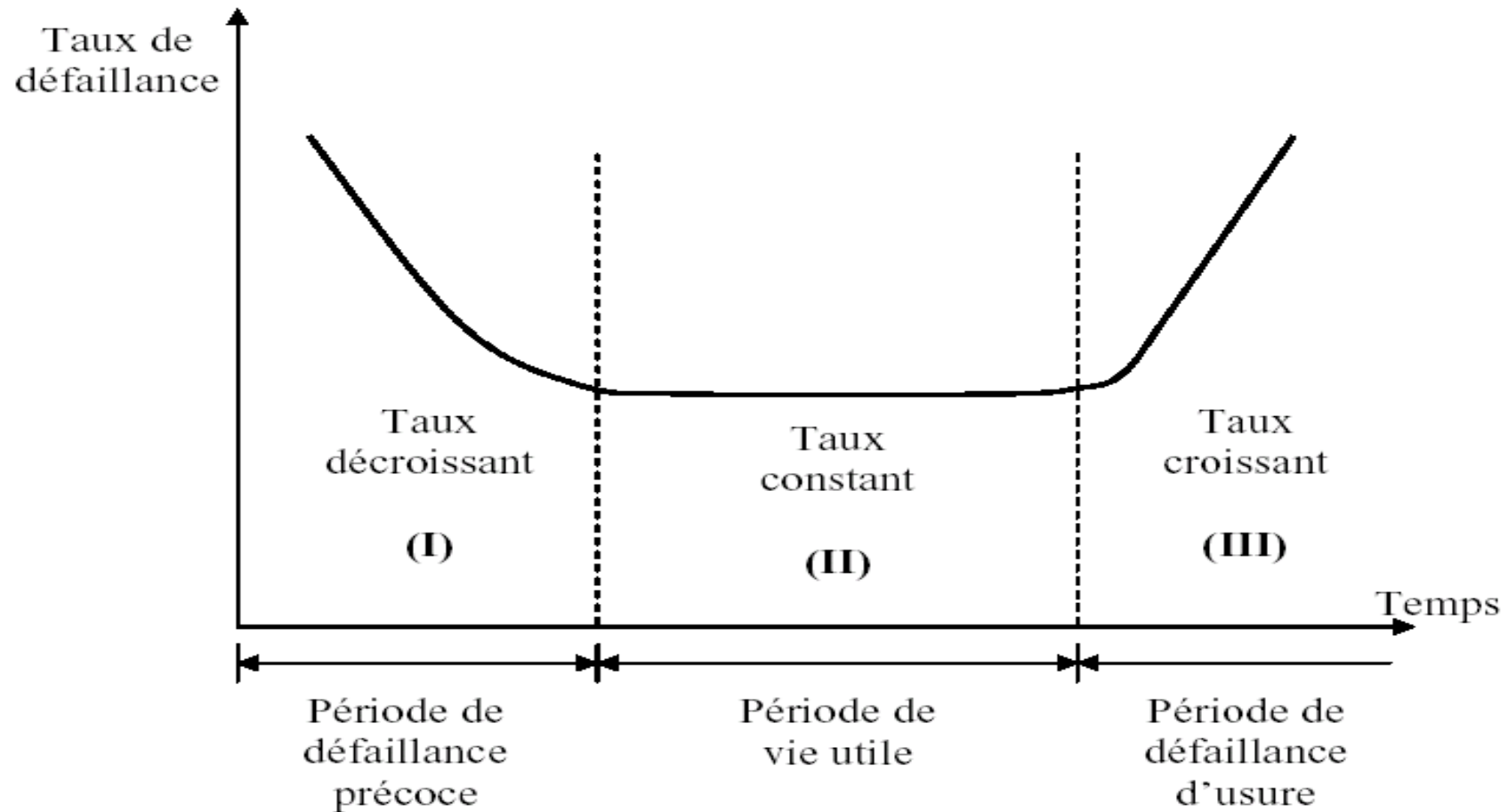
Temps de fonctionnement avant défaillance	0 à 1 mois	1 à 2 mois	2 à 3 mois	3 à 4 mois	4 à 5 mois	5 à 6 mois	6 à 7 mois
Matériels connaissant une défaillance	25	10	7	6	5	9	10
Matériels en fonctionnement en début de période							
Taux de défaillance $\lambda(t)$							

Taux de défaillance

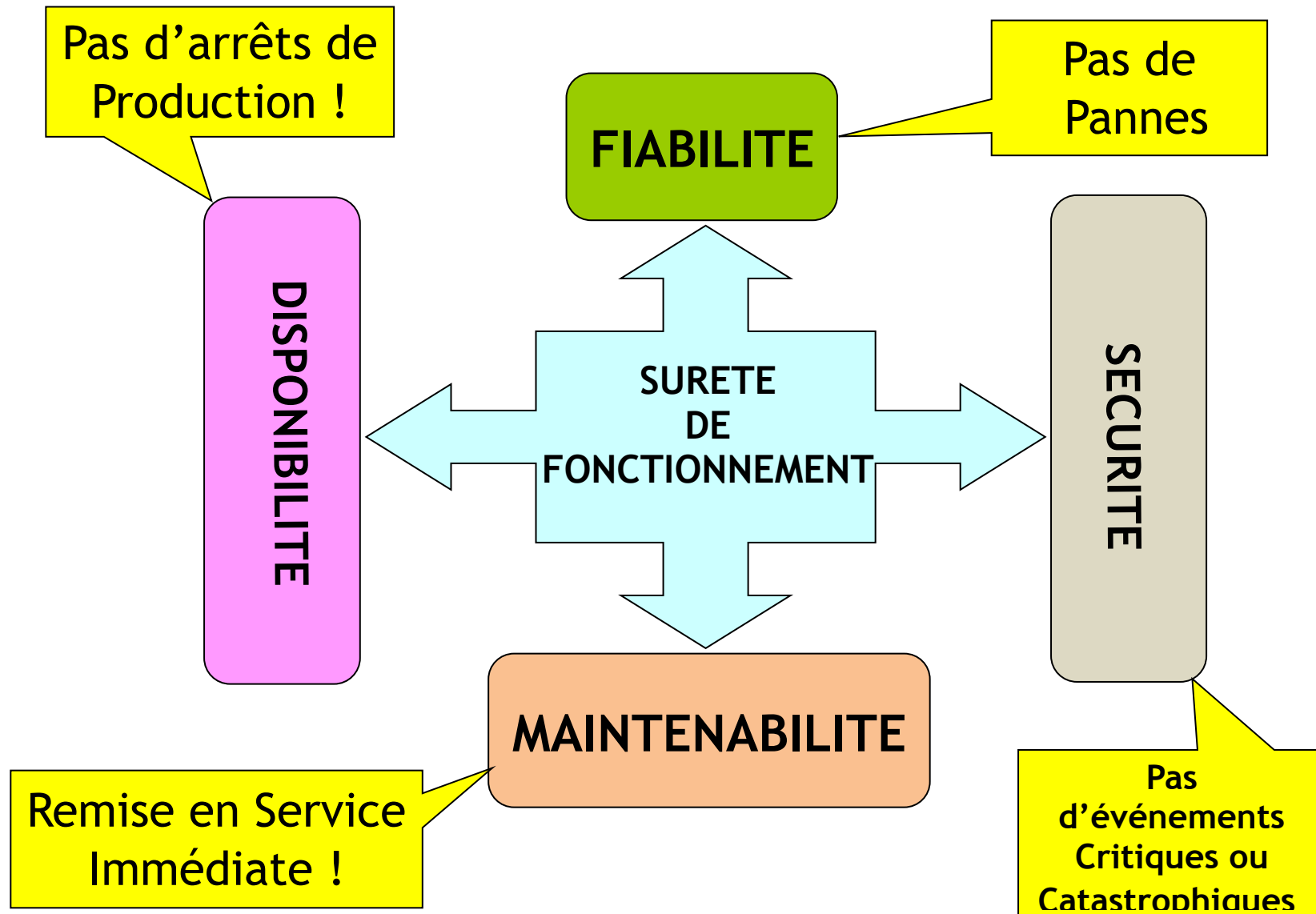
Questions :

- 1- Tracer la courbe Taux de défaillance en fonction du temps ?
- 2- Représenter les périodes de défaillance : Précoce ou jeunesse ; Maturité et d'usure ou vieillissement ?
- 3- Quelle est la date recommandée pour le changement d'équipement ?

Taux de défaillance



Sûreté de fonctionnement



– Réparation

La réparation consiste en la remise en état, de façon durable, dans le but de supprimer ou de réduire les conséquences de la vétusté, de l'usure ou du désordre, d'un équipement n'assurant plus dans des conditions acceptables la fonction qui est la sienne.

– Dépannage

Action sur un équipement en panne, en vue de le remettre en état de fonctionnement, au moins provisoirement. Compte tenu de l'objectif, un dépannage peut s'accommoder de résultats provisoires et de conditions de réalisation " hors norme " et, dans ce cas, sera suivi de réparation.

Diagnostic

Analyse d'un ensemble de facteurs ou de symptômes, visant à établir l'état d'un élément ou les causes d'un éventuel désordre constaté, afin de choisir les mesures à prendre pour y remédier.

Examen permettant d'apprécier l'état d'usure d'un composant, afin de déterminer les opérations de maintenance à exécuter, ou la durée de vie restante.

GMAO (Gestion de la Maintenance Assistée par Ordinateur)

Systeme informatique permettant la gestion des moyens nécessaires à la maintenance et la gestion de la mise en œuvre de ces moyens. Une GMAO doit donc permettre :

- D'établir l'inventaire des éléments à maintenir,
- De gérer les interventions de maintenance préventive et corrective sur le plan de la programmation technique et sur le plan financier,
- De gérer les stocks et les achats,
- De faire un historique des interventions,
- De gérer les entreprises sous-traitantes ou co-traitantes,
- D'apprécier l'état global de santé des éléments maintenus,
- De prévoir leur remplacement en fonction des durées de vie théoriques et des interventions.