

# 3 Optimisation et sécurisation d'un procès

(Méthode AMDEC, Digramme d'Gantt, méthode de Kanban...)

## III.1 INTRODUCTION

La maintenance est l'ensemble de toutes les actions techniques, administratives et de management effectuées durant le cycle de vie d'un bien et destinées à le maintenir ou à le rétablir dans un état dans lequel il peut accomplir la fonction requise. La maintenance a longtemps joué un **rôle primordial** dont l'unique objectif était de **réduire la durée d'immobilisation des machines**.

## III.2 METHODE AMEC

**III.2.1 Définition :** L'AMDEC (Analyse des Modes de Défaillance, de leur Effets et de leur Criticité) est un outil méthodologique permettant l'analyse systématique des dysfonctionnements potentiels d'un produit, d'un procédé ou d'une installation.

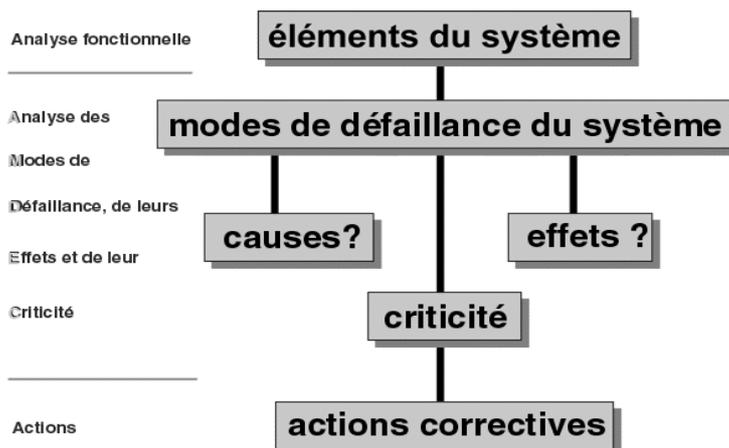
Cette démarche offre un cadre de travail rigoureux en groupe associant les compétences et expériences de l'ensemble des acteurs concernés par l'amélioration de performance de l'entreprise. L'AMDEC

permet de mobiliser les ressources de l'entreprise autour d'une préoccupation commune à tous : **l'amélioration de la disponibilité de l'outil de production**.

### III.2.2 Objectifs de la méthode AMDEC :

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. Son objectif principal est l'obtention d'une disponibilité maximale. Les objectifs intermédiaires sont les suivants :

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



### III.2.3 Mise en œuvre de la méthode AMDEC :

- 1°. **Constituer** : un groupe de travail pluridisciplinaire (production, maintenance),
- 2°. **Définir** : les limites de l'étude (objectif, délais, système),
- 3°. **Présenter** : le système, son environnement et découper celui-ci en sous-ensembles fonctionnels,
- 4°. **Recenser** : les modes de défaillances,
- 5°. **Rechercher** : les causes de défaillances (ISHIKAWA),
- 6°. **Etudier** : les effets de chaque défaillance et les conséquences les plus probables sur le système,
- 7°. **Recenser** : les moyens de détection existants.

**III.2.3.1 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** : fonction ne se réalise pas parfaitement, altération de performances
- **Fonction intempestive** : la fonction se réalise lorsqu'elle n'est pas sollicitée.

**III.2.3.2 Causes de défaillance** : Il existe 4 types de causes 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

**III.2.3.3 Criticités des conséquences** : c'est la gravité de la défaillance à partir de :

- **F** : Fréquence d'apparition de la défaillance.
- **D** : Fréquence de non-détection de la défaillance.
- **G** : Gravité des effets de la défaillance

Chaque critère comporte 4 niveaux de gravité notés de 1 à 4. L'évaluation de la criticité s'exprime par l'Indice de Priorité des Risques **C** ou **I.P.R.**  $I.P.R. = F \times D \times G$ . Elle est

- 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

## III.2.4 Exemple de la méthode AMDEC : machine électrique

ANALYSE DES MODES DE DEFAILLANCE DE LEURS EFFETS ET DE LEUR CRITICITE										AMDEC MACHINE	
Elément	Fonction	Mode de défaillance	Cause de la défaillance	Effet de la défaillance	Détection	Date de l'analyse :				Action corrective	
						Phase de fonctionnement : MACHINE NORMALE	F F	G G	N N		C C
<b>Moteur</b>	Entrainer la pompe	Pas de rotation	Pas d'alimentation	Arrêt machine mano*		1	2	4	8		
			Absence de commande	Arrêt machine mano*		21	2	4	16	8	MPS : contrôle contacteur
			Moteur HS	Arrêt machine mano*		1	4	3	16	12	PR : moteur
<b>Crépine d'aspiration</b>	Filtrer le lubrifiant	Rotation inversée	Erreur de câblage	Arrêt machine mano*		1	2	4	8	4	D : consigne opérateur de maintenance
			Présence d'impuretés diverses au remplissage	Arrêt machine mano*	Visuel (manomètre)	1	3	3	9		MR : grille sur bouchon de remplissage
			Mauvais filtage	Usure pompe		1	2	3	6		
<b>Pompe</b>	Débiter le lubrifiant sous pression	Pas de débit	Rupture accouplement	Arrêt machine mano*		1	4	4	16	12	PR : accouplement
			Rupture interne / blocage	Arrêt machine mano* + détérioration moteur		1	4	3	16	12	PR : joints / pompe / moteur MR : installer thermique
			Usure interne	Arrêt machine mano*	Visuel (manomètre)	1	4	2	16	8	MPT : vérifier montée en pression
<b>Circuit pompe</b>	Etablir la liaison hydraulique entre la pompe et la soupape de décompression	Débit insuffisant	Lubrifiant non conforme	Arrêt machine mano*	Visuel (manomètre)	1	4	2	16	8	D : formation opérateur
			Impureté dues à l'usure	Arrêt machine mano*	Visuel (manomètre)	1	4	3	12		MPT : vérifier montée en pression
			Raccords desserrés par vibrations / joints défectueux	Arrêt machine mano*	Visuel (manomètre)						MPT : vérifier montée en pression MPA : resserrer les raccords PR : joints, raccords, tuyaux

\* Cet arrêt machine est commandé par le mano-contact si la pression dans le circuit primaire est insuffisante à la fin du cycle de graissage.

**Légende**

D : divers

MPT : maintenance préventive trimestrielle

MPS : maintenance préventive semestrielle

MPA : maintenance préventive annuelle

MR : modification à réaliser

PR : pièce de rechange

### III.3 DIAGRAMME DE GANTT

#### III.3.1 Introduction

Gérer un projet, cela signifie traditionnellement, ordonner, ordonnancer les différentes tâches qui vont permettre de mener à bien le projet. Pour organiser et gérer les différentes phases d'un projet traditionnel ou non, il est nécessaire d'utiliser des méthodes, dont le diagramme de Gantt, que nous allons développer ci-dessous.

#### III.3.2 But de la gestion d'un projet

Pour chaque projet, il va s'agir de déterminer le programme optimal d'utilisation des moyens de conception-fabrication permettant de satisfaire au mieux le besoin. Dans le cadre d'un projet industriel, il faudra tenir compte d'un certain nombre d'éléments auxquels l'entreprise est soumise dans le cadre de sa politique en matière de production comme :

- La minimisation de tous les types de stocks, les couts et les délais de fabrication.
- La qualité des produits,
- Le plein emploi des ressources,...etc

**III.3.3 Diagramme de Gantt :** C'est une méthode très ancienne puisque datant de 1918 et pourtant encore très répandue mais sous des formes et sur des applications résolument modernes. Elle consiste à déterminer la meilleure manière 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 existant entre les différentes tâches,
- Des délais à respecter,
- Des capacités de traitement.

#### III.3.4 Flottement, Jalonnement et chevauchement dans Gantt

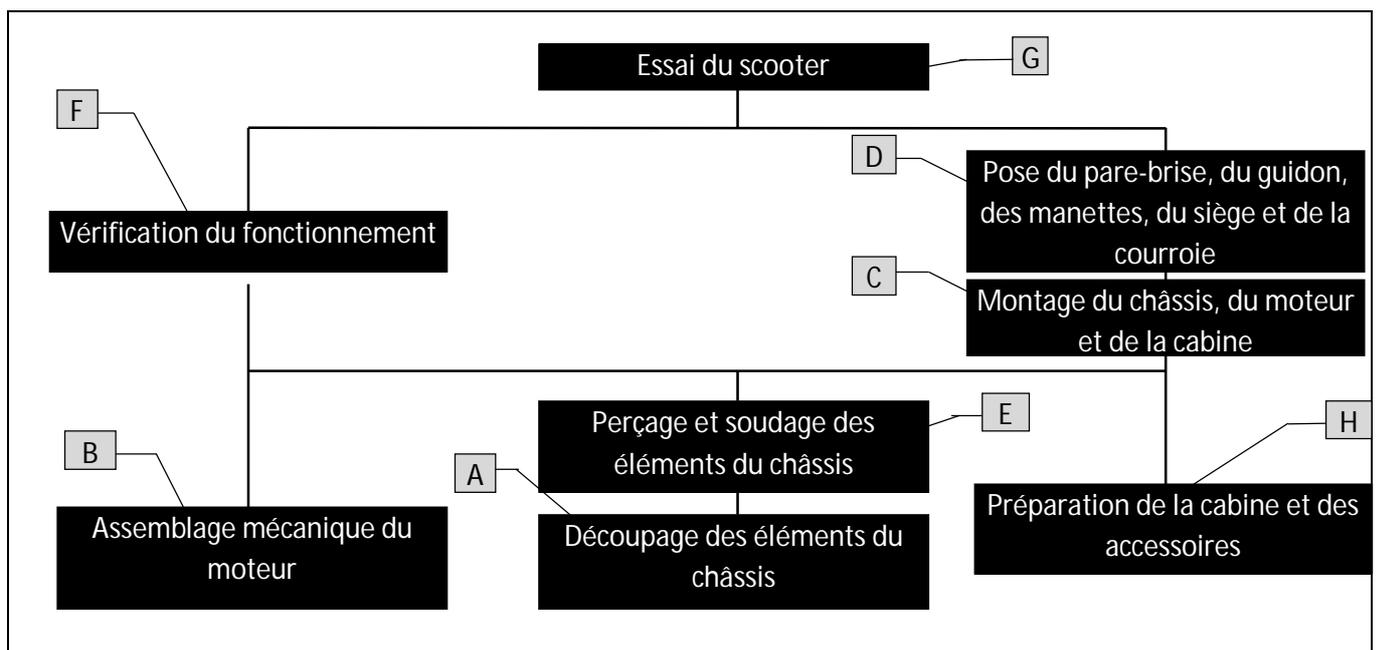
Le diagramme de Gantt permet de **visualiser** l'évolution d'un projet, et de déterminer la durée globale de sa réalisation. On peut mettre en évidence les **flottements** existant sur certaines tâches. Un flottement correspond au temps de retard qu'on peut prendre sur une tâche particulière sans pour autant augmenter la durée globale de réalisation du projet. Le diagramme de Gantt classique consiste à représenter les opérations en les faisant démarrer le plus tôt possible, ce qu'on appelle un **jalonnement au plus tôt (mettre des repères au plus tôt)**.

Avec les préoccupations Juste à Temps, on a aujourd'hui plutôt tendance à faire commencer les opérations le plus tard possible de manière à respecter juste à temps les impératifs fixés par le client et on procède alors à un **jalonnement au plus tard**. On peut également, pour raccourcir les délais, utiliser la technique du **chevauchement** qui consiste à

faire démarrer une opération alors que la précédente n'est pas encore terminée, ou à effectuer des opérations en parallèle, pour diminuer le temps global de réalisation du projet.

### III.3.5 Exemple de diagramme de Gantt

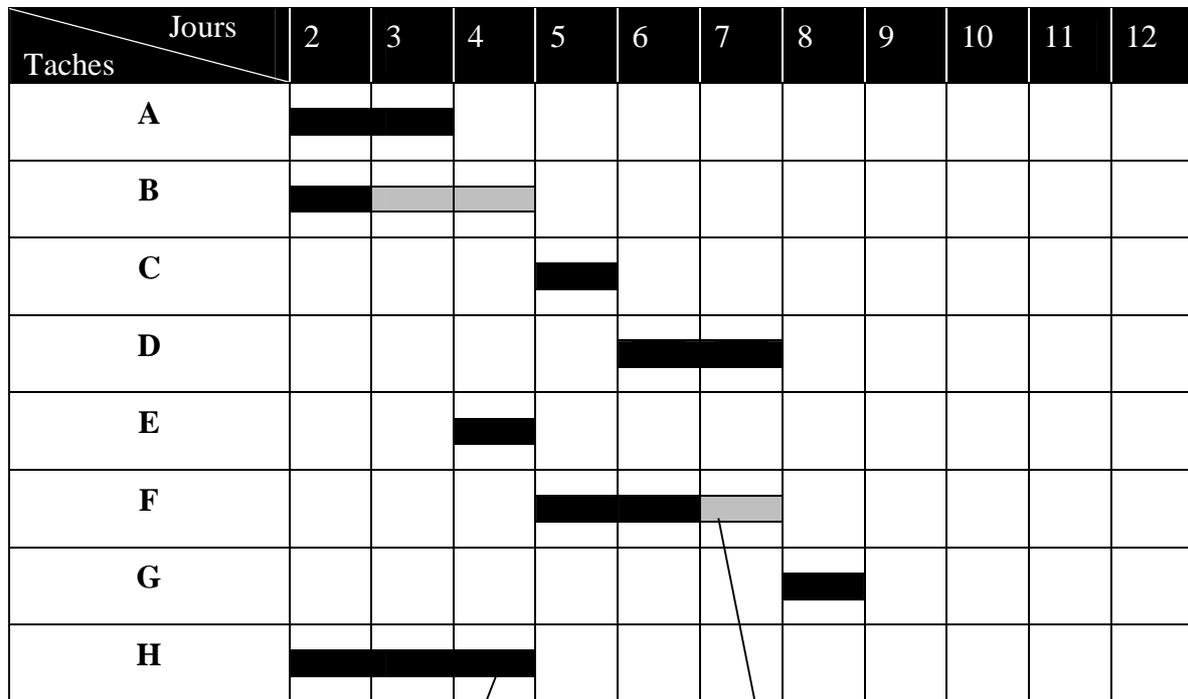
Une société de conception-fabrication de scooter des neiges. Pour répondre aux évolutions du marché, elle vient de concevoir un nouveau modèle de scooter qu'elle compte mettre en vente au cours du prochain hiver. Avant de lancer en fabrication le nouveau modèle, elle se propose de réaliser un prototype. La fabrication de celui-ci nécessite les opérations mentionnées sur la figure.



Suite à une réflexion au sein du bureau des Méthodes, on a pu définir la durée approximative de ces différentes opérations. On a ainsi pu établir le tableau des antériorités. La fabrication du prototype ne peut commencer que le **02 Septembre** pour des raisons de disponibilité des matières et des composants nécessaires à sa réalisation.

Description des tâches	Tâches antérieures	Durée
<b>A</b> - Découpage des éléments du châssis	/	2 jours
<b>B</b> - Assemblage mécanique du moteur	/	1 jour
<b>C</b> - Montage du châssis, moteur, cabine	E, B, H	1 jour
<b>D</b> - Pose pare-brise, guidon, manettes...	C	2 jours
<b>E</b> - Perçage, soudage châssis	A	1 jour
<b>F</b> - Vérification du fonctionnement	E, B, H	2 jours
<b>G</b> - Essai du scooter	D, F	1 jour
<b>H</b> - Préparation cabine et accessoires	/	3 jours

Si on effectue un **jalonnement au plus tôt**, c'est-à-dire à partir du 02 Septembre, pour réaliser le nouveau scooter, on obtient la Gantt de la figure ci-dessous.



Représentation des taches

Flottement

### III.4 METHODE DE KANBAN

#### III.4.1 Définition :

La méthodologie Kanban est issue de l'industrie automobile au Japon. Elle a été créée par Taiichi Ōno pour Toyota en 1950 dans le but d'optimiser sa capacité de production afin d'être compétitive face aux entreprises américaines. La méthode Kanban se base sur l'approche Lean, c'est-à-dire sur l'amélioration continue des processus de production afin de permettre une gestion de la production sans gaspillage. La méthode Lean est fondée sur quatre principes évidents :

- Réduire les coûts de production
- Eviter la surproduction
- Diminuer les délais
- Produire avec la meilleure qualité possible

L'approche Kanban est une méthode de gestion du stock qui permet de produire sur demande. L'objectif principal étant d'arriver à équilibrer la production et la demande.

### III.4.2 Principe de la méthode

Contrairement à la plupart des entreprises qui opte pour un système à flux poussés ne prenant pas en compte les demandes des consommateurs, **la méthode du Kanban impose un système à flux tirés, déclenché par la consommation du client.** Il s'agit donc de produire un produit demandé, lorsqu'il est demandé et dans la quantité demandée.

Il faut donc limiter la production d'un poste en amont d'une chaîne de travail aux besoins exacts du poste en aval. Le poste le plus en aval ne doit produire que pour répondre à la demande des clients. Le système Kanban est donc le système d'information qui permet de faire remonter rapidement les besoins de l'aval vers l'amont.

L'approche Kanban permet de contrôler visuellement le flux de travail. **Il s'agit d'observer la façon de travailler de l'entreprise afin de l'améliorer par la suite.** De plus, cette méthode flexible permet à l'équipe de suspendre à tout moment le processus de production afin de résoudre un problème bloquant ou une urgence.

### III.4.3 Fonctionnement

Kanban signifie « étiquette » en japonais. La méthode Kanban fonctionne sur un système de cartes ou d'étiquettes, appelées Kanban, qui correspondent à une commande précise du client. C'est cette commande qui déclenche la chaîne de production. Ces cartes indiquent continuellement les tâches à réaliser, quand les réaliser, et les tâches déjà réalisées (le stock disponible par exemple).

Le kanban est donc à la fois le support et le véhicule des informations échangées entre deux postes de travail. Ces informations sont transmises à la fois par les renseignements inscrits sur le kanban, mais également par la circulation des kanbans entre les postes de travail. Ce principe permet de limiter l'en-cours de stock et donc le gaspillage, notamment en cas de défaut détecté en aval de la chaîne de fabrication.

Il s'agit d'un excellent outil visuel qui assure une meilleure collaboration et une meilleure communication en temps réel, ainsi qu'une bonne circulation de l'information concernant les tâches à exécuter.

La méthode Kanban est basée sur quatre principes :

**1. Commencez par ce que vous faites actuellement :** la méthode Kanban utilise les processus déjà en place et encourage une amélioration de ces processus.

**2. Acceptez d'appliquer des changements progressifs :** les **collaborateurs sont généralement résistants aux changements** trop brutaux et radicaux. L'équipe doit accepter d'améliorer le système en place par des changements progressifs.

**3. Respectez le processus actuel, les rôles, les responsabilités et les titres:** Afin de faciliter les changements à venir, il faut éliminer la crainte du changement, notamment en maintenant et en respectant les rôles, les responsabilités et les titres professionnels actuels de chacun.

**4. Leadership à tous les niveaux :** collaborateurs ou cadres supérieurs, tous les actes de leadership au sein de l'organisation doivent être encouragés.

Dans la **méthode Kanban**, on distingue cinq bonnes pratiques :

- **La visualisation :** afin de comprendre comment fonctionnent les dispositifs en place et connaître l'état du projet, il est essentiel de visualiser le flux de travail (workflow). Pour cela, utilisez un tableau dont chaque colonne représente une étape (à faire, ouvert, en cours, en test, terminé). Chaque tâche évolue jusqu'à ce qu'elle soit achevée.
- **La limitation du nombre de tâches en cours:** chaque étape du tableau ne peut contenir qu'un nombre maximum de tâches en même temps, défini en fonction des capacités de l'équipe. Lorsqu'une tâche est terminée, une nouvelle peut alors être ajoutée.
- **La gestion du flux :** il est essentiel de suivre, mesurer et consigner le déroulement du travail à travers chaque étape du tableau. Le but est de connaître la vitesse et la fluidité du travail.
- **L'explicitation des normes de processus :** les règles du système Kanban doivent être formulées clairement et sans ambiguïté afin de s'assurer que l'équipe comprenne le travail réalisé et les améliorations futures.
- **L'identification des opportunités d'amélioration:** une fois que l'équipe a compris les théories sur le travail, les processus et les risques, elle sera capable de discuter d'un problème ou d'un blocage auquel elle est confrontée et de trouver des améliorations à mettre en place.

### III.4.4 Avantages et inconvénients

#### III.4.4.1 Avantages

L'avantage principal de la méthode Kanban est d'éviter la surproduction. Ainsi, la matière première n'est livrée que lorsqu'elle est nécessaire, réduisant ainsi les coûts de stockage et les pertes. Dès que la circulation des kanbans (étiquettes) s'arrête, cela signifie qu'il y a un problème dans la production. Ce système permet donc de détecter rapidement les problèmes et de pouvoir agir au plus vite. L'approche Kanban est flexible : il est possible de suspendre ou de décaler des tâches pour gérer des points bloquants ou des tâches plus urgentes. Enfin, cette méthode encourage la collaboration au sein de l'équipe pour résoudre les problèmes.

### III.4.4.2 Inconvénients

La méthode Kanban n'est pas adaptée à toutes les industries. Elle est plus appropriée pour la production de pièces uniques en grande série (l'industrie automobile par exemple). Un problème dans le système Kanban peut causer l'arrêt de la ligne de production, tout comme la perte d'étiquettes peut causer des difficultés. Bien que l'approche Kanban ait été conçue pour uniformiser la production qui répond à une demande en constante évolution, le système ne fonctionne plus lorsque la demande est trop irrégulière. Enfin, il est essentiel de bien former ses équipes aux règles de la méthode Kanban afin d'éviter les erreurs.

La méthode Kanban est principalement utilisée dans le secteur de la production industrielle. Avec cette méthodologie, ce sont les commandes des clients qui déclenchent la production, le but étant d'éviter au maximum d'avoir du stock. Cette approche permet d'optimiser la réactivité de l'équipe, de favoriser la collaboration pour résoudre les problèmes et d'améliorer la qualité de travail ainsi que les processus de production actuellement mis en œuvre.