

Cours 1 Généralités sur les défaillances

I – CARACTERISTIQUES DES DEFAILLANCE :**11 – Définitions et vocabulaire :**

Les défaillances sont à la maintenance ce que les maladies sont à la médecine. Il serait donc illusoire de vouloir effectuer un dépannage ou une réparation sur un matériel sans avoir au préalable élucidé la nature de la défaillance à remédier.

Une défaillance est la cessation de l'aptitude d'un bien à accomplir une fonction requise. Après une défaillance, le bien est en panne, totale ou partielle. (NF EN 13306).

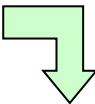
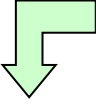
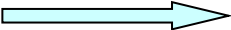
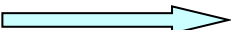
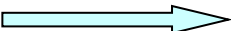
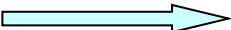
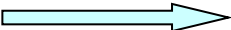
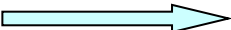
Synonymes usuels non normalisés : « failure » (anglais), dysfonctionnement, dommages, dégâts, anomalies, avaries, incidents, défauts. **On appelle dégradation une défaillance progressive.**

Après défaillance, cette entité est donc en état de panne. La défaillance est donc le passage d'un état à un autre, par opposition à une panne qui est un état.

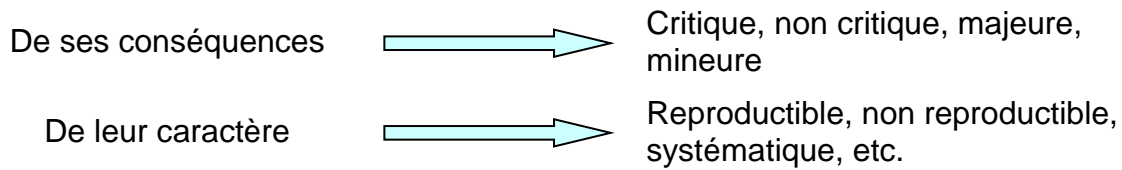
- **Cause de défaillance** : circonstances liées à la conception, à la fabrication, à l'installation, à l'utilisation et à la maintenance qui ont conduit à la défaillance.
- **Mécanisme de défaillance** : processus physiques, chimiques ou autres qui conduisent ou ont conduit à une défaillance.
- **Mode de défaillance** : effet par lequel une défaillance se manifeste.
- **Panne** : état d'un bien inapte à accomplir une fonction requise.
- **Dégradation** : évolution irréversible des caractéristiques d'un bien liée au temps ou à la durée d'utilisation.

12 – Classification des défaillances :

Les caractéristiques d'une défaillance doivent être correctement identifiées afin de prévoir et d'organiser l'intervention nécessaire pour la remise en état initial de l'entité.

En fonction		Caractéristiques
		
De la vitesse d'apparition		Progressive ou soudaine
De l'instant d'apparition		En fonctionnement, à l'arrêt, à la sollicitation
Du degré d'importance		Partielle, complète, permanente, fugitive, intermittente, etc.
De la vitesse d'apparition et du degré d'importance		Par dégradation ou catalectique
Des causes		Faiblesse, emploi inapproprié, fausse manœuvre, vieillissement, etc.
De son origine		Interne (intrinsèque) ou externe (extrinsèque) à l'entité

Cours 1 Généralités sur les défaillances

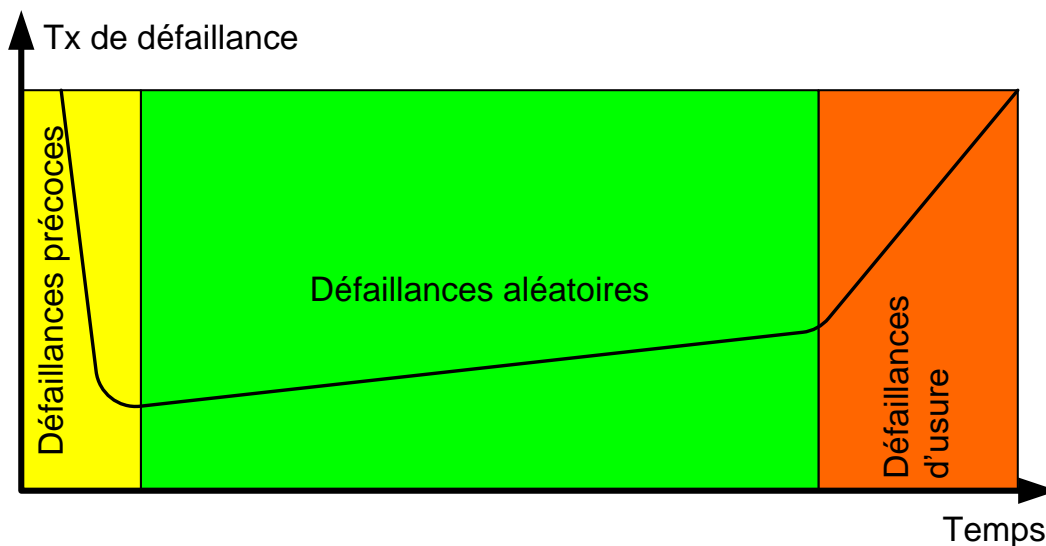


- **Défaillances de causes intrinsèques** : défaillances dues à une mauvaise conception du bien, à une fabrication non conforme du bien ou à une mauvaise installation du bien. Les défaillances par usure (liées à la durée de vie d'utilisation) et par vieillissement (liées au cours du temps) sont des défaillances intrinsèques.
- **Défaillance de causes extrinsèques** : défaillances de mauvais emploi, par fausses manœuvres, dues à la maintenance, conséquences d'une autre défaillance.

Une défaillance se caractérise également par le moment où elle se manifeste par rapport au cycle de vie de l'entité.

- ⇒ Elle peut être **précoce** en se manifestant au début ; dans ce cas elle se rapporte à la période de déverminage.
- ⇒ Elle peut être **aléatoire** ; dans ce cas elle se produit durant le cycle de vie utile de l'entité.
- ⇒ Elle peut être **d'usure** ; dans ce cas elle se rapporte à la fin du cycle de vie du produit par des processus de détérioration par usure, corrosion, échauffement, etc.

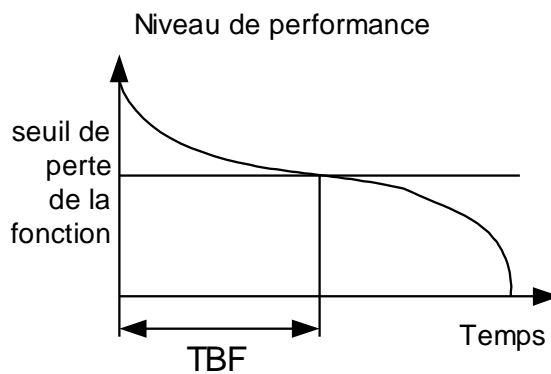
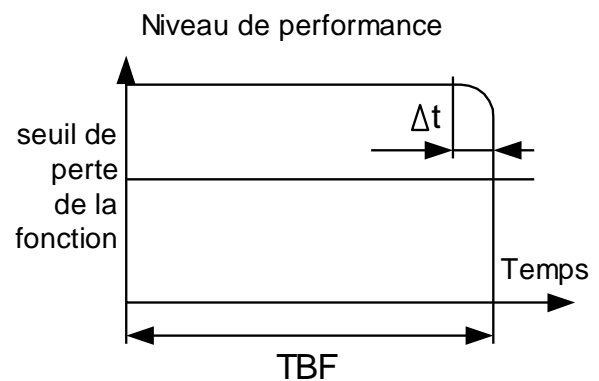
C'est ce que montre le graphique ci-dessous.



Cours 1 Généralités sur les défaillances

Exemples de modèles de dégradation :

Les défaillances se manifestent selon l'un des 2 modèles ci-dessous :

Modèle de dégradation**Modèle catalectique :****13 – Normalisation des défaillances NF X 06-501 :**

En fonction de la rapidité de la manifestation :

- **Défaillance progressive** : défaillance qui aurait pu être prévue par un examen ou une surveillance antérieurs.
- **Défaillance soudaine** : défaillance qui n'aurait pas pu être prévue par un examen ou une surveillance antérieurs.

En fonction du degré d'importance :

- **Défaillance partielle** : défaillance résultant de déviations d'une ou des caractéristiques au-delà des limites spécifiées, mais telle qu'elle n'entraîne pas une disparition complète de la fonction requise.
- **Défaillance complète** : défaillance résultant de déviations d'une ou des caractéristiques au-delà des limites spécifiées, telle qu'elle entraîne une disparition complète de la fonction requise.
- **Défaillance intermittente** : défaillance d'un dispositif pour une période de temps limité, après laquelle le dispositif retrouve son aptitude à accomplir la fonction requise sans avoir été soumis à une action corrective extérieure. De telles défaillances sont souvent répétitives.

Par combinaison des concepts précédents :

- **Défaillance catalectique** : défaillance à la fois soudaine et complète.
- **Défaillance par dégradation** : défaillance à la fois progressive et partielle. A la longue, de telles défaillances peuvent devenir de défaillances complètes.

Cours 1 Généralités sur les défaillances

En fonction des causes :

- **Défaillance due à une faiblesse inhérente** : défaillance attribuable à une faiblesse inhérente au dispositif lui-même lorsque les contraintes ne sont pas au-delà des possibilités données du dispositif (faiblesse due à la conception ou à la réalisation du dispositif).
- **Défaillance due à un mauvais emploi** : défaillance attribuable à l'application de contraintes au-delà des possibilités données du dispositif.
- **Défaillance première** : défaillance d'un dispositif dont la cause directe ou indirecte n'est pas la défaillance d'un autre dispositif.
- **Défaillance seconde** : défaillance d'un dispositif dont la cause directe ou indirecte est la défaillance d'un autre dispositif.

En fonction des conséquences :

- **Défaillance critique** : défaillance qui empêche l'accomplissement de la mission et fait encourir des risques de blessures graves à des personnes ou des dégâts très importants au matériel. Ce type de défaillance est pris en compte dans les études de sécurité.
- **Défaillance majeure** : défaillance autre que critique, qui risque de réduire l'aptitude d'un dispositif plus complexe à accomplir la fonction requise.
- **Défaillance mineure** : défaillance autre que critique, qui ne réduit pas l'aptitude d'un dispositif plus complexe à accomplir la fonction requise.

14 – Etude détaillée des différents types de défaillances :

Défaillance progressive : elle est due à une évolution progressive des caractéristiques d'un bien. En général, elle peut être repérée par une inspection ou un contrôle antérieur. Elle peut aussi être évitée par la mise en place d'une maintenance spécifique. Ces défaillances concernent principalement les organes mécaniques.

Défaillance soudaine : brutale, elle est due à une évolution quasi instantanée des caractéristiques d'un bien. Une anticipation de ce type de défaillance est impossible pour effectuer une intervention avant la manifestation de cette défaillance.

Défaillance partielle : elle résulte d'une déviation d'une ou des caractéristiques d'un bien au-delà des limites spécifiées, mais elle n'entraîne pas une disparition complète de la fonction requise. On parle alors de fonctionnement dégradé (ex : boîte de vitesse n'offrant qu'une vitesse sur 2). Un tel état peut être toléré sur une période longue. Mais dans ce cas, la fonction du système est limitée.

Défaillance complète : elle résulte d'une déviation d'une ou des caractéristiques d'un bien au-delà des limites spécifiées en entraînant une disparition complète de la fonction requise.

Défaillance intermittente : elle est limitée dans le temps ; temps après lequel le bien retrouve son aptitude à accomplir sa fonction requise sans qu'aucune action corrective n'ait été effectuée (ex : défaut de connexion électrique).

Défaillance catalectique : elle est à la fois soudaine et complète.

Défaillance par dégradation : elle est à la fois progressive et partielle. Ce sont les défaillances les plus faciles à prévoir et à anticiper. S'il n'y a pas de suivi, elles conduisent généralement à une défaillance complète. Ex : corrosion, usure par frottement.

Cours 1 Généralités sur les défaillances

Défaillance intrinsèque : c'est le système lui-même qui est à l'origine de la défaillance.

Défaillance extrinsèque : les défaillances sont dues à des causes extérieures (maintenance, exploitation). Le système n'est pas « responsable » de la défaillance.

Défaillance due à une faiblesse inhérente (intrinsèque) : elle est propre au système lors des conditions normales d'utilisation. La défaillance survient alors que le système n'est pas soumis à des contraintes dépassant ses possibilités. Bien souvent, ce sont la conception et/ou la réalisation qui peuvent être mises en cause. Ex : défaut qualité matière, sous dimensionnement, etc.

Défaillance première (intrinsèque) : défaillance propre à un composant du système. Ex : grippage d'un roulement à bille.

Défaillance due à un mauvais emploi (extrinsèque) : elle est attribuable à l'application de contraintes au-delà des possibilités données du système. Ce genre de défaillance peut être évité par une formation des personnels de conduite ou par l'élaboration de procédures précises et détaillées.

Défaillance due à un mauvais entretien (extrinsèque) : elle est attribuable au non respect ou à la méconnaissance des règles de maintenance de l'équipement. Ce genre de défaillance peut être évité par une formation des personnels de maintenance ou par l'élaboration de programmes et de procédures précis et détaillés.

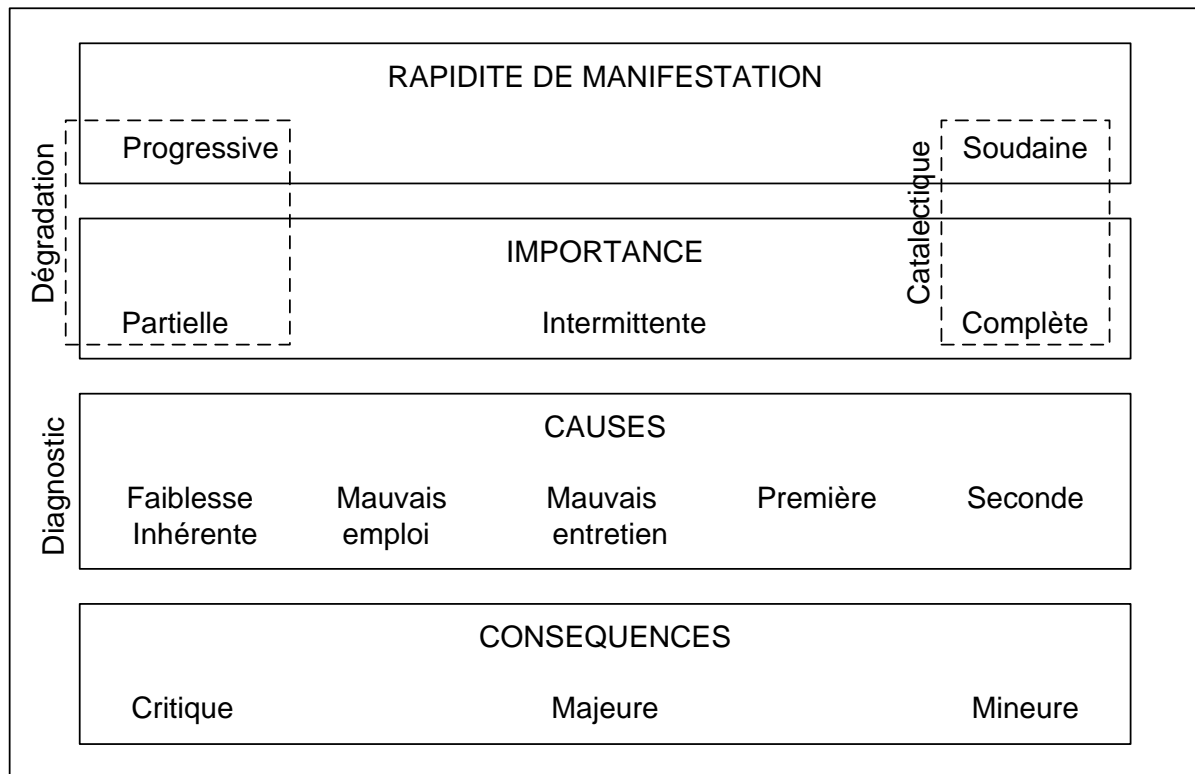
Défaillance seconde (extrinsèque) : elle n'est pas due à une défaillance de composant. Ex : détérioration d'un palier suite à un blocage d'un roulement pour cause de grippage suite à un mauvais graissage.

Défaillance critique : elle empêche l'accomplissement de la mission et fait encourir des risques de blessures à des personnes ou des dégâts très importants au bien. Ce type de défaillance est surtout prise en compte dans les études de sûreté (nucléaire, transport aérien, pétrochimie, etc.). Ex : fissures dans le réfractaire d'un four de fusion.

Défaillance majeure : elle risque de réduire l'aptitude d'un autre système plus complexe à accomplir sa fonction. Ex : défaillance de la salle de contrôle (supervision) d'un four de fusion.

Défaillance mineure : elle ne réduit pas l'aptitude d'un autre système plus complexe à accomplir sa fonction. Ex : défaillance du système de refroidissement en sortie d'un four de moulage.

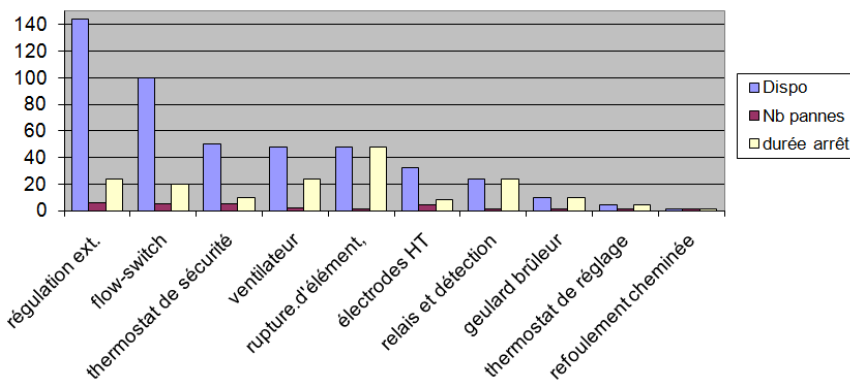
Cours 1 Généralités sur les défaillances



15 – Correction et traitement des défaillances :

Correction des défaillances : les dépannages sont des remises en état de fonctionnement provisoires avant réparation. Les réparations sont des interventions limitées et définitives.

Relevé des défaillances : ce sont généralement les bons de travaux qui servent de base aux historiques. Ces relevés sont entrés en GMAO (qui liste ces défaillances à la demande par nature, par machine, par secteur, etc.) à des fins de traitement (fiabilité, disponibilité, coûts, etc.). C'est dans ce cadre que rentre l'analyse en NT.



16 – Analyse en NT :

C'est un outil dédié à l'analyse des défaillances. Il consiste à tracer 3 graphes portant successivement en ordonnées :

Cours 1 Généralités sur les défaillances

- $N \times MTTR = \Sigma TTR$, cumul des N durées d'intervention. Ce sera un indicateur de **non disponibilité**
- N : nombre de pannes enregistrées par familles. Ce sera un indicateur de **non fiabilité**
- MTTR : moyenne des durées d'intervention. Ce sera un indicateur de **non maintenabilité**

Les abscisses seront ordonnées par criticité décroissante des familles analysées sur le 1^{er} graphe en N/T.

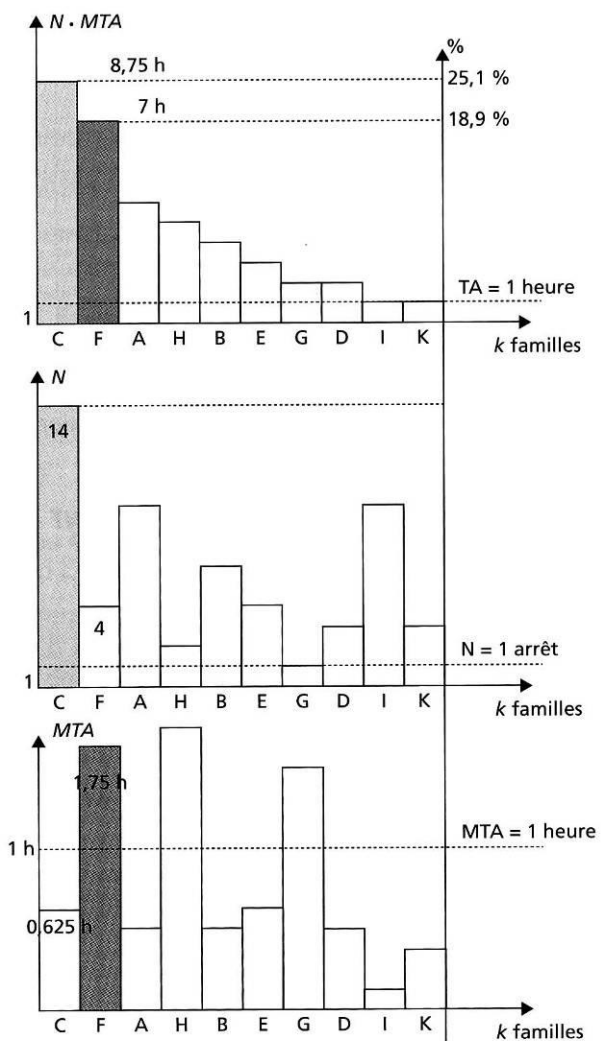
Exemple :

- Graphe 1 : indicateur de non disponibilité : les familles C et F représentent 44% de l'indisponibilité. La réduction des temps d'arrêt dus à C et F est donc prioritaire. L'analyse des graphes 2 et 3 orientera les actions vers l'amélioration de la fiabilité pour C et de la maintenabilité pour F.
- Graphe 2 : indicateur de non fiabilité : C est du type défaillance répétitive ainsi que A et I. C devra être analysé prioritairement.
- Graphe 3 : indicateur de non maintenabilité : F, H et G sont des pannes durables. F devra être analysé prioritairement.

Graphe 1 en N/T : il a pour objectif l'amélioration de la disponibilité d'un équipement par action sur les sous-ensembles qui grèvent la performance de l'ensemble. Ce graphe permet de déterminer objectivement les pannes à analyser pour les réduire et de voir leur impact sur la disponibilité.

Graphe 2 en N : il oriente vers l'amélioration de la fiabilité des sous-ensembles pénalisants. Il met en évidence les défaillances répétitives. Les actions envisageables sont des modifications techniques, d'organisation et les tâches de maintenance préventive.

Graphe 3 en \bar{T} : il oriente vers l'amélioration de la maintenabilité. Les



Cours 1 Généralités sur les défaillances

pistes d'amélioration porteront sur la préparation du travail, la logistique, la formation.