

Les différentes machines de la ligne (SBO2) présentent des arrêts. Pour déterminer les machines critiques qui agissent directement sur la productivité. Nous utilisons la méthode 'Pareto', cette méthode nous permet d'identifier les machines qui représentent 20 % du total des machines mais qui causent 80 % de problèmes.

La méthode 'AMDEC' sera alors mise en œuvre pour identifier les causes des problèmes et proposer des actions pour les éliminer.

Avant de présenter les résultats de notre étude réalisée sur la ligne de production (SBO2) nous présentons dans ce chapitre quelques généralités sur la maintenance et sa mise en œuvre.

I-Généralités sur la maintenance

I.1-Introduction

En industrie, la Maintenance est l'une des fonctions essentielles du système de production et dans les systèmes fortement automatisés, elle est une fonction capitale.

La notion de maintenance est définie par la norme NF 60 010 :

« C'est l'ensemble des actions permettant de maintenir ou de rétablir un bien dans un état spécifié ou en mesure d'assurer un service déterminé. »

Parfois, la Maintenance constitue un élément stratégique de l'entreprise qui nécessite des moyens importants et beaucoup de dépenses.

Une Maintenance mal organisée, mal gérée ou mal exécutée, peut avoir des impacts néfastes sur le fonctionnement du système de production :

- Arrêts multiples et indisponibilité des installations,
- Surcoûts de production,
- Grands risques de mauvaise qualité et d'indisponibilité des produits.

De même, une mauvaise Maintenance ou une Maintenance insuffisante, peut être parfois à l'origine d'importantes catastrophes (aéronautique, transport, nucléaire, ..) et peut mettre en danger l'existence même de l'entreprise.

I.2-Les objectifs de la maintenance :

D'une manière générale, la maintenance a pour but d'assurer la disponibilité maximale des équipements de production à un coût optimal.

Les principaux objectifs que doit se fixer la fonction maintenance sont :

- **Améliorer la fiabilité du matériel** : La mise en œuvre de la maintenance préventive nécessite les analyses techniques du comportement du matériel. Cela permet à la fois de pratiquer une maintenance préventive optimale et de supprimer complètement certaines défaillances.
- **Garantir la qualité des produits** : La surveillance quotidienne des machines est pratiquée pour détecter les symptômes de défaillance et veiller à ce que les paramètres de réglages et de fonctionnement soient respectés. Le contrôle des jeux (vibrations) et de la géométrie de la machine permet d'éviter les aléas de fonctionnement. La qualité des produits est ainsi assurée l'absence des rebuts.
- **Améliorer l'ordonnement des travaux** : La planification des interventions de la maintenance préventive, correspondant au planning d'arrêt machine, devra être validée par le service production. Cela implique la collaboration de ce service, afin de faciliter la tâche de la maintenance. Les techniciens de maintenance sont souvent mécontents lorsque le responsable de production ne permet pas l'arrêt de l'installation, alors qu'il a reçu un bon de travail pour l'intervention. Une bonne coordination prévoit un arrêt selon un planning défini à l'avance prenant en compte les impossibilités en fonction des impératifs de production.
- **Assurer les sécurités humaines** : La préparation des interventions de maintenance préventive ne consiste pas seulement à respecter le planning, mais elle doit tenir compte aussi des critères de sécurité pour éviter les imprévus dangereux.
- **Améliorer la gestion de stock** : La maintenance préventive est planifiable. Elle maîtrise les échéances de remplacement des organes ou pièces, ce qui facilite la tâche de gestion des stocks. Elle permet aussi d'éviter de mettre en stock certaines pièces et ne les commander que le moment venu.

I.3-Les différents types de la maintenance :

Il existe deux façons complémentaires d'organiser les actions de maintenance :

- **la maintenance corrective** : qui consiste à intervenir sur un équipement une fois que celui-ci est défaillant. Elle se subdivise en :

- **Maintenance palliative:** dépannage (donc provisoire) de l'équipement, permettant à celui-ci d'assurer tout ou partie d'une fonction requise ; elle doit toutefois être suivie d'une action curative dans les plus brefs délais,
- **Maintenance curative:** réparation (donc durable) consistant en une remise en l'état initial.
- **la maintenance préventive** : qui consiste à intervenir sur un équipement avant que celui-ci ne soit défaillant, afin de tenter de prévenir la panne. on interviendra de manière préventive soit pour des raisons de sûreté de fonctionnement (les conséquences d'une défaillance sont inacceptables) soit pour des raisons économiques (cela revient moins cher) ou parfois pratiques (l'équipement n'est disponible pour la maintenance qu'à certains moments précis). La maintenance préventive se subdivise à son tour en :
 - **Maintenance systématique:** désigne des opérations effectuées systématiquement, soit selon un calendrier (à périodicité temporelle fixe), soit selon une périodicité d'usage (heures de fonctionnement, nombre d'unités produites, nombre de mouvements effectués, etc.),
 - **Maintenance conditionnelle:** réalisée à la suite de relevés, de mesures, de contrôles révélateurs de l'état de dégradation de l'équipement,

II-Les outils de gestion de la maintenance

II.1-Le diagramme PARETO

Définition :

Le diagramme de Pareto (principe ou loi 80-20) est un graphique représentant l'importance de différentes causes sur un phénomène. Ce diagramme permet de mettre en évidence les causes les plus importantes sur le nombre total d'effet et ainsi de prendre des mesures ciblées pour améliorer une situation.

Principe :

Ce diagramme représente une série de colonnes triées par ordre décroissant. Elles sont généralement accompagnées d'une courbe des valeurs cumulées de toutes les colonnes.

Ce diagramme est construit en plusieurs étapes :

- Etablir la liste des données.
- Quantifier chacune de ces données.
- Effectuer la somme des valeurs obtenues.
- Calculer les pourcentages par valeurs décroissantes.
- Représenter graphiquement ces pourcentages par un histogramme.
- Représenter l'histogramme des valeurs cumulées.

II.2-Méthode AMDEC

Définition :

Que l'on soit créateur ou exploitant d'une machine, l'on s'interroge sur sa fiabilité.

Quelles sont les problèmes auxquels on doit s'attendre de la part de cette machine ?

La réponse à cette question passe par la mise en œuvre de méthodes de maintenance. L'une de ces méthodes – l'AMDEC - est parfaitement justifiée lorsqu'aucun historique concernant l'installation n'est disponible (en particulier pour les machines neuves ou de conception récente).

L'association française de normalisation (AFNOR) définit l'AMDEC comme étant 'une méthode inductive qui permet de réaliser une analyse qualitative et quantitative de la fiabilité ou de la sécurité d'un système'. La méthode consiste à examiner méthodiquement les défaillances potentielles des systèmes (Analyse des modes de défaillance), leurs causes et leurs conséquences sur le fonctionnement de l'ensemble (les effets). Après une hiérarchisation des défaillances potentielles, basée sur l'estimation du niveau de risque de défaillance, selon la criticité, des actions prioritaires sont déclenchées et suivies.

Le but de l'AMDEC :

AMDEC : Analyse des **Modes de Défaillances**, de leurs **Effets** et de leur **Criticité**

La méthode AMDEC a pour objectif :

- d'identifier les causes et les effets de l'échec potentiel d'un procédé ou d'un moyen de production.
- d'identifier les actions pouvant éliminer (ou du moins réduire) l'échec potentiel.

Définitions des différents types d'AMDEC :

- **Produit** : Analyse de la Conception d'un produit pour améliorer sa **QUALITE** et sa **FIABILITE**.
- **Moyen de production (ou système)** : Analyse de la Conception et /ou de l'Exploitation des Équipements de Production pour améliorer leur **DISPONIBILITE**.
- **Processus** : Analyse des opérations de Production pour améliorer la **QUALITE** de **FABRICATION** du produit.
- **Sécurité** : Analyse des défaillances et des risques prévisionnels sur un équipement pour améliorer la **SECURITE** et la **FIABILITE**.

Choix du type d'AMDEC :

L'étude AMDEC permet de prévoir les causes des pannes. Dans le cadre de ce projet le type d'AMDEC choisi est l'AMDEC moyen

AMDEC moyen : on identifie les défaillances du moyen de production dont les effets agissent directement sur la productivité de l'entreprise. Il s'agit donc de l'analyse des pannes et de l'optimisation de la maintenance.

L'AMDEC étant une méthode prédictive, elle repose fortement sur l'expérience. Il est donc nécessaire de faire appel à des expériences d'horizon divers afin de neutraliser l'aspect subjectif des analyses.

Après avoir constitué un groupe de travail, on passe à l'analyse fonctionnelle :

Le système dont on étudie les défaillances doit d'abord être "décortiqué".

A quoi sert-il ? Quelles fonctions doit-il remplir ? Comment fonctionne-t-il ?

L'analyse fonctionnelle doit répondre à ces questions, de façon rigoureuse.

Le système est analysé sous ses aspects :

- **externes** : relations avec le milieu extérieur (qu'est ce qui rentre, qu'est ce qui sort, ...)
- **internes** : analyse des flux et des activités au sein du procédé ou de la machine

II.2.1-Décomposition fonctionnelle du système étudié

Pour une AMDEC moyen de production : découpage arborescent du système en plusieurs niveaux dont le niveau le plus bas représente les éléments.

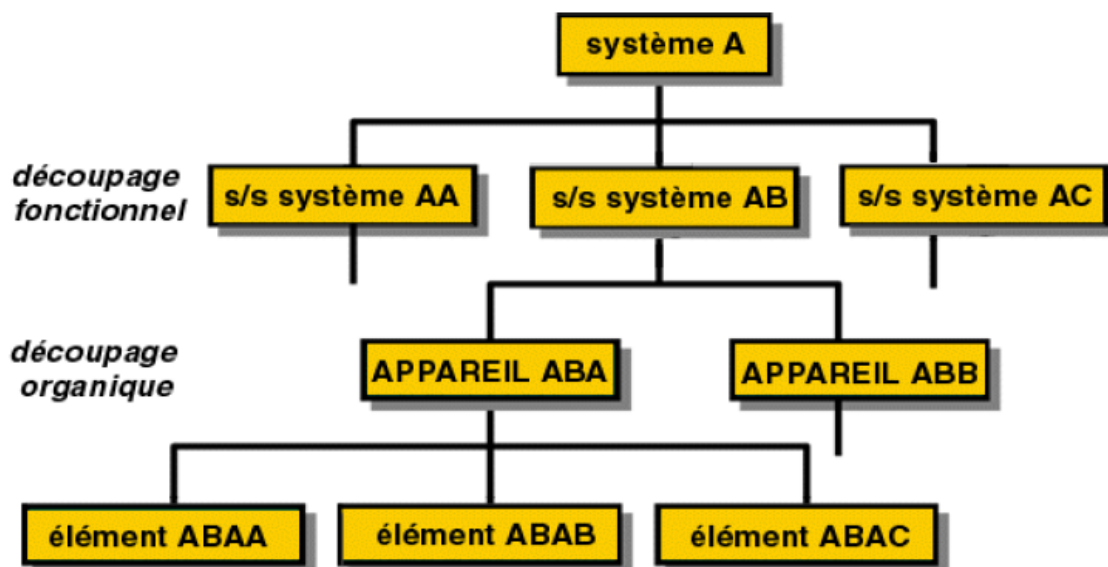


FIGURE 7 : Décomposition fonctionnelle d'un système

II.2.2-Analyse AMDEC du système

A partir de l'analyse fonctionnelle, la démarche consiste à effectuer les phases suivantes :

- Analyse des mécanismes de défaillances.
- Evaluation de la CRITICITE.

- Proposition d' ACTIONS CORRECTIVES (réduction des effets par la maintenance préventive, détection préventive, maintenance améliorative, calcul de la nouvelle criticité après action).

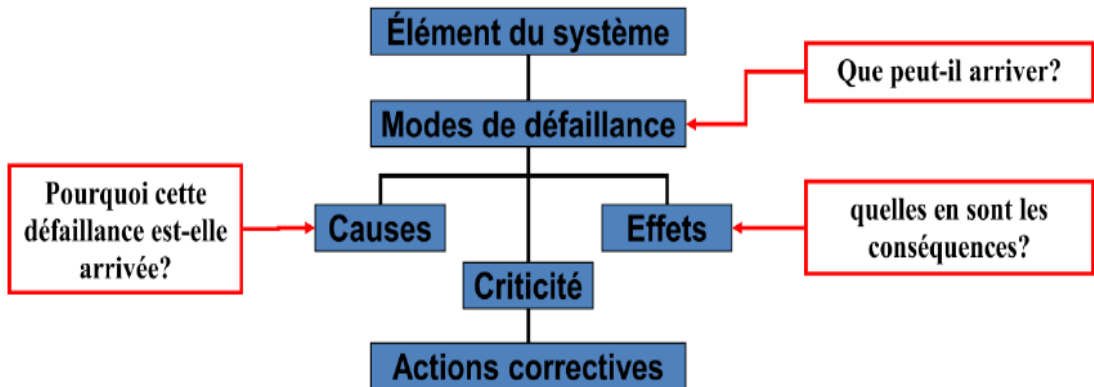


FIGURE 8 : Analyse AMDEC du système

- **Le mode de défaillance**

Il concerne la fonction et exprime de quelle manière cette fonction ne fait plus ce qu'elle est sensée faire. L'analyse fonctionnelle recense les fonctions, l'AMDEC envisage pour chacune d'entre-elles sa façon (ou ses façons car il peut y en avoir plusieurs) de ne plus se comporter correctement. On distingue 5 modes génériques de défaillance :

- Perte de la fonction.
- Fonctionnement intempestif.
- Démarrage impossible.
- Refus de s'arrêter.
- Fonctionnement dégradé.

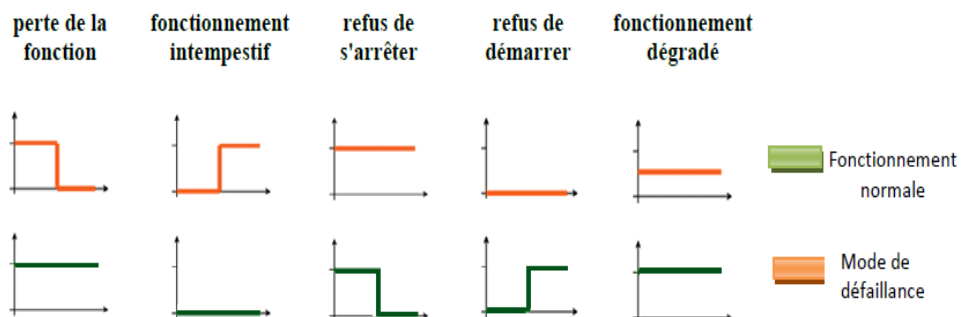


FIGURE 9 : Les différents modes génériques de défaillance

- **Cause de défaillance**

La cause de la défaillance est une anomalie initiale susceptible de conduire au mode de défaillance. Elle s'exprime en termes d'écart par rapport à la norme.

Elle se répartit dans les domaines suivants (par exemple) :

- Les hommes : Manque de formation, des techniciens non-diplomés.
- Le milieu : l'influence du milieu sur les machines par exemple le changement de température de milieu provoque un changement de température dans le four.
- La documentation : Manque des manuels de constructeur des machines.
- L'organisation : Manque d'organisation au sien de service maintenance.

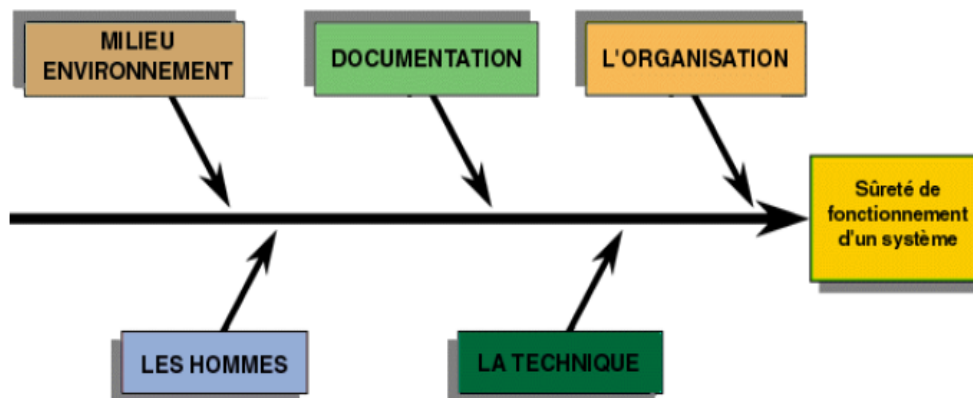


FIGURE 10 : Les différents domaines de causes de défaillances

- **Effet de la défaillance**

Cet effet concrétise la conséquence d'une défaillance. Il est relatif à un mode de défaillance et dépend du type d'AMDEC réalisé.

L'évaluation de la criticité de chaque combinaison cause, mode, effet se fait par des critères de cotation :

- La **fréquence** d'apparition de la défaillance.
- La **gravité** de la défaillance.
- La probabilité de **non-détection** de la défaillance.

La valeur de la criticité est calculée par le produit des niveaux atteint par les critères de cotation.

- **Gravité G :**

Niveau	Valeur	Définition
mineure	1	-arrêt de production : moins de 15 minutes -aucune ou peu pièce de rechange nécessaire
moyenne	2	-arrêt de production : de 15 minutes à une heure -pièces en stock
majeure	3	-arrêt de production : 1 heure à 2 heures -pièces en stock ou livraison ultra-rapide
grave	4	-arrêt de production : 2 heures et plus -long délai de livraison ou back-order

TABLEAU 2: Grille de cotation « Gravité »

- **Fréquence :**

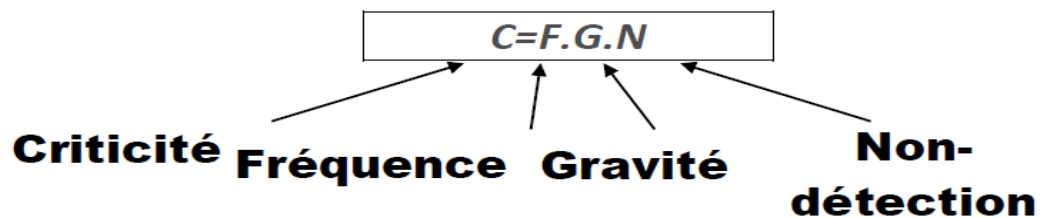
niveau	Valeur	Définition
Très faible	1	défaillance rare : moins de une défaillance par année
Faible	2	défaillance possible : moins de une défaillance par trimestre
moyen	3	défaillance occasionnelle : moins de une défaillance par semaine
Elevé	4	défaillance fréquente : plus d'une défaillance par semaine

TABLEAU 3 : Grille de cotation « Fréquence »

- **Détection :**

niveau	Valeur	Définition
évident	1	détection certaine, sirène, moyens automatiques, signes évidents
possible	2	délectable par l'opérateur, par des routes d'inspections, vibrations
improbable	3	difficilement détectable, moyens complexes (démontages, appareils)
impossible	4	indétectable, aucun signe

TABLEAU 4: Grille de cotation « Non-détection »



• **La grille AMDEC**

La grille AMDEC typique comprend 7 colonnes :

- Nom de l'élément.
- Fonction.
- Mode de défaillance.
- Effets.
- Causes.
- Cotation de la criticité.
- Action corrective.

Cette grille peut aussi contenir d'autres colonnes pour le suivi des actions et la réévaluation de la criticité.

Elément	Fonction	Mode	Effet	Causes	criticité	Actions correctives

TABLEAU 5 : Grille AMDEC

- **Les actions**

La finalité de l'analyse AMDEC, après la mise en évidence des défaillances critiques, est de définir des actions de nature à traiter le problème identifié.

Les actions sont de 3 types :

- **Actions préventives** : on agit pour prévenir la défaillance avant qu'elle ne se produise, pour l'empêcher de se produire. Ces actions sont planifiées. La période d'application d'une action résulte de l'évaluation de la fréquence.
- **Actions correctives** : lorsque le problème n'est pas considéré comme critique, on agit au moment où il se présente. L'action doit alors être la plus courte possible pour une remise aux normes rapide.
- **Actions amélioratives** : il s'agit en général de modifications de procédé ou de modifications technologiques du moyen de production destinées à faire disparaître totalement le problème. Le coût de ce type d'action n'est pas négligeable et on le traite comme un investissement.

Les actions, pour être efficaces, doivent faire l'objet d'un suivi :

- plan d'action
- désignation d'un responsable de l'action
- détermination d'un délai
- détermination d'un budget