

Chapitre. 3. Optimisation et sécurisation d'un procès

3.1. Méthode AMDEC

3.1.1. Définition

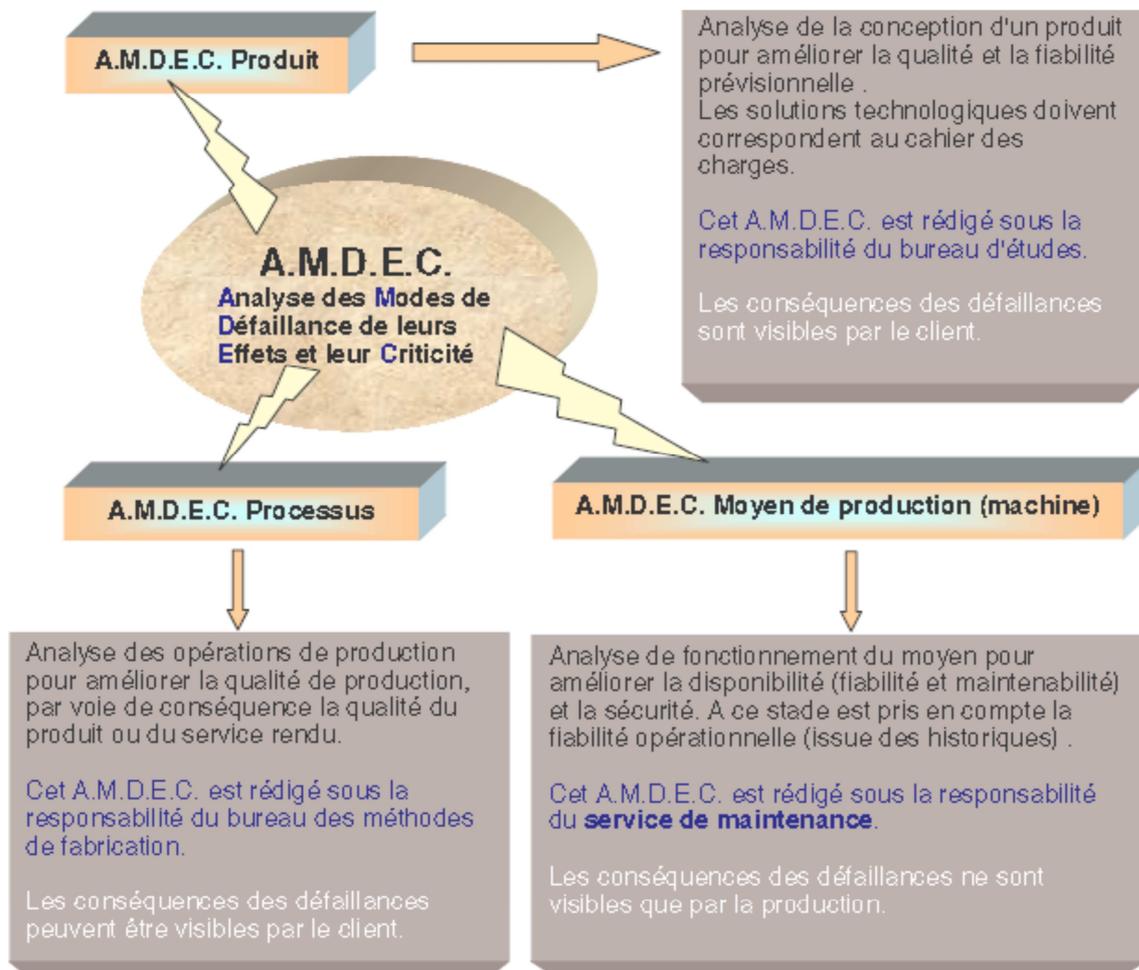
C'est un outil d'analyse qui permet de construire la qualité des produits fabriqués ou des services rendus et favorise la maîtrise de la fiabilité en vue d'abaisser le coût global.

Elle est régie par la norme AFNOR X 60-510.

Cette méthode conçue pour l'aéronautique américaine en 1960: est devenue aujourd'hui, soit réglementaire dans les études de sûreté des industries « à risque » (aérospatial, nucléaire, chimie), soit contractuelle (pour les fournisseurs automobile par exemple).

Etablie en équipe, menée à différents niveaux d'avancement, elle permet de définir les priorités d'action par la confrontation des opinions. Elle est applicable :

- à un produit : AMDEC produit,
- à un processus : AMDEC processus,
- à un système de production : AMDEC moyen de production.



3.1.2. Objectifs de l'AMDEC

L'AMDEC est une technique d'analyse prévisionnelle qui permet d'estimer les risques d'apparition de défaillance ainsi que les conséquences sur le bon fonctionnement du moyen de production, et d'engager les actions correctives nécessaires.

L'objectif principal est l'obtention d'une disponibilité maximale.

Les objectifs intermédiaires sont les suivants :

- ✓ Analyser les conséquences des défaillances,
- ✓ Identifier les modes de défaillances,
- ✓ Préciser pour chaque mode de défaillance les moyens et les procédures de détection,
- ✓ Déterminer l'importance ou la criticité de chaque mode de défaillance,
- ✓ Classer les modes de défaillance,
- ✓ Etablir des échelles de signification et de probabilité de défaillance.

3.1.3. Mise en œuvre

Constituer : un groupe de travail pluridisciplinaire (production, maintenance),

Définir : les limites de l'étude (objectif, délais, système),

Présenter : le système, son environnement et découper celui-ci en sous-ensembles fonctionnels,

Recenser : les modes de défaillances,

Rechercher : les causes de défaillances (ISHIKAWA),

Etudier : les effets de chaque défaillance et les conséquences les plus probables sur le système,

Recenser : les moyens de détection existants.

Conclusion

L'A.M.D.E.C. " Moyen de production " par l'analyse des pannes, la fréquence d'apparition et les temps d'arrêt favorise :

- ✓ La mise en place des plans de maintenance préventive
- ✓ L'organisation et la réalisation des actions de maintenance
- ✓ Améliore les conditions d'intervention

3.1.4. Les modes de défaillance

C'est la manière dont un système vient à ne pas fonctionner. Il est relatif à la fonction de chaque élément. Une fonction a 4 façons de ne pas être correctement effectuée :

Plus de fonction : la fonction cesse de se réaliser,

Pas de fonction : la fonction ne se réalise pas lorsqu'on la sollicite,

Fonction dégradée : la fonction ne se réalise pas parfaitement, altération de performances

Fonction intempestive : la fonction se réalise lorsqu'elle n'est pas sollicitée.

Modes de défaillances	Composants électriques et électromécaniques	Composants hydrauliques	Composants mécaniques
Plus de fonction	- composant défectueux	- composant défectueux - circuit coupé ou bouché	- rupture - blocage, grippage
Pas de fonction	- composant ne répondant pas à la sollicitation dont il est l'objet - connexions débranchées - fils desserrés	- connexions / raccords débranchés	
Fonction dégradée	- dérive des caractéristiques	- mauvaise étanchéité - usure	- désolidarisation - jeu
Fonction intempestive	- perturbations (parasites)	- perturbations (coups de bélier)	

3.1.5. Les causes de défaillance

Il existe 4 types de causes amenant le mode de défaillance :

- Causes internes au matériel,
- Causes externes au matériel : matériel en amont,
- Causes externes dues à l'environnement, au milieu, à l'exploitation,
- Causes externes dues à la main d'œuvre.

Causes de défaillance	Composants électriques et électromécaniques	Composants hydrauliques	Composants mécaniques
Causes internes matériel	- vieillissement - composant HS (mort subite)	- vieillissement - composant HS (mort subite) - colmatage - fuites	- contraintes mécaniques - fatigue mécanique - états de surface
Causes externes milieu exploitation	- pollution (poussière, huile, eau) - chocs - vibrations - échauffement local - parasites - perturbations électromagnétiques, etc.	- température ambiante - pollution (poussières, huile, eau) - vibrations - échauffement local - chocs, coups de bélier	- température ambiante - pollution (poussières, huile, eau) - vibrations - échauffement local - chocs

Causes externes	- montage	- montage	- conception
Main d'œuvre	- réglages	- réglages	- fabrication (pour les composants fabriqués)
	- contrôle	- contrôle	- montage
	- mise en œuvre	- mise en œuvre	- réglages
	- utilisation	- utilisation	- contrôle
	- manque d'énergie	- manque d'énergie	- mise en œuvre
			- utilisation

1.1.6. Criticité des conséquences

La criticité est en fait la **gravité des conséquences** de la défaillance, déterminée par calcul

F : Fréquence d'apparition de la défaillance : elle doit représenter la probabilité d'apparition du mode de défaillance résultant d'une cause donnée.

D : Fréquence de non-détection de la défaillance : elle doit représenter la probabilité de ne pas détecter la cause ou le mode de défaillance avant que l'effet survienne.

G : Gravité des effets de la défaillance : la gravité représente la sévérité relative à l'effet de la défaillance.

Chaque critère comporte 4 niveaux de gravité notés de 1 à 4.

C ou I.P.R. : Evaluation de la criticité : elle est exprimée par l'Indice de Priorité des Risques.

Si I.P.R. < 12 Rien à signaler

Si 12 < I.P.R. > 18 Surveillance accrue à envisager, valeur à la limite de l'acceptable

Si I.P.R. > 18 Mise en place d'actions permettant de corriger donc d'améliorer le moyen ou l'installation utilisé

La valeur relative des criticités des différentes défaillances permet de planifier les recherches en commençant par celles qui ont la criticité la plus élevée.

$$C = F \times D \times G$$

3.1.7. Propositions d'améliorations

La réduction de l'I.P.R. (C) peut se faire par modification technique, par le changement de la méthode de maintenance appliquée et / ou par la mise en place de documents relatifs aux modes opératoires, aux procédures,...

Un plan d'action sera établi pour fixer des priorités par rapport aux améliorations proposées.

Des critères économiques sont à prendre en compte pour hiérarchiser.

3.2. La méthode GANTT

3.2.1. Généralité

C'est une méthode de type diagramme, créée vers 1918, encore très répandue. On peut en utiliser la technique sans pour autant présenter le diagramme. Elle consiste à déterminer la meilleure manière possible de positionner les différentes tâches d'un projet à exécuter sur une période déterminée en fonction :

- Des durées de chacune des tâches;
- Des contraintes d'antériorité entre les différentes tâches,
- Des délais à respecter,
- Des capacités de traitement (qui peuvent évoluer en fonction des heures supplémentaires accordées, des investissements réalisés).

3.2.2. Présentation de la méthode

Il faut tout d'abord:

- Se fixer le projet à réaliser,
- Définir les différentes opérations à réaliser dans le cadre du projet,
- Définir les durées de ces différentes opérations,
- Définir les liens entre ces différentes opérations.

Exemple: On veut organiser la production d'un poste de travail pendant une semaine.

Opérations à réaliser :

Réf des pièces à produire	Durée de fabrication
A	3 heures
B	6 heures
C	4 heures
D	7 heures
E	5 heures

Lien entre les différentes opérations:

Pour respecter les délais clients, il est nécessaire de fabriquer:

B et D après A,

C après B

E après D.

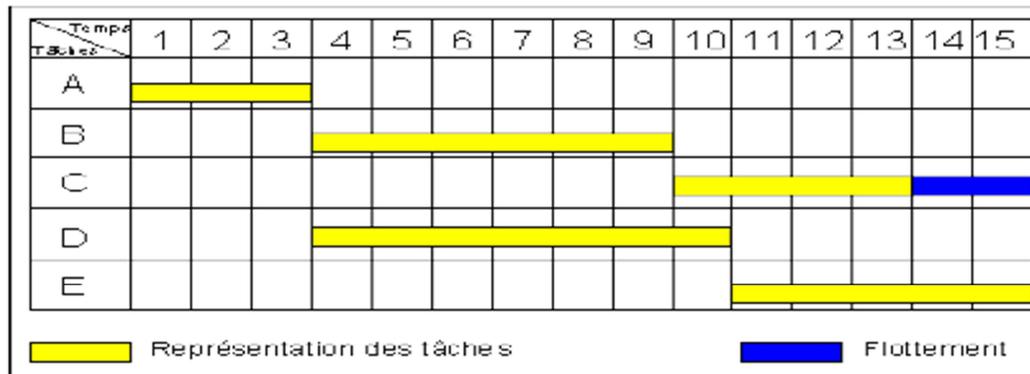
Le diagramme de GANTT se présente sous forme d'un tableau quadrillé

Où:

- chaque colonne correspond à une unité de temps,
- chaque ligne correspond à une opération à réaliser.

On définit une barre horizontale pour chaque tâche; la longueur de celle-ci correspond à la durée de la tâche. La situation de la barre sur le graphique est fonction des liens entre les différentes tâches.

Ainsi, le GANTT correspondant à l'exemple précédent est le suivant:



Le diagramme de GANTT classique utilise le critère de représentation suivant :

On commence le plus tôt possible les tâches qui n'ont pas d'antécédent, puis on représente les tâches ayant pour antécédent les tâches déjà représentées et ainsi de suite. Ce système conduit à créer des stocks, et ne correspond pas à un système juste à temps. On peut cependant le modifier en commençant les tâches au plus tard.

Pour définir les liens entre les différentes tâches d'un projet, différentes possibilités existent:

- Priorité à la fabrication du produit ayant la date de livraison la plus rapprochée (pour respecter les délais).
- Première commande confirmée, première commande exécutée (ce qui n'est pas forcément une bonne solution, car elle peut conduire à augmenter les stocks).
- Priorité à la tâche dont la durée est la plus courte (méthode qui permet de diminuer le temps de changement de série).
- Priorité à la tâche ayant la plus petite marge.

Marge = temps restant à courir jusqu'à la livraison - le temps total d'achèvement

- Priorité à la tâche ayant le ratio critique le plus faible.

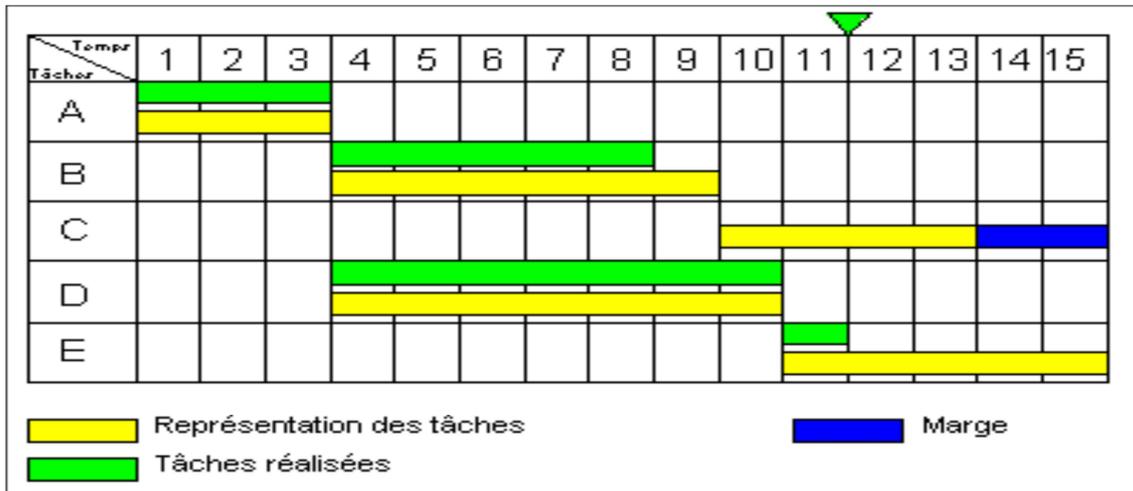
$$r = \frac{\text{temps restant à courir jusqu'à la livraison}}{\text{somme des temps des opérations restant à effectuer}}$$

Ces deux derniers critères ont pour objectif de tenir compte à la fois des délais et des temps de fabrication.

3.2.3 Utilisation du diagramme

Il permet de visualiser l'évolution du projet, de déterminer sa durée de réalisation.

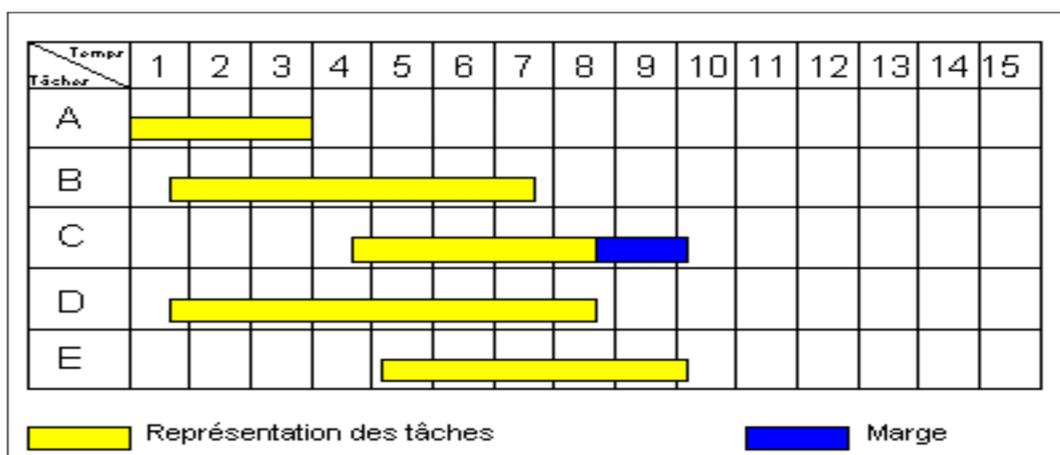
On peut mettre en évidence les flottements existants sur certaines tâches, (le flottement correspond au temps de retard qu'on peut avoir sur une tâche, sans pour autant augmenter la durée globale de réalisation du projet). On peut représenter la progression du travail sur le diagramme et connaître à tout moment l'état d'avancement du projet.



3.2.4 Optimisation

Il est possible de raccourcir le délai total de fabrication quand il n'est pas nécessaire d'attendre qu'une tâche antérieure soit entièrement terminée pour démarrer la suivante. Le calcul du délai optimum est alors fonction du personnel compétent disponible, du matériel et des coûts engendrés.

Dans l'exemple précédent, si l'on considère que on peut démarrer les tâches B et D alors que 20% de la tâche A est effectuée, et que les tâches B et E peuvent démarrer alors que 50% des tâches précédentes (B et D) sont effectuées, le diagramme de GANTT sera alors le suivant:



On aura gagné près de 5 heures sur le délai précédent. Aujourd'hui, de nombreux logiciels de gestion de production utilisent la méthode GANTT. Le diagramme de GANTT est un outil très simple à comprendre et à utiliser. Son utilisation est limitée aux problèmes simples ne

comportant pas de nombreuses tâches. Le GANTT est avant tout une méthode de visualisation.

3.2.5. Utilité de la méthode GANTT

Elle permet de :

- Modéliser la planification de tâches nécessaires à la réalisation d'un projet.
- Visualiser l'évolution du projet, de déterminer sa durée de réalisation.
- Mettre en évidence les flottements existant sur certaines tâches.

Le flottement correspond au temps de retard qu'on peut avoir sur une tâche particulière sans autant augmenter la durée globale de réalisation de projet.

- Représenter la progression du travail et de connaître à tout moment l'état d'avancement du projet, mais également un bon moyen de communication entre les différents acteurs d'un projet.

Le diagramme de GANTT est donc très utile pour « visualiser » le projet ; cependant si ce dernier comporte un grand nombre de tâches, les relations de succession n'apparaissent pas de manière évidente. Actuellement, ce diagramme est surtout un outil complémentaire de contrôle du déroulement du projet.