





**ECOLE DES MINES D'ALBI**  
C A R M A U X

Amélioration Continue :  
de nombreuses méthodes...

Recherche documentaire  
En génie industriel

Décembre 2002

Younes Aladlouni  
Rémy Garayoa  
Chloé Perbet  
Emilie Sacriste

Option GI – 2003

## Résumé

L'amélioration continue consiste à mettre en place des actions permettant de parvenir aux meilleurs niveaux de qualité et de productivité. Pour mener à bien cette démarche, il est nécessaire d'impliquer tous les acteurs de l'entreprise dans la recherche quotidienne d'efficacité et d'amélioration.

Une fois l'entreprise engagée dans une démarche d'amélioration continue, il sera nécessaire de mener à bien de simples actions d'amélioration, d'une manière cohérente, jour après jour.

Plusieurs méthodes permettent de mettre en place une démarche d'amélioration continue. Celles-ci ont toutes un objet différent mais oeuvrent toutes dans la même direction : la mise en place de la démarche.

Ces méthodes sont :

- Les 5S ou commencer par éliminer les pertes.
- La méthode 6 sigma, une approche quantifiée du PDCA.
- La méthode ABC (Activity Based Costing) ou comment déterminer les coûts pour aider à la décision.
- L'AMDEC, une maîtrise des risques basée sur un brainstorming.
- La Business Process Reengineering ou comment reconfigurer le process pour améliorer le service client et la productivité.
- La synchronisation des composants par la méthode CDF, une méthode permettant d'utiliser les données concernant les stocks.
- DFX / DFM (Design for X) pour maîtriser le cycle de vie du produit.
- Le diagramme d'Ishikawa pour une analyse des causes détaillées.
- Le Juste à Temps pour permettre l'optimisation par un changement fondamental de la manière de travailler.
- Le Poka Yoké, un moyen de supprimer les défauts involontaires.
- La méthode SMED (Single Minute Exchange of Die) ou changer d'outil en moins de 10 minutes.
- La réorganisation des ateliers en îlots de production grâce à la technologie de groupe.
- La TPM (Total Productive Maintenance) permet d'accroître la productivité par une maintenance autonome.

# Sommaire

<i>Introduction</i>	5
<b>0. Amélioration continue</b>	
<i>Impliquer tous les acteurs de l'entreprise dans la recherche quotidienne d'efficacité</i>	6
<b>1. Les 5S</b>	
<i>Commencer par éliminer les pertes</i>	10
<b>2. 6 sigma</b>	
<i>Une approche quantifiée du PDCA</i>	13
<b>3. La Méthode ABC (Activity Based Costing)</b>	
<i>Déterminer les coûts pour aider à la décision</i>	16
<b>4. L'AMDEC</b>	
<i>Maîtriser les risques</i>	20
<b>5. Le Business Process Reengineering</b>	
<i>Reconfigurer le process pour améliorer le service client et la productivité</i>	22
<b>6. Synchronisation des composants par la méthode CDF</b>	
<i>Utiliser l'optimisation des stocks</i>	26
<b>7. DFX/DFM (Design for X)</b>	
<i>Maîtriser le cycle de vie du produit</i>	29
<b>8. Le diagramme d'Ishikawa</b>	
<i>Analyser les causes</i>	32
<b>9. Le juste à temps</b>	
<i>Optimiser la production par un changement fondamental de la manière de travailler</i>	34
<b>10. Poka Yoké</b>	
<i>Supprimer les défauts involontaires</i>	37
<b>11. SMED : Single Minute Exchange of Die</b>	
<i>Changer d'outil en moins de 10 minutes</i>	39
<b>12. Technologie de groupe</b>	
<i>Réorganiser les ateliers en îlots</i>	43
<b>13. TPM : Total Productive Maintenance</b>	
<i>Accroître la productivité par une maintenance autonome</i>	46
<i>Conclusion</i>	50

## Introduction

Dans un environnement variable et de plus en plus complexe, l'entreprise d'aujourd'hui ne peut plus faire appel aux méthodes classiques d'organisation basées sur l'analyse et la procédure. Celles-ci ne sont pas suffisantes pour assurer une productivité maximale. C'est pour cela qu'il convient de repenser les modes d'organisation de la production des entreprises et de proposer des méthodes permettant de s'améliorer au jour le jour : c'est la démarche d'amélioration continue.

Dans un premier temps, nous allons présenter ce qu'est l'amélioration continue. Ensuite, nous expliciterons différentes méthodes de l'amélioration continue. Chacune fera l'objet d'une partie. Nous les avons classées par ordre alphabétique pour faciliter la recherche dans le rapport.

Pour chaque méthode seront présentés :

- Les objectifs,
- Les données et les variables,
- Le principe,
- Les avantages,
- Les difficultés de mise en place.

A la fin de chaque fiche-méthode nous avons présenté la bibliographie de la méthode pour que le lecteur puisse approfondir la lecture de son côté.

## 0. Amélioration continue

### Impliquer tous les acteurs de l'entreprise dans la recherche quotidienne d'efficacité

Pour parvenir aux meilleurs niveaux de qualité et de compétitivité, les entreprises doivent adopter une approche d'amélioration continue, c'est à dire impliquer tous ses acteurs dans une recherche quotidienne d'efficacité.

« Amélioration continue » est la traduction usuelle du mot Japonais « Kaizen ». Le Kaizen est une **philosophie**, plus qu'une démarche figée. Pour suivre cette philosophie, **plusieurs méthodes** ont été créées ; en tant que moyen de maintenance élémentaire, la méthode 5S est souvent un point de départ. Par la suite, d'autres méthodes peuvent être utilisées, telles que les méthodes SMED, TPM, Poka Yoké, ou encore l'AMDEC ou 6 sigma.

L'amélioration continue ne progresse pas au hasard, elle doit être cohérente au sein de l'entreprise, et contrôlée par des groupes de pilotage, tout en impliquant au maximum le personnel.

#### **0.1. Les objectifs**

L'amélioration est recherchée par tous les types d'entreprises, entre autre, pour :

- Abaisser les coûts de production,
- Changer les pertes en profits,
- Réduire les délais,
- Améliorer la productivité,
- Formaliser les méthodes,
- Augmenter les performances.

Une entreprise désire donc s'améliorer pour faire **meilleur usage des ressources existantes tout en éliminant les opérations ne générant pas de valeur ajoutée.**

#### **0.2. Principe**

L'amélioration continue consiste en une **analyse de l'existant** suivie de petites améliorations jour après jour. Les **améliorations sont conduites continuellement** au plus près de la production. La structure du système est ainsi changée pour en faciliter la gestion.

Dans un premier temps, il est souvent nécessaire de modifier les opérations des exécutants pour rendre le travail :

- Plus productif,
- Moins fatigant,

- Plus efficace,
- Plus sûr.

Ensuite des améliorations peuvent être réalisées sur les équipements. Puis, il devient nécessaire de réviser des procédures concernant les méthodes de production.

### **0.3. Deux démarches différentes**

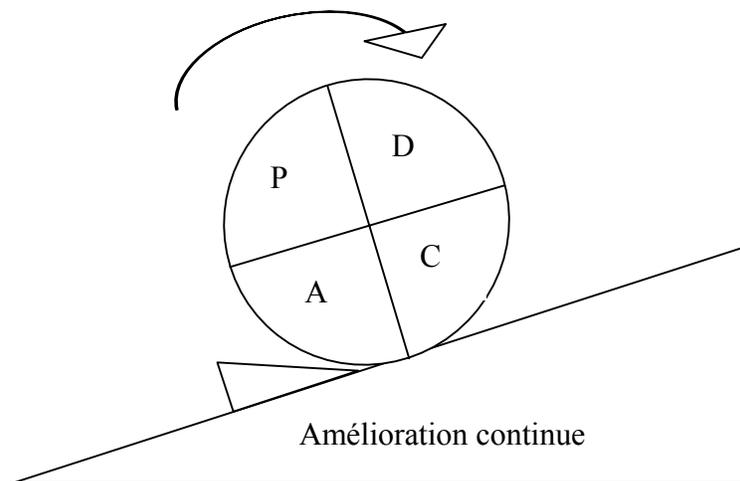
Il existe deux pistes pour une démarche d'amélioration continue.

- La première consiste à détecter et supprimer tous les dysfonctionnements. Bien que nécessaire, cette démarche est rarement suffisante à long terme.
- C'est pourquoi il est nécessaire de mener une action rentable à long terme en parallèle avec les actions correctives et préventives à court terme.

Pour atteindre ces objectifs, le procédé d'amélioration continue contient des cycles réguliers qui peuvent être modélisés par la roue de Deming ou le principe du PDCA.

### **0.4. Le PDCA (la roue de Deming)**

Cette démarche est matérialisée par une roue roulant sur un sol montant, de manière à élever le niveau de la gestion de la qualité. L'assurance est réalisée par un bloc ne permettant pas à la roue de redescendre la pente.



**P ('plan' soit planifier) :** Affectation des ressources humaines et matérielles, Processus de stratégie.

**D ('do' soit faire) :** Processus de conception, Processus de réalisation, Processus de gestion et de maîtrise des moyens de mesure.

**C ('check' soit vérifier) :** Processus de mesure de satisfaction et d'écoute du client,

Processus d'audit,  
Processus d'enregistrement,  
Processus d'analyse des enregistrements.

**A ('act' soit agir) :** Processus de maîtrise du produit non-conforme,  
Processus de réparation,  
Processus de prévention.

### 0.5. Tableau récapitulatif

Le tableau présenté ci-dessous permet de choisir, parmi les méthodes que nous allons présenter par la suite, celle qui est la plus appropriée, en fonction de l'objectif voulu et des données disponibles.

		Données								
		caractéristiques clé (carte de contrôle)	connaissance approfondie des processus	culture d'entreprise	données d'un problème ou d'un accident	habitude de travail	objectif quantifié	projet en concurrent engineering	spécifications techniques du produit	stock
Objectifs	alerte				Poka Yoké				Poka Yoké	
	éliminer les pertes en production	6 sigma	TPM	5S	Poka Yoké	5S	6 sigma		6 sigma Poka yoké	
	gain de temps de production		TPM BPR DFM/DFX Tech. de groupe	JIT		JIT Tech. de groupe	SMED	DFM/DFX	SMED CDF	SMED CDF
	implication du personnel	6 sigma	TPM BPR JIT	JIT		5S JIT				
	maîtrise constante du processus	6 sigma					6 sigma		6 sigma	6 sigma
	maîtrise des risques								AMDEC	
	recherche des causes				Ishikawa AMDEC	Ishikawa			AMDEC	
	réduction des arrêts techniques				Poka Yoké				Poka Yoké	
	réduction des coûts		ABC BPR JIT	JIT		ABC JIT			CDF	CDF
	réduction des stocks					5S	SMED		SMED CDF	SMED CDF
	réduction du temps de développement		DFM/DFX					DFM/DFX		
	réorganiser la production		Tech. de groupe			Tech. de groupe				

Pour utiliser au mieux ce tableau, l'entreprise identifie ses objectifs en précisant lesquels sont stratégiques et lesquels sont secondaires. Dans un second temps, elle vérifie que les données qu'elle a sa disposition sont suffisantes pour répondre à ses objectifs stratégiques. Il ne faut en aucun cas réaliser un choix de méthode uniquement basé sur les données connues.

Nous remarquons qu'à certaines intersections, le choix de la méthode est difficile. En effet, plusieurs méthodes sont alors en concurrence. Le choix peut alors se faire grâce aux objectifs secondaires déterminés auparavant.

## **0.6. Bibliographie**

Maasaki I., Gemba Kaizen, l'art de manager avec bon sens, Editions JVDS, 1997.

Fey R., Gogue JM., La maîtrise de la qualité, 1991.

# 1. Les 5S

## Commencer par éliminer les pertes

La technique des 5S fait partie intégrante de la vie des entreprises japonaises qui mettent en œuvre l'amélioration continue. Il s'agit de la **première des techniques de management** à mettre en œuvre sur le chemin de la Qualité Totale : un préliminaire incontournable pour tout projet d'amélioration.

Un travail efficace et de qualité nécessite un environnement propre, de la sécurité, et de la rigueur. Les 5S permettent de construire un **environnement de travail fonctionnel**, régi par des règles simples.

### 1.1. Objectif

On part du principe qu'**éliminer les pertes** constitue un gain. Il n'y a pas d'amélioration réelle de productivité ou de qualité si, par ailleurs, subsistent des gaspillages.

Cette technique est utile pour la mise en place d'actions SMED ou de la TPM, de la maintenance préventive, l'amélioration de la sécurité et de la qualité.

### 1.2. Variables, données

Pour mettre en place cette méthode, il est nécessaire de connaître parfaitement l'environnement de travail ainsi que le processus de fabrication.

### 1.3. Principe

La technique des 5S est constituée de 5 règles de base à réaliser dans l'ordre donné.

Les 5S représentent les cinq premières lettres des mots japonais :

Mot japonais	Traduction littérale	Traduction « utile »
Seiri	Ranger	S'organiser
Seiton	Ordre, arrangement	Situer (les choses)
Seiso	Nettoyage	Scintiller
Seiketsu	Propre, net	Standardiser
Shitsuke	Education	Suivre

### *1.3.1. Le premier S : Seiri / Trier*

Le Seiri demande de trier, de **garder le strict nécessaire sur le poste de travail et de se débarrasser du reste**. La manie d'accumuler et de garder « parce que cela peut servir » ne favorise pas la propreté et l'efficacité d'une recherche.

Il faut :

- séparer l'utile de l'inutile,
- éliminer tout ce qui est inutile sur le poste de travail et dans son environnement.

Un système de classification du type ABC (loi de Pareto, avec A = usage quotidien, B = usage hebdomadaire ou mensuel et C = usage rarissime) permet de déterminer ce qui mérite effectivement d'être au poste de travail, ce qu'on peut éloigner et ce dont il faut se débarrasser.

### *1.3.2. Le deuxième S : Seiton / Arranger*

Le Seiton s'illustre par cette célèbre maxime : « *une place pour chaque chose et chaque chose à sa place* ».

Il convient de **disposer les objets utiles de façon fonctionnelle**, s'astreindre à remettre en place les objets, donner un nom et une place bien définie aux outils, réaliser des accessoires et supports permettant de trouver les outils rapidement et définir des **règles de rangement**.

### *1.3.3. Le troisième S : Seiso / Nettoyage régulier*

Dans un **environnement propre**, une fuite ou toute autre anomalie se détecte plus facilement et plus rapidement. Après un premier grand nettoyage lors de l'introduction des 5S, il faut en assurer la continuité.

Formaliser les nettoyages est une étape dans la mise en place de la maintenance préventive, la TPM et l'aspect sécurité est sous-jacent.

### *1.3.4. Le quatrième S : Seiketsu / Standardiser*

Il s'agit de maintenir la propreté par l'élimination des causes de désordre et de combattre la tendance naturelle au laisser-aller et le retour aux vieilles habitudes. En effet, les 3S précédents sont souvent exécutés sous la contrainte. Il est donc nécessaire de les inscrire comme des règles ordinaires, des standards. C'est une question de **formalisation des règles**.

### *1.3.5. Le cinquième S : Shitsuke / Rigueur*

Rien ne fonctionne sans la surveillance et la rigueur ; l'application des quatre précédentes règles doit être contrôlée. En instituant un **système de suivi** avec affichage d'indicateurs, en réalisant des auto-évaluations et en promouvant l'implication du personnel, les 5S pourront vivre ! Leurs limites sont à continuellement repousser.

## **1.4. Avantages**

- Les résultats sont incontestables : habitudes de travail plus adaptées, réduction du travail, amélioration de la productivité et de la qualité, parce que les gens qui aiment leur travail travaillent mieux.
- Les résultats sont aussi spectaculaires : les 5S transforment physiquement l'environnement du poste de travail (des photos avant/après servent de preuve) et agissent profondément sur l'état d'esprit de tout le personnel.

## **1.5. Les difficultés de mise en place**

- Préférer des actions rapides et concrètes à la formulation d'idées générales (un S par mois).
- Les 5S s'adressent à tout le personnel de l'entreprise (hiérarchie comprise et qui doit montrer l'exemple).
- Ne pas se limiter à un chantier 5S, une fois installés, il faut les faire vivre !
- Une seule entorse tolérée aux 5S est déjà de trop. Cela décrédibilise la volonté de les maintenir.

## **1.6. Remarque**

Les 5S sont une **initiation à la qualité** : en effet, le cycle des 5S est évolutif, il suit le **principe PDCA** (Plan Do Check Act) cher aux processus d'amélioration.

Le premier grand nettoyage sert à établir l'état des lieux. Cette phase peut être exploitée pour planifier les actions et fixer les objectifs (Plan) avec les acteurs. Les actions sont menées (Do) et le résultat est vérifié (Check). On évalue alors les écarts entre ce que l'on constate et les objectifs (Act). On redéfinit (Plan) de nouvelles actions ... et c'est reparti ! plus qu'un simple processus cyclique, l'utilisation du PDCA produit une **spirale d'amélioration**. L'évolution ne permet pas de se retrouver au même point.

## **1.7. Bibliographie**

<http://www.membres.lycos.fr/hconline/cinqs.htm>

[http://www.allbodies.com/qualite/chro\\_01.shtml](http://www.allbodies.com/qualite/chro_01.shtml)

## 2. 6 sigma

### Une approche quantifiée du PDCA

Les bases de cette approche ont été posées par un ingénieur de Motorola dans les années 80. L'approche six sigma repose sur la maîtrise statistique des procédés. C'est **une approche globale de l'amélioration de la qualité du produit et des services rendus aux clients.**

L'approche se décline de plusieurs façons. En effet, six sigma c'est :

- Une philosophie de la qualité pour satisfaire totalement le client,
- Un indicateur de performance permettant de connaître la situation de l'entreprise en matière de qualité,
- Une méthode de résolution de problème permettant de réduire la variabilité des produits,
- Une organisation des compétences et des responsabilités des hommes de l'entreprise,
- Une mode de management de la qualité s'appuyant fortement sur une gestion par projet.

Six sigma peut devenir une **véritable stratégie** pour l'entreprise.

#### 2.1. *Objectif*

Après application de la méthode six sigma, les faits suivants devraient pouvoir être observés :

- Diminution des rebuts et plus généralement des coûts de non-qualité,
- Amélioration de la disponibilité des machines.

Cette **approche agit directement sur la variabilité**. L'application de la méthode permet d'obtenir un  $Cpk > 2$ , c'est-à-dire que la dispersion du procédé sera tellement réduite que toutes les pièces seront bonnes. Il faut préciser que le Cpk est l'indicateur de centrage ou de dérèglement du procédé.

Le coût de non-qualité dans l'entreprise, généralement estimé aux alentours de 15 à 20% du chiffre d'affaires, devrait diminuer pour atteindre un maximum de 10% du chiffre d'affaires.

#### 2.2. *Variables, données*

Il faut identifier tous **les paramètres pouvant impacter la qualité du produit.**

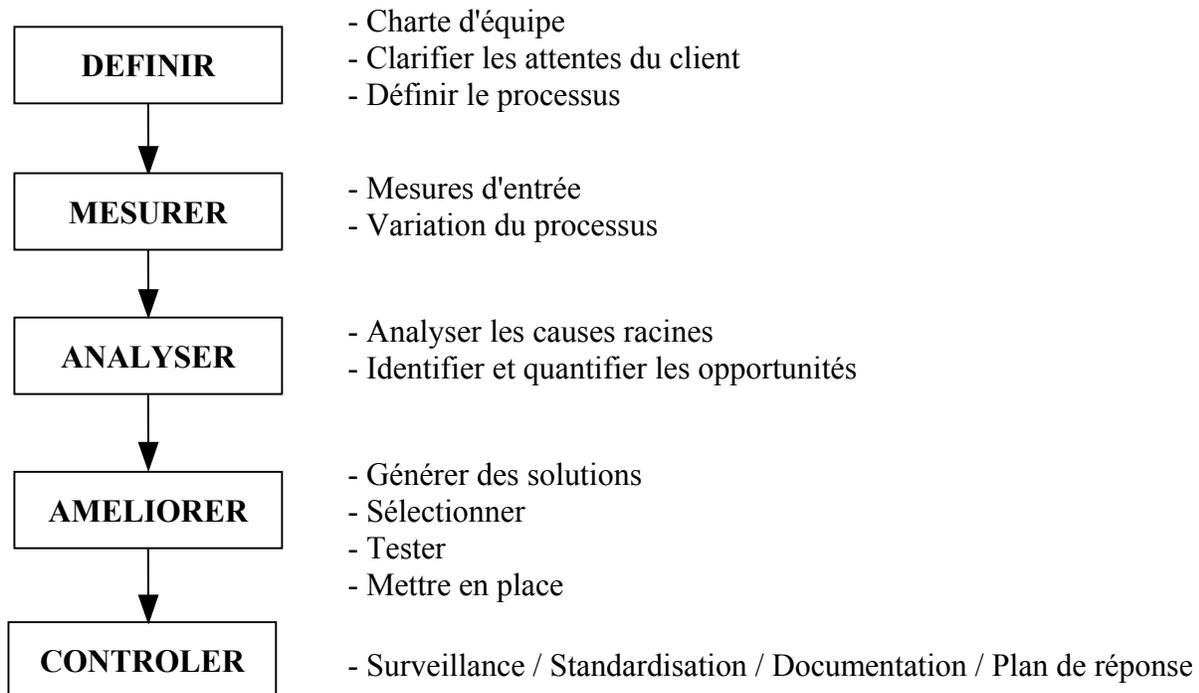
Ensuite, il est nécessaire de compter le nombre de défauts en considérant qu'un défaut est tout ce qui s'écarte des caractéristiques ou du fonctionnement normal. Le nombre de défauts permet de calculer l'indicateur « defects per opportunities » soit le nombre de défauts constatés divisé par la somme des défauts pouvant impacter la qualité.

En normalisant cet indicateur en « defects per million opportunities », le niveau de sigma, c'est-à-dire la capabilité du procédé, est déterminé grâce à des abaques.

Pour appliquer six sigma, il faut donc absolument recueillir les informations concernant **les données techniques du procédé et le nombre de rebuts** et, ensuite, **les objectifs de la production**.

### 2.3. *Principe*

La méthode suit le processus suivant :



La mise en œuvre sur le terrain demande **une forte implication du personnel**. La direction générale choisit parmi les jeunes cadres à fort potentiel les animateurs des projets, ce sont les « Black Belt » formés et dédiés à 100% à la démarche :

- les plus expérimentés ou « Master Black Belt » encadrent les autres,
- un « Black Belt » conduit 3 à 4 projets par an.

En moyenne, un « Black Belt » est formé pour :

- 100 opérateurs,
- 35 administratifs ou commerciaux.

Et un « Master Black Belt » est formé pour 50 « Black Belt » dans l'entreprise.

Cette organisation permet de suivre en permanence la démarche d'amélioration continue.

## **2.4. *Avantage***

Cette méthode implique **la direction à son plus haut niveau**. De plus, elle est basée sur la formation et la connaissance des collaborateurs.

Cette démarche d'amélioration des processus est efficace car elle est centrée sur :

- la définition claire des cibles,
- la mesure des progrès/gains,
- du personnel dédié et compétent (les « Black Belt »),
- l'utilisation systématique de méthodes définies et maîtrisées (AMDEC, MRP...),
- l'animation et le suivi par le Management.

## **2.5. *Inconvénients***

Cette méthode est **très lourde à mettre en place** et demande un investissement constant de la part de la direction. De plus, il est souvent nécessaire d'avoir recours à un cabinet de consulting pour la formation du personnel et pour le suivi du projet.

## **2.6. *Bibliographie***

Direction qualité 'Top Progrès', La démarche 6 sigma, 2000.

## 3. La Méthode ABC (Activity Based Costing)

### Déterminer les coûts pour aider à la décision

La méthode ABC est une méthode de réaffectation des **ressources, et d'aide à la décision**, se basant sur des principes comptables : il s'agit de connaître les gammes de produits rentables de l'entreprise.

#### 3.1. Objectifs

La bonne répartition des frais indirects doit faire **apparaître les coûts réels**. En effet, la méthode classique d'évaluation des coûts conduit souvent à croire que les produits fabriqués en petite quantité sont hautement rentables (à cause de leur prix de vente élevé), mais ABC met en évidence que, souvent, les frais indirects sont plus élevés pour ce genre de produit, et mangent ainsi la plupart des bénéfices retirés.

D'autre part, elle sort des schémas entendus, et faux, selon lesquels la main d'œuvre est chère, et doit être diminuée en premier lieu pour réaliser des économies : elle ne représente en général que 15% des coûts contre 30% pour les frais de structure et 50% pour les matériaux.

#### 3.2. Données, Variables

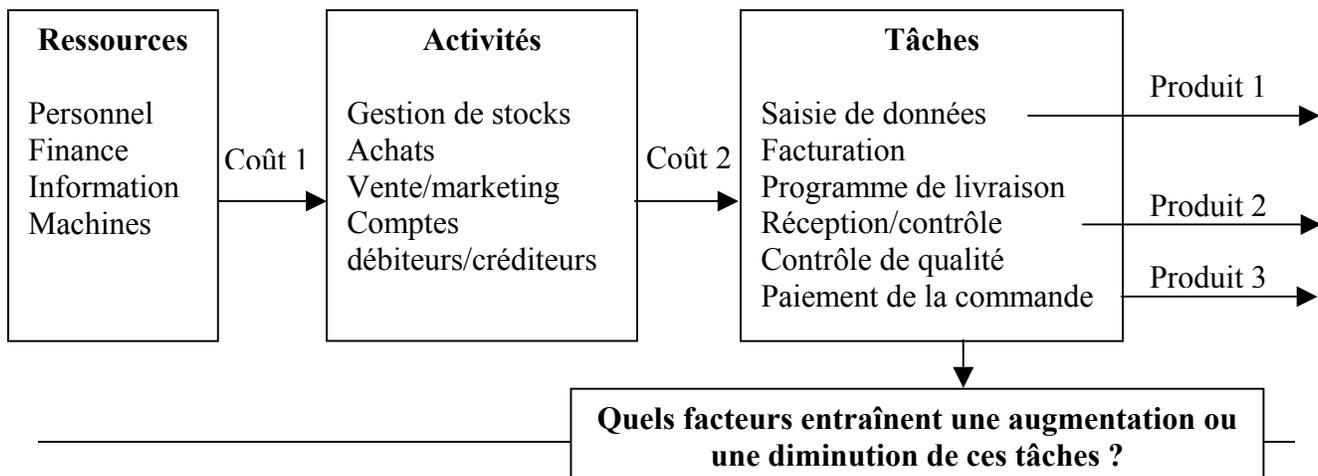
Pour appliquer la méthode, il faudra relever **les temps passés par activités, et les coûts dépendants de chaque produit ou service**, comme il sera explicité par la suite.

La méthode agira sur l'utilisation des ressources, la qualité, et éventuellement sur les gammes de produits et services à sacrifier, ou à mettre en valeur dans l'entreprise.

#### 3.3. Principe

La méthode ABC s'applique à **toutes les sortes d'entreprises**, grandes et petites, de production et de service.

Elle consiste à analyser toute l'entreprise, identifier les ressources, les activités et tâches nécessaires à la production de chaque produit ou de chaque service :



Ainsi, par ce genre d'analyse, il est possible de savoir **quels produits consomment quelles tâches et quelles activités**. Le résultat est parfois surprenant...

Ce principe est à modifier légèrement suivant qu'il est utilisé en production, dans les entreprises de services ou pour les prestations de services en interne.

### *3.3.1. Pour la production*

En production, il faut, tout d'abord, analyser un grand nombre d'activités : traitement et suivi de commandes, contrôle des livraisons, transferts des livraisons, transferts des composants, assemblage... **Tout le personnel doit être consulté** pour déterminer le temps dépensé pour chaque tâche et les principaux facteurs générateurs de coûts.

Au terme de l'analyse doivent émerger **les coûts qui ne sont pas explicites dans les bilans comptables habituels** : tous les coûts liés à l'utilisation des ressources par produit et tous les coûts des tâches liées aux activités. Ainsi, on obtiendra facilement les réponses aux questions :

- Quels sont les coûts générés pour chaque produit ?
- Quelle est la valeur ajoutée de chaque activité ?
- Quelles sont les activités qui ont un impact sur les frais de structure ?

Il convient, par ailleurs, de s'intéresser aux coûts relatifs aux stocks, qui sont souvent très importants.

Suivant le cas, on prendra également en compte la conception du produit, les temps de configuration des machines, etc.

### *3.3.2. Pour les services*

Bien que les sociétés de services soient extrêmement variées, **la philosophie peut être appliquée au cas par cas** en vue d'obtenir des résultats probants.

Une compagnie aérienne cherchera, par exemple, à calculer les coûts de chaque service proposé, allant de l'enregistrement des personnes et des bagages jusqu'à la restauration en vol. Ainsi, on s'apercevra qu'il est rentable de sous-traiter ou d'internaliser certaines activités.

En plus de ce type de décision, la qualité des services se verra améliorée suite à une baisse des tarifs et des délais. Des sociétés se sont même basées sur ABC pour effectuer une réorganisation des départements de l'entreprise, comme la fusion de certains services, pour diminuer le Cycle de Commande Client.

### *3.3.3. Prestation de services en interne*

Les prestataires de services sont à l'origine de coûts cachés qu'il faut analyser. La fonction Achats en est un exemple : un produit nécessitant des relations avec quinze fournisseurs occasionne plus de frais qu'un autre ayant deux fournisseurs.

Une autre fonction à étudier de près est la fonction Marketing. Cependant, cette dernière est extrêmement difficile à observer : les actions marketing peuvent se situer sur des marchés hétérogènes, les budgets sont globaux... Il faut identifier les ressources utilisées (par exemple les efforts fournis pour le suivi des clients à l'étranger).

Pour cette fonction de l'entreprise, les décisions pourront se situer dans :

- les prix pratiqués,
- le suivi des relations clients,
- le nombre de foires internationales,
- les voyages promotionnels,
- la sélection des commandes.

Au terme de l'analyse des coûts, nous devons être à même de savoir quelles sont les **activités génératrices de coûts**. On ne recherchera pas toutes les activités, mais les 6 ou 8 qui génèrent le plus de frais. Quelques exemples sont : le niveau des stocks, l'utilisation de l'espace, la taille des commandes, la fragmentation de la clientèle, le SAV, les produits sur mesure...

### **3.4. Avantages**

Les avantages de la méthode ABC ont été présentés au cas par cas et ils ne sont pas des moindres. Au final, ABC est, si elle est bien appliquée, une méthode d'aide à la décision concernant divers lieux de l'entreprise : les ventes, les achats, le marketing... Une bonne utilisation d'ABC peut entraîner **une amélioration significative de l'entreprise, dans sa structure et dans la qualité des produits ou services rendus**.

### **3.5. Pièges et désavantages**

Cependant, la méthode ABC comporte ses points faibles : **elle est extrêmement lourde à appliquer**, elle nécessite beaucoup de temps et de volonté. La méthode elle-même peut nous enliser dans des détails inutiles, puisqu'il est nécessaire de s'intéresser à toute l'entreprise. Il faut donc réfléchir à ce qui est important et à ce qui ne l'est pas. Tous les acteurs de l'entreprise doivent « jouer le jeu » pendant l'analyse et lors du rendu des résultats.

En plus de cela, certains paramètres comme le temps et l'effort consacré à chaque tâche sont difficiles à évaluer.

Pour finir, il **ne faut pas tomber dans le piège de la décision rapide**. La méthode ABC nécessite d'être remodelée suivant chaque cas où elle est appliquée, et les conclusions qu'elle apporte doivent être critiquées avant d'être utilisées.

### ***3.6. Autres applications d'ABC, par des méthodes dérivées***

#### ***3.6.1. Rationalisation des activités spécialisées***

Cette méthode s'appelle plus souvent « planification des processus », elle sert à identifier toutes les étapes nécessaires à la réalisation d'un objectif donné. Il s'agit d'améliorer le service proposé pendant sa conception, avant de lancer les démarches pour y parvenir.

#### ***3.6.2. Amélioration de la gestion de la trésorerie***

Le but est de supprimer les gaspillages qui alourdissent le BFR. Il faut évaluer les démarches de cycle de production, cycle des ventes, cash-flow, pour les discuter ensuite.

### ***3.7. Bibliographie***

Banquet J., Estadiou G., Analyse de la valeur, amélioration du produit industriel, Editions du Centre régional de documentation pédagogique, 1991.

La méthode ABC-ABM, piloter efficacement une PME, Editions d'organisation, 1998.

## 4. L'AMDEC

### Maîtriser les risques

L'AMDEC (Analyse des Modes de Défaillances, de leurs Effets et de leurs Criticités) est un **outil permettant de réaliser une maîtrise des risques**. La maîtrise des risques consiste à prévoir les problèmes potentiels puis à établir et à mettre en œuvre des actions préventives dans le but, soit d'éviter que le problème ne se concrétise, soit d'en supprimer ou d'en diminuer l'impact. Dans le cas où il y aurait impossibilité de mettre en œuvre ces actions préventives, des actions correctives seront instaurées.

La maîtrise des risques est à réaliser le plus tôt possible et doit **être entretenue tout au long du cycle de vie du produit**.

#### 4.1. Objectifs

Les objectifs de l'AMDEC diffèrent suivant les objets des maîtrises de risques.

- La **maîtrise des risques produits** permet d'optimiser la fabrication et les performances du produit.
- La **maîtrise des risques processus** permet d'améliorer la productivité, la ponctualité ainsi que d'optimiser la fiabilité du processus.
- La **maîtrise des risques procédé** permet d'optimiser la fiabilité du procédé et d'améliorer la productivité.
- La **maîtrise des risques approvisionnements** permet d'améliorer la qualité et d'optimiser la fiabilité des approvisionnements.

#### 4.2. Variables, données

Pour commencer une maîtrise des risques avec l'outil AMDEC, il est nécessaire de **connaître parfaitement les spécifications techniques du produit ainsi que son cahier des charges fonctionnel**. L'observation de la fabrication et la formalisation de la méthode de fabrication de manière détaillée peuvent aussi être nécessaires pour mieux connaître chaque étape de la fabrication ou de l'approvisionnement concerné.

#### 4.3. Principe

L'AMDEC est à réaliser en suivant une suite logique d'étapes.

1. Pour commencer, on utilise l'arbre fonctionnel décomposant chaque étape. Pour chacune des étapes, il faut **imaginer un mode de défaillance possible**. De ce mode de défaillance, on détermine ses effets sur le produit, le processus, le procédé ou l'approvisionnement.

Puis, toutes les causes possibles sont précisées et l'inventaire des précautions prises auparavant pour éviter l'apparition des causes est répertorié.

2. Trois critères sont ensuite évalués :
  - **O** : la probabilité d'occurrence,
  - **G** : la gravité de la défaillance (effet de la défaillance sur l'objet étudié),
  - **D** : la probabilité de non détection d'un défaut.
3. Il est ensuite nécessaire de **calculer la criticité**, c'est à dire le facteur  $C = O \times G \times D$  ; c'est en prenant en compte ce facteur qu'il est possible de déterminer quelles actions sont à traiter en priorité pour ensuite décider **des actions correctives à mener et leurs responsables**. Un diagramme de Paréto prenant en compte les criticités est ensuite établi. Les priorités sont déduites de ce dernier.
4. Pour finir, une **nouvelle cotation des étapes corrigées** grâce aux actions correctives est réalisée. Cette cotation permettra de reclasser les modes de défaillance à traiter en priorité en fonction de leur nouvelle criticité.

#### **4.4. *Avantage***

La maîtrise de risques à l'aide de la méthode AMDEC permet de mener des actions préventives, c'est à dire de résoudre les problèmes avant que ceux-ci ne se présentent. Si cette méthode est suivie tout au long du cycle de vie du produit, **la production en sera améliorée** et débarrassée de problèmes majeurs.

#### **4.5. *Difficultés de mise en place***

L'AMDEC nécessite une connaissance poussée de la question à étudier. En général, un brainstorming avec plusieurs personnes impliquées de la conception à la livraison du produit est nécessaire. Pour cela, il faut donc qu'une équipe puisse se mettre d'accord sur les modes de défaillance étudiés. **Cette méthode est, de ce fait, lourde à mettre en place.**

#### **4.6. *Bibliographie***

Idésia, L'AMDEC, 2000.

## 5. Le Business Process Reengineering

### Reconfigurer le process pour améliorer le service client et la productivité

La notion de Business Process Reengineering (BPR) a été avancée pour la première fois par M. Hammer et J. Champy. Il s'agit de la reconception fondamentale et la restructuration radicale des processus dans l'entreprise afin d'obtenir des améliorations spectaculaires en terme de coût, qualité, service et rapidité.

Ce travail, lorsqu'il est fait efficacement, **permet des améliorations « spectaculaires »** : certaines entreprises ont vu leur chiffre d'affaires augmenter, en même temps que la réactivité et la qualité des services rendus aux clients. Si de telles perspectives sont alléchantes, il faut relativiser le pouvoir de cette méthode par le nombre d'échecs (50 à 70 %) qui ont été subis dans les tentatives de reconfiguration.

Toutefois, impliquant un changement radical de la structure de l'entreprise, le BPR est à la limite de la définition de l'amélioration continue.

#### 5.1. *Objectif*

Le problème pour Hammer était d'augmenter la compétitivité des Etats-Unis, qui selon lui « entraient dans le XXI<sup>e</sup> siècle avec des entreprises configurées au XIX<sup>e</sup> pour travailler dans le XX<sup>e</sup> ». **Augmenter de manière significative la productivité, la qualité, etc. devait passer par une réorganisation complète de l'entreprise.**

#### 5.2. *Données et Variables*

Le BPR s'appuie sur plusieurs données : la culture de l'entreprise, l'implication du personnel, la capacité de changer fondamentalement, la communication interne et externe et la faculté d'analyse de l'existant.

D'un autre côté, les variables qui doivent être affectées sont nombreuses : la qualité du produit et du service rendu au client, la réactivité de l'entreprise, sa compétitivité, sa productivité, l'implication du personnel...

#### 5.3. *Principes*

Le BPR s'organise autour de 7 principes fondamentaux :

1. **Organiser depuis le produit**, et non à partir des tâches. Ceci devrait permettre de réduire le nombre de postes de l'entreprise car une même personne assurera plusieurs fonctions.

2. **Placer les gens au bon endroit** ; seules les personnes réellement impliquées dans le procédé doivent y travailler. Cela leur donnera plus d'autonomie, évitera de coordonner plusieurs équipes inutilement, et augmentera la réactivité.
3. **Faire traiter l'information par ceux qui la collectent** ; on diminue ainsi le nombre de personnes qui la traite et les erreurs.
4. **Traiter les ressources éparpillées comme si elles étaient centralisées**, ce qui est désormais possible grâce aux systèmes d'information : on donne plus d'autonomie aux diverses équipes, tout en gardant le contrôle sur l'ensemble.
5. **Relier les activités parallèles en continu**, et non simplement à la fin : on peut ainsi réduire les délais, les rebuts et les coûts.
6. **Prendre la décision là où se fait le travail** pour accroître la réactivité.
7. **Prendre l'information à la source** : on ne la rentrera qu'une seule fois dans les bases de données, réduisant ainsi les erreurs et les doublons.

Nous avons ainsi vu de manière synthétique la philosophie de la méthode, les idées fondamentales. Voyons maintenant les étapes principales de la reconfiguration du procédé proprement dit.

## ***5.4. Etapes du Business Process Reengineering***

### ***5.4.1. Se donner des objectifs***

A partir d'un état des lieux, la **direction doit se donner des objectifs** (préférentiellement quantitatifs, selon des indicateurs choisis), et passer le message à l'ensemble des employés. Le message doit s'articuler en deux points : la nécessité de changer, et l'état des procédés et de l'organisation de l'entreprise une fois le changement effectué. La communication est un élément primordial dans l'application de la méthode.

### ***5.4.2. Identifier le processus à reconfigurer***

Le BPR, même s'il est « radical », doit rester modeste : on ne peut révolutionner l'ensemble de l'entreprise en une seule fois ! **Certaines questions permettent de localiser le processus à changer** : lequel est le plus problématique ? Lequel a le plus grand impact ? Le processus est-il obsolète ?

### ***5.4.3. Evaluer les éléments favorisant la reconfiguration***

On doit savoir si les Ressources Humaines, les technologies de l'information, l'organisation, la culture de l'entreprise aident au changement. Une bonne évaluation de ces facteurs aura un impact significatif sur la réussite du projet de reconfiguration.

### ***5.4.4. Comprendre le procédé actuel***

**Le procédé actuel doit être compris et diagnostiqué** (avantages, inconvénients, résultats, performances), et plus particulièrement si on vise une amélioration technologique du procédé et non un changement pur et simple.

#### *5.4.5. Etablir le design du nouveau process*

**Cette étape est la plus créative** : on part d'une feuille blanche et on suspend toutes les règles, procédures et méthodes. On ne se sert que des principes fondamentaux de la méthode, et peut-être des retours d'expériences des autres cas de BPR.

#### *5.4.6. Installer le nouveau process*

Dans cette étape, **les dirigeants détiennent un rôle essentiel**, puisqu'ils doivent faire un effort de communication pour que toutes les personnes se sentent concernées et s'impliquent dans le projet d'implémentation du process. De plus, on doit vérifier que le projet de BPR a atteint ses objectifs, en comparant les objectifs initiaux avec les réalisations.

### *5.5. Outils pouvant apporter de l'aide*

Certains outils sont efficaces dans la conduite du changement. Parmi eux, on trouve :

- La « **pensée inductive** » : c'est la recherche de problèmes et solutions potentielles. Elle doit faire intervenir tous les acteurs.
- Les **diagrammes de flux** : c'est le seul outil utilisé dans 100% des cas. Il sert à réaliser un diagnostic des procédés et à fixer les objectifs en terme de flux.
- Les **jalons** : poser des jalons doit permettre de comparer dans le temps les résultats et les avancées obtenus, ou même parfois comparer le déroulement du changement à d'autres expériences écrites.
- Les **simulations** : certains programmes aident à comprendre le processus actuel, et aussi à imaginer le fonctionnement du prochain. Bien entendu, cet outil est approximatif.

### *5.6. Avantages*

Il y a beaucoup à gagner à mettre en place le BPR. Selon certains auteurs, il est même vital. Il doit permettre d'atteindre de meilleurs rendements, une plus grande réactivité, productivité, qualité, services...

### *5.7. Les difficultés de mise en place*

Par contre, **le changement est long, coûteux et hasardeux**. En effet, on a vu que 50 à 70% des entreprises considèrent leur BPR comme un échec. Un effort énorme de communication doit être fait, la culture de l'entreprise doit être propice au BPR, etc.

### *5.8. Remarques*

Le BPR doit être intégré **dans une stratégie d'amélioration continue**. On peut énoncer les quatre stratégies principales :

- **Cycles de changement.** Il faudrait que l'entreprise se remette régulièrement en question, et organise des cycles de reconfiguration de cinq ans environ, la durée minimale possible. Cependant, cette approche est discutable, puisque la plupart des produits ont une durée de vie inférieure.
- **Programme de changement.** Dans ce cas, les entreprises planifient les futurs changements des procédés, suivant la stratégie de l'entreprise, les niveaux de performance, les investissements, etc. Cette approche est actuellement adoptée par de nombreuses sociétés.
- **Limitier l'étendue de la tâche de design.** Ici, les niveaux supérieurs du procédé sont pensés par les équipes responsables, mais ce sont les employés qui travaillent sur le process en optimisant les points de détail. Cette amélioration entre dans la nature participative de l'amélioration continue.
- **Entreprendre les améliorations par l'innovation.** Par de petits investissements, on fera des légères améliorations en utilisant des méthodes et des innovations à court terme. Ces types d'amélioration permettront de rapides bénéfiques qui pourront être réinvestis dans le futur pour réaliser des changements radicaux.

Nous remarquons que ces types d'amélioration continue dans lesquels s'installe le BPR sont complémentaires. C'est l'organisation même de l'entreprise qui décidera de la tactique à adopter.

## **5.9. Bibliographie**

Hammer M., Champy J., Le reengineering, réinventer l'entreprise pour une amélioration spectaculaire de ses performances, Editions Dunod, 1993.

Maasaki I., Gemba Kaizen, l'art de manager avec bon sens, Editions JVDS, 1997.

## 6. Synchronisation des composants par la méthode CDF

### Utiliser l'optimisation des stocks

Les entreprises d'assemblage complexe fournissent une large gamme de produits finis en assemblant une quantité restreinte de composants. Dans ce type d'entreprise, la contrainte majeure est rarement la capacité, mais la disponibilité des sous-ensembles et autres composants au même moment et au même endroit.

#### 6.1. *Objectif*

L'approche CDF est une méthode d'analyse qui **permet de dégager trois catégories de composants**. Elle permet par la suite d'identifier où et comment concentrer les efforts pour exploiter au mieux le temps et les ressources limitées.

#### 6.2. *Données, variables*

L'approche CDF est adaptée aux industries d'assemblage de type électronique, automobile, aéronautique... c'est-à-dire celles qui élaborent des produits à nombreuses variantes, à nombreuses possibilités de personnalisation.

#### 6.3. *Principe*

L'approche CDF consiste à analyser les communautés et les délais d'approvisionnements des composants. Cela permet de dégager trois catégories de composants : **Critique, Danger et Flux libre (CDF)**

##### 6.3.1. *Les degrés de communauté des composants*

Il existe différents degrés de communauté :

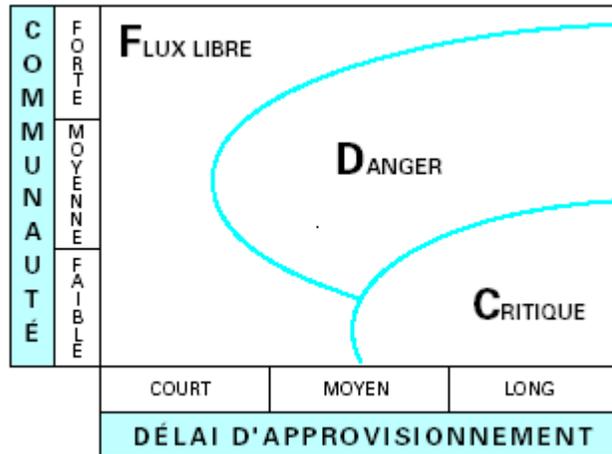
- A une extrémité du spectre se trouve le **composant « universel »** : il est utilisé en quantité égale dans tous les produits fabriqués et vendus par l'entreprise.
- A l'autre extrémité, il y a le **composant « spécifique »** : il est utilisé dans un seul type de produit fini.
- Entre ces deux extrêmes (l'universel et le spécifique) s'étend toute une gamme de communautés : **forte, moyenne, ou faible**.

##### 6.3.2. *Délais d'approvisionnement*

Plus le délai d'approvisionnement est court, mieux on peut réagir à une demande soudaine, qu'elle soit générée par le marché ou par une erreur interne.

### 6.3.3. Matrice communauté/délai

En associant les délais d'approvisionnement et les degrés de communauté, trois zones distinctes apparaissent dans la matrice :



Source : Blacklock, Cotonnec, Lamouri,  
*Synchronisation des composants par l'approche CDF, Les techniques de l'ingénieur*

#### Composants à faible communauté avec délais d'approvisionnement longs :

Ils sont **critiques**, il est très difficile de prévoir les besoins avec précision et pourtant, sans eux, le produit ne peut être fabriqué.

#### Composants à moyenne communauté et délais moyens :

Ceux-ci présentent moins de problèmes de planification. Cependant, ils sont particulièrement prédisposés aux réaffectations sauvages et à devenir ultérieurement des manquants. Ces composants montrent un **danger**.

Il est nécessaire de préciser que :

- le « *manquant* » qualifie les situations dans lesquelles le nombre de pièces disponibles est inférieur au besoin.

- la *réaffectation sauvage* : le client doit être servi avant tout : si un manquant dans un kit d'assemblage est apparu, on prélève l'article manquant, s'il existe, dans un autre kit planifié plus tard.

#### Composants à forte communauté ou délais courts :

Ceux-ci sont plus faciles à planifier et les conséquences des ré-affectations sauvages sont moindres. Ils pourraient être disponibles en libre service, en **flux libre** ; leur gestion est simple.

## 6.4. *Actions mises en place suite à l'analyse CDF*

L'analyse CDF, après détermination des critères pour paramétrer les axes de délai et de communauté, donne l'image de la répartition des composants dans les matrices créées. **Les plans d'actions ont pour but de sortir les composants de la zone critique.** Deux voies sont possibles : réduire les délais ou augmenter la communauté.

### 6.4.1. *Réduction des délais*

L'approche CDF a pour but d'apporter une analyse tournée vers la disponibilité des composants et une augmentation du taux de service client. **Réduire les délais sur les composants critiques devient une priorité.** Pour les composants fabriqués, le plan d'action va s'attacher à réduire les temps de réglage des composants critiques (actions SMED ciblées).

Ainsi l'action CDF :

- facilite la programmation en raccourcissant l'horizon de planification,
- diminue le niveau des stocks,
- diminue les temps improductifs et les attentes.

### 6.4.2. *Conception produits*

Augmenter la communauté sur une gamme de produits déjà existante est chose difficile. L'analyse CDF permet par contre de tirer des enseignements pertinents lors d'un renouvellement de gammes.

## 6.5. *Avantages*

L'analyse CDF met en œuvre des actions qui permettent à l'entreprise de :

- augmenter la flexibilité,
- diminuer les stocks,
- diminuer les frais de gestion.

## 6.6. *Difficultés de mise en place*

CDF est une technique d'analyse permettant de dégager trois catégories de produits, connaissant les délais d'approvisionnement et les communautés. C'est donc une technique simple à appliquer si on dispose de ces deux données. Par contre, il est impossible d'appliquer la méthode sans ces dernières.

## 6.7. *Bibliographie*

Blacklock D., Cotonnec G., Lamouri S., Synchronisation des composants par l'approche CDF, Les techniques de l'ingénieur, 1999.

## 7. DFX / DFM (Design for X)

### Maîtriser le cycle de vie du produit

Le Concurrent Engineering a fait ses émules, et il est désormais clair qu'il est incontournable lors de la conception de nouveaux produits, pour que leur cycle de vie soit parfaitement maîtrisé.

Des outils informatiques sont à la disposition des équipes qui conçoivent des produits. Ils couvrent un spectre incroyable allant des coûts à la qualité, en passant par la « recyclabilité » et l'assemblage. Chacun se focalise sur **un aspect du produit ou de son cycle de vie** ; dans ce chapitre, nous traiterons du cas général, et nous mettrons l'accent sur le « Design For Manufacture and Assembly » (DFMA).

#### 7.1. *Objectifs*

Les objectifs du « Design For X » sont, entre autre, de :

- Améliorer la qualité,
- Réduire les coûts,
- Réduire le temps de développement,
- Augmenter la flexibilité,
- Augmenter la productivité et l'efficacité,
- Améliorer l'image de la société.

#### 7.2. *Données et variables*

Les DFX interviennent au sein d'une approche de Concurrent Engineering, dans les étapes de conception des produits. Il n'a pas d'autres conditions nécessaires à l'utilisation des DFX.

Ils agissent sur la conception des produits (matière, assemblage, technologie...).

#### 7.3. *Principes*

##### 7.3.1. 1. *Généralités des DFX*

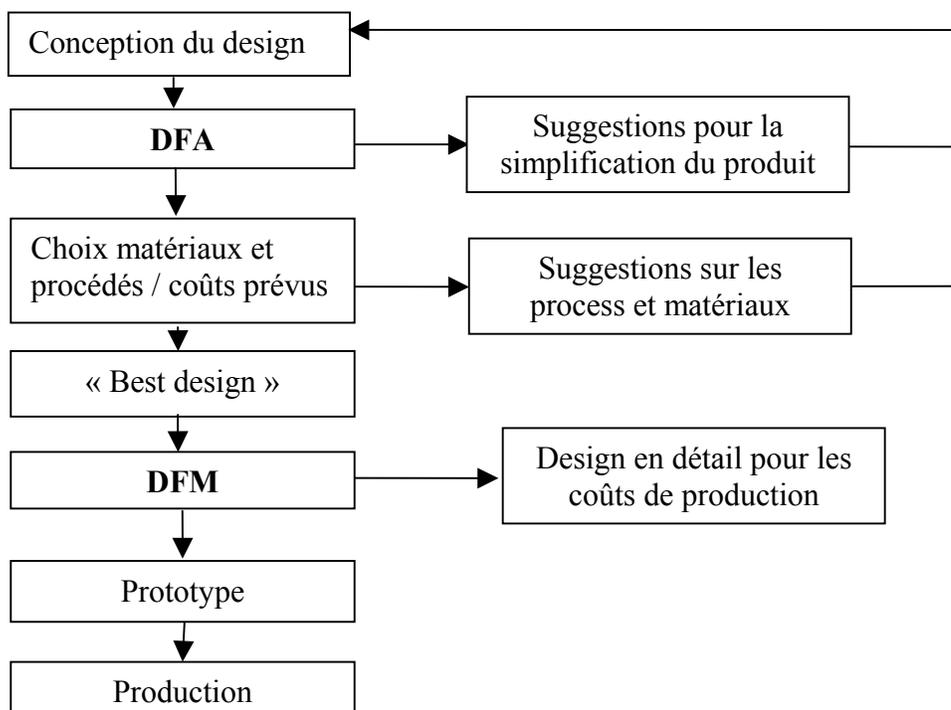
Les outils DFX ne sont pas des outils de décision, mais simplement des outils proposant des solutions et les évaluant, selon un point de vue particulier. Globalement, les outils DFX :

- Recensent et présentent les produits et procédés,
- Clarifient et analysent les relations entre les produits et procédés,
- Mesurent la performance des procédés,
- Mettent en évidence les forces et faiblesses des solutions alternatives,
- Conseillent des améliorations au design,
- Prévoient des scénarios.

### 7.3.2. 2. DFMA (Design for Manufacture and Assembly)

Les designers de produits doivent porter une attention particulière aux problèmes que pourront rencontrer la production et l'assemblage lors de la réalisation des produits. Avec la complexité grandissante des processus, des techniques et technologies, il devient impossible, pour une simple équipe de designers, de prévoir tous les problèmes dès la conception. C'est là qu'intervient le DFMA.

Dans une approche 80/20, on peut dire que les équipes de conception **passent 80% de leur temps à travailler sur 20% des problèmes**. Le but du DFMA est d'identifier dès le départ les 20% sur lesquels les designers doivent travailler, en utilisant toute les possibilités des processus de l'entreprise, et en limitant les assemblages. Une approche de conception incluant le DFMA peut être résumé par le schéma ci-dessous :



## 7.4. Avantages

Les outils DFX sont utilisés car leur efficacité est prouvée. S'ils sont intégrés de la bonne manière dans les démarches de conception, ils permettront une meilleure communication, plus de transparence, une gestion plus facile des projets, une rationalisation et une structuration des développements produits (DFMA)...

Ils peuvent être utilisés dans tous les secteurs industriels, par les PME aussi bien que par les grands groupes. Son implémentation est assez simple, puisqu'elle n'implique pas de réorganisation forte.

### **7.5. Inconvénients / Difficultés**

La boîte à outils DFX est très vaste, ainsi il faut savoir quel est le bon DFX à appliquer pour quel problème ; cela dépend de la structure de l'entreprise, des projets qu'elle veut mener, des moyens dont elle dispose, et le choix ne peut se faire qu'au cas par cas.

Comme nous l'avons déjà dit, ce n'est pas un outil de décision. Il permet de clarifier, d'analyser, mais jamais il ne permet de dire « telle solution est bonne, appliquez-là ! ». Il faut le combiner avec d'autres méthodes et philosophies de l'entreprise.

Son utilisation prend part dans le Concurrent Engineering, il faut donc des gens très qualifiés dans plusieurs domaines, et un projet bien défini pour s'en servir à bon escient.

### **7.6. Bibliographie**

Huang G. Q., Design for X, concurrent engineering imperatives, Editions Chapman & Hall, 1996.

Decreuse C., Feschotte D., Ingénierie simultanée, Techniques de l'ingénieur, 1998.

## 8. Le diagramme d'Ishikawa

### Analyser les causes

Le diagramme d'Ishikawa est aussi connu sous le nom de diagramme cause-effet, diagramme des 5M ou encore diagramme en arête de poissons de par sa forme.

#### 8.1. Objectif

Le diagramme d'Ishikawa est un **outil graphique** servant à comprendre les **causes** d'un défaut de qualité ou d'une déficience d'un processus. Il sert à analyser le rapport existant entre un problème et ses causes. Il est utilisé comme référence pour trouver des solutions d'amélioration.

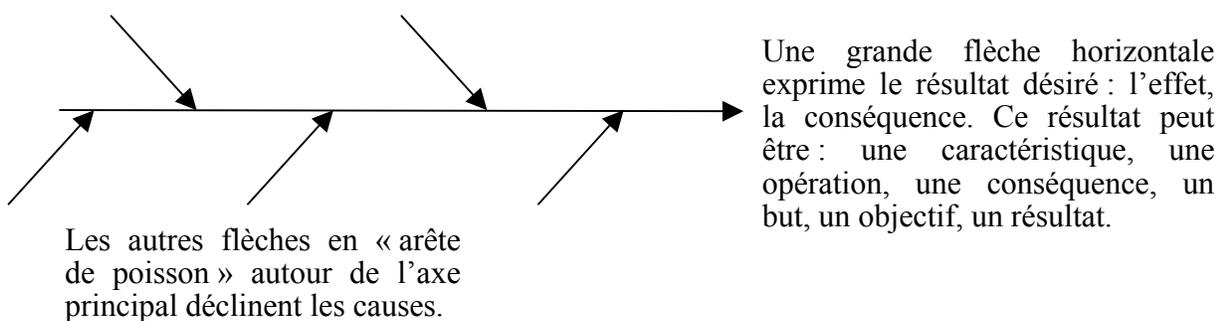
#### 8.2. Variables, données

Il est nécessaire de réunir des acteurs différents en nombre suffisant afin d'avoir des points de vue croisés sur le problème.

Toutes les données concernant **l'environnement du procédé** sont nécessaires à l'élaboration du diagramme.

#### 8.3. Principe

Le diagramme d'Ishikawa est en forme d'arête de poisson, sa construction est basée sur un travail de groupe :



Le travail de groupe est à effectuer dans l'ordre défini ci-dessous :

1 - **Pratiquer auparavant un brainstorming** et trouver toutes les causes possibles au défaut de qualité. Chacun doit émettre ses opinions librement sur les origines possibles.

2 - Classifier **les causes en grandes familles : les " 5M "** : **M**achine, **M**ain d'œuvre, **M**éthodes, **M**atières, **M**ilieu et les placer sur le diagramme. Ces 5 critères sont les plus utilisés

comme point de départ à la réflexion, en convenant qu'ils peuvent être remplacés et/ou complétés en fonction du problème à résoudre.

- **Machine** : tout ce qui nécessite un investissement et sujet à amortissement, comme les locaux ou l'outillage.
- **Main d'œuvre** : c'est le personnel, la hiérarchie, toutes les personnes qui concourent à la marche de l'entreprise.
- **Méthodes** : c'est la façon de faire, les gammes, les spécifications, les modes d'emploi, les notices, les instructions, les processus...
- **Matières** : tout ce qui est consommable, les fluides, les matières premières, le papier, l'électricité.
- **Milieu** : c'est l'environnement physique et humain, les conditions de travail, l'ergonomie, l'ambiance de travail, les relations, les contacts, les fournisseurs.

3 - **Apprécier LA ou LES causes** principalement responsables.

4 - Vérifier les opinions.

5 - **Agir sur LA ou LES causes** pour corriger le défaut en donnant des solutions.

#### **8.4. Avantages**

Le diagramme d'Ishikawa permet :

- de classer les causes liées au problème posé,
- de faire participer chaque membre à l'analyse,
- de limiter l'oubli des causes grâce au travail de groupe,
- de fournir des éléments pour l'étude de la solution.

De plus, **il est très productif et à la portée de n'importe qui**, la critique du problème étant simple. Finalement, **il a des applications très variées**.

#### **8.5. Difficultés de mise en place**

Le dernier point de la méthode, agir sur les causes, n'est pas toujours évident.

Il est déconseillé de définir plus de six grandes familles de causes pour garder un schéma lisible.

#### **8.6. Bibliographie**

Aldanondo M., Polycopié de cours de Qualité, Ecole des Mines d'Albi-Carmaux, 1999.

<http://www.univ-lyon1.fr/qualite/ishikawa.html>

## 9. Le juste à temps

### Optimiser la production par un changement fondamental de la manière de travailler

La méthode du Juste-à-Temps (JIT, pour Just-In-Time), provient principalement des efforts de Toyota dans les années 50. Elle émane de la volonté de redresser l'industrie automobile, en diminuant les gaspillages de production.

#### 9.1. Objectifs

Les objectifs principaux du JIT sont de :

- Eliminer la surproduction,
- Eliminer les temps d'attente,
- Minimiser les non-conformités,
- Minimiser les déplacements,
- Minimiser la taille des lots de production,
- Minimiser les stocks.

#### 9.2. Paramètres, Variables

Pour pouvoir appliquer le JIT, certains facteurs sont prépondérants, comme la collaboration avec les fournisseurs. De plus, **le système Kanban ainsi que des cercles de qualité** doivent déjà être mis en place. Un autre point très important est la culture de l'entreprise ; les employés doivent être formés pour accompagner cette philosophie.

Il faut également **une très bonne connaissance** du procédé de fabrication et des compétences réelles des ouvriers.

#### 9.3. Principe

Le principe du juste à temps se décline en six points :

1. **Diminuer les temps de changement de matrices**, c'est-à-dire l'application de la méthode SMED.
2. **Supprimer les postes spécialisés** (contrôleurs, vérificateurs...) qui n'apportent pas de valeur ajoutée au produit.
3. **Supprimer la non-qualité sur la chaîne.**

Les ouvriers doivent avoir la possibilité d'arrêter la chaîne de fabrication dès qu'une anomalie est décelée. En commun, ils discutent du problème et recherchent la cause en se

demandant « Pourquoi ? ». Après avoir décelé la raison véritable de l'anomalie, ils résoudront ce problème de manière définitive.

**4. Etablir des partenariats avec les fournisseurs.**

De forts partenariats doivent être engagés avec les fournisseurs, choisis selon certains critères (proximité, exclusivité, certification...).

L'entreprise doit posséder des besoins planifiés (MRP), des informations précises sur la production et un système de contrôle de la production adapté (Kanban).

**5. Produire par petits lots.**

Cela doit permettre de produire quotidiennement un nombre plus élevé de types de pièces.

**6. Regrouper de manière logique et flexible les postes de travail et les équipements.**

À ce jour, il n'y a pas de méthode permettant d'obtenir à coup sûr la meilleure disposition possible. Il existe toutefois des outils informatiques permettant de simuler rapidement le fonctionnement d'un système de production sous diverses configurations et d'évaluer la performance des configurations testées.

Certains facteurs assurent le succès organisationnel du JIT dans quatre domaines, ils sont présentés dans le tableau ci-dessous :

<b>La gestion de l'implantation</b>	<b>Le marketing</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Engagement envers le JIT</li> <li>• Evaluation des impacts du JIT</li> <li>• Implantation graduelle du JIT</li> <li>• Mesurer la performance par rapport au JIT</li> <li>• Phase d'évolution de l'entreprise</li> <li>• Habiletés de communication</li> <li>• Recherche et développement</li> <li>• Développer et utiliser une expertise sur le JIT</li> <li>• Relations syndicales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Le secteur d'activité</li> <li>• Le JIT et la demande</li> <li>• Le réseau de distribution</li> </ul>
	<p style="text-align: center;"><b>La gestion des ressources humaines</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Réévaluation des tâches</li> <li>• Implication des employés</li> <li>• Formation</li> </ul>
<b>La gestion des ressources financières</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contrôle des coûts et capacité à les supporter</li> <li>• Réévaluation des modes de rémunération</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reconnaître aux fournisseurs la légitimité de la rentabilité de leurs activités</li> </ul>

**9.4. Avantages**

Les avantages font tous partie des objectifs déjà présentés : **disparition de la surproduction, des temps d'attente, et diminution des non-conformités, des déplacements et des stocks.**

### **9.5. Points négatifs**

- **Le JIT est long à installer**, il prend racine lentement, au fur et à mesure que les facteurs de succès sont mis en place et que le réseau donneur d'ordres / fournisseurs prend forme.
- Le JIT peut demander des investissements lourds.
- Il existe un risque de confusion incontrôlable et de sérieuses perturbations dans les activités normales de l'entreprise, si le JIT est implanté trop rapidement.
- Il faut former tous les employés de l'entreprise.

### **9.6. Remarque**

Le JIT implique une réflexion profonde sur le fonctionnement actuel et futur de l'entreprise, autant sur le plan physique (machines, occupation de l'espace), que sur le travail (tâches à repenser, polyvalence de la main-d'œuvre). **La flexibilité est absolument nécessaire au succès de l'implantation du JIT.** Le changement doit être mené graduellement, avec doigté, et en gérant les hommes de telle sorte qu'ils puissent évoluer avec l'entreprise dans leurs nouvelles tâches et leurs nouvelles responsabilités ; ils devront être plus fiables, plus autonomes et plus flexibles.

### **9.7. Bibliographie**

Marty C., Le juste à temps, produire autrement, Editions Hermès, 1997.

Lamouri S., Thomas A., Juste à temps et qualité totale : concepts et outils, Techniques de l'ingénieur, 1999

## 10. Poka Yoké

### Supprimer les défauts involontaires

En japonais, « Poka » signifie défaut involontaire et « Yoké », suppression ou réduction. **L'expression Poka Yoké peut donc être traduite par la suppression des défauts involontaires.** Le Poka Yoké a été inventé et mis en place au Japon par Shingeo Shingo dans le cadre de l'amélioration continue.

#### 10.1. Objectif

L'expression japonaise Poka Yoké caractérise un principe dérivé de plusieurs éléments dont les techniques permettent soit de prévenir, soit de détecter immédiatement les défauts.

Le principe de la méthode part du fait que la production en moyenne et petite série oblige les opérateurs à réaliser des opérations répétitives. Les automatismes acquis lors de leur travail ne leur permettent pas cependant d'éviter toute erreur et c'est pour cela qu'il est nécessaire d'instaurer un système mécanique.

L'objectif de la méthode est donc **d'éliminer au maximum les défauts involontaires à l'aide de systèmes mécaniques simples.** En effet, de simples bricolages sont généralement suffisants. Lorsque cette méthode est appliquée, toutes les pièces sont testées, on peut donc parler d'un contrôle à 100%.

Un autre objectif est d'éliminer tout contrôle qualité en cours de production.

#### 10.2. Variables, données

Le Poka Yoké est généralement mis en place pour répondre à un problème découvert par un opérateur dans son travail de tous les jours. Le problème est analysé pour ensuite être résolu par cette méthode.

**Une analyse est donc nécessaire pour connaître les données de base du problème.** L'AMDEC est l'une des méthodes d'analyse possible.

#### 10.3. Principe

Un **synonyme français** pour Poka Yoké pourrait être **mécanisme anti-erreur ou détrompeur.**

Il est nécessaire de commencer par l'identification du problème pour ensuite mettre en place un mécanisme simple de contrôle. Il existe deux sortes de Poka Yoké, ceux de corrections et ceux d'avertissements.

Avec les Poka Yoké de correction, l'action ou le processus **sont interrompus ou corrigés au moment où une anomalie se manifeste**. Dans le cas des Poka Yoké d'avertissement, l'opérateur est averti d'une anomalie **au moyen d'un signal lumineux ou sonore**. Il doit ensuite intervenir personnellement pour corriger l'erreur.

Ce mécanisme anti-erreur, ou 'bricolage' peut se présenter sous plusieurs formes telles que :

- **Un système tout ou rien** autorisant uniquement la position admise en production.
- **Un système de comptage** pour garantir qu'aucun élément n'a été omis.
- **Un système séquentiel** garantissant l'exécution dans l'ordre défini de la gamme opératoire.

La pose d'un contact permettant de libérer une pièce uniquement si l'opération précédente a déclenché ce dernier, un système éliminant les pièces à la géométrie non conforme ou encore un système empêchant de monter une pièce dans le mauvais sens sont des exemples concrets de 'bricolages' facilement réalisables.

#### **10.4. Avantages**

La méthode est **peu coûteuse**, les dispositifs mis en place étant très simples.

Cette méthode permet de réduire les arrêts machine dus à une mauvaise manipulation des opérateurs et **permet aussi un gain de temps**, les opérateurs étant immédiatement avertis en cas d'erreur.

Ensuite, il n'est pas nécessaire de modifier des procédures, les gammes de production étant pas ou peu modifiées.

#### **10.5. Les difficultés de mise en place**

Cette méthode est très simple, seuls quelques inconvénients peuvent survenir. En effet, il est nécessaire de tester le détrompeur avant de le mettre en place car celui-ci pourrait entraîner plus de problèmes qu'il n'en résoudrait.

#### **10.6. Remarque**

Le Poka Yoké peut s'appliquer à **trois domaines** :

- à l'approvisionnement des matières premières et des pièces,
- au démarrage du flux de production (100% de vérifications sur les matières premières et les pièces),
- à toutes les étapes de production où une erreur peut se produire.

#### **10.7. Bibliographie**

Kamiske G., Brauer J., Management de la qualité de A à Z, 1995.

Maasaki I., Gemba Kaizen, l'art de manager avec bon sens, Editions JVDS, 1997.

## 11. SMED : Single Minute Exchange of Die

### Changer d'outil en moins de 10 minutes

Les stocks coûtent chers car ils génèrent des frais inhérents au stockage et tout produit stocké peut devenir obsolète.

De plus, pour acquérir un avantage concurrentiel, il faut savoir satisfaire la demande du client rapidement sachant que les demandes clients s'orientent de plus en plus vers des produits personnalisés.

#### 11.1. Objectif

La méthode SMED vise à **réduire les tailles de lots**. Puis, le souci de répondre rapidement aux demandes du marché rend indispensable **la maîtrise des changements rapides de séries**.

SMED est une méthode d'organisation qui cherche à réduire de façon systématique le temps de changement de série, avec un objectif quantifié.

#### 11.2. Principe

Les procédures de réglage sont infiniment variées et dépendent du type d'opérations et d'équipements utilisés. Pourtant, elles comportent toutes une suite d'étapes successives. Dans les changements traditionnels de réglages, la répartition du temps est souvent celle-ci :

Opération	Part du temps
Préparation – démontage – vérification de la matière des outillages, jauges de contrôles, etc.	30%
Montage et démontage des outils	5%
Centrage, réglage des dimensions et autres paramètres	15%
Pièces d'essai et ajustement	50%

Pour améliorer les réglages, des étapes conceptuelles sont à suivre. Elles sont divisées en quatre stades qui sont :

- **Stade 0** : distinction réglage interne et réglage externe.
- **Stade 1** : séparation des réglages internes et externes.
- **Stade 2** : transformation des réglages internes en réglage externe.
- **Stade 3** : rationalisation de tous les aspects de l'opération de réglage.

On entend par :

- **Réglage interne** : un réglage qui doit absolument être effectué machine arrêtée.

- **Réglage externe** : réglage pouvant être fait machine en marche, c'est à dire **avant le changement de série**.

### **Stade préliminaire : Réglage interne et externe. Les états ne sont pas distingués.**

Dans les réglages traditionnels, **réglages internes et externes sont mélangés** ; ce qui pourrait être réalisé en marche est réalisé machine arrêtée, et c'est pourquoi les machines restent à l'arrêt pendant de longues périodes. Pour programmer l'application SMED, les conditions réelles dans l'atelier doivent être étudiées dans le détail:

- Analyse continue de production avec un chronomètre.
- Etude des conditions réelles dans l'atelier en interrogeant les ouvriers.
- Film vidéo de l'opération complète.

### **Stade 1 : Séparation des réglages internes et externes.**

Le pas le plus important vers l'application du SMED est **de distinguer les réglages internes et des réglages externes**. Le but est de faire le plus possible de réglages de façon externe, et ainsi le temps nécessaire au réglage interne – réalisé quand la machine est arrêtée - pourra être réduit de 30 à 50%.

Exemple : La préparation des pièces, l'entretien, etc., ne devraient pas avoir lieu machine arrêtée.

### **Stade 2 : Transformation de réglage interne en réglage externe.**

Cette étape fait appel à deux notions importantes :

- Réexamen des opérations pour trouver si des phases n'ont pas été classées internes par erreur.
- Recherche de solutions pour convertir ces phases d'internes à externes.

Exemples : Des moules préchauffés par la machine sont désormais préchauffés à l'avance par un autre moyen. Les produits mélangés par la machine, nécessitant des essais, sont mélangés au préalable, la machine est approvisionnée du mélange de produit prêt à l'emploi.

### **Stade 3 : Rationalisation de tous les aspects de l'opération de réglage.**

Dans la plupart des cas, il faut faire un effort soutenu pour rationaliser chaque élément interne et chaque élément externe de l'opération de réglage afin d'effectuer le réglage en moins de 10 minutes.

Exemple : Chez Toyota le temps de réglage interne d'une machine fabricant des boulons - qui demandait auparavant 8h - fut descendu à 58 secondes.

### 11.3. *Avantages*

La méthode SMED **permet d'économiser du temps**. En effet, le réglage moyen prend maintenant  $1/40^{\text{ème}}$  (2,5%) du temps nécessaire à l'origine.

D'autres effets sont aussi constatés :

- **Production sans stock.**
- **Augmentation de la production** des machines et de la capacité de production suite à la diminution du temps de réglage.
- **Elimination des erreurs de réglage.**
- **Amélioration de la qualité.**
- **Besoin de moins de compétence.** La facilité des changements d'outils élimine le besoin de main-d'œuvre très spécialisée.

Exemple : Dans une usine Citroën en France, grâce au SMED, un ouvrier non professionnel pouvait en 7 minutes 37 secondes mener à bien une opération qui, auparavant, prenait une heure et demi à un habile professionnel.

- **Temps de production réduits** par :
  - Elimination de l'attente entre opérations : ceci peut être obtenu par la standardisation, à la fois, des quantités et des temps de fabrication, c'est à dire en égalisant le nombre de pièces produites à chaque opération, et en rendant identiques les temps pour chaque opération.
  - Elimination de l'attente entre lots, par exemple en adoptant les opérations pièce à pièce.
  - Production par petits lots : le temps de production peut être réduit de 90% en divisant les lots de 1000 pièces en lots de 100, et en utilisant des temps de production standardisés et le flux pièce à pièce.
- **Augmentation de la flexibilité de la production** : l'adoption du SMED facilite les changements de produits permettant ainsi de répondre rapidement aux changements de la demande.
- **Méthodes de production révolutionnées.**

### 11.4. *Difficultés de mise en place*

SMED exige une bonne communication entre les différents départements de l'entreprise. S'il s'agit par exemple de modifier l'outillage pour réduire les temps de changement de fabrication, il sera nécessaire d'impliquer le bureau d'étude, le bureau des méthodes, mais aussi le service qualité et, si possible, un membre de l'encadrement supérieur.

### ***11.5. Bibliographie***

Shingo Shigeo, Le système SMED, Editions d'organisation, 1987.

## 12. Technologie de groupe

### Réorganiser les ateliers en îlots

Dans un atelier traditionnel, les équipements sont regroupés en sections fonctionnelles (sections tours, fraiseuses, perceuses). Les pièces circulent à l'intérieur de l'atelier pour passer sur les diverses machines. Les opérateurs sont des ouvriers spécialisés avec une qualification précise (ajusteur, tourneur...). **Cette organisation a un faible taux de productivité.** Les principaux problèmes proviennent de la difficulté à rationaliser les déplacements entre les machines, ce qui implique la constitution de stocks d'encours importants. Les conséquences directes de ces encours se mesurent sur les temps d'attente des pièces qui dépassent largement les temps d'usinage.

Afin d'améliorer le fonctionnement de ce type d'atelier, on cherche à les réimplanter sous forme d'îlots de production.

#### 12.1. Objectif :

La technologie de groupe est une méthode consistant à trouver des groupes de pièces spécifiques à certains groupes de machines (redécoupage logique). **Elle constitue la première étape de la réimplantation.**

#### 12.2. Données, variables

La technologie de groupe est une méthode adaptée aux ateliers types job shop. Il est nécessaire pour mettre en œuvre cette méthode de connaître parfaitement **le flux de matières dans l'atelier.**

#### 12.3. Principe :

De manière formelle, on part d'une matrice 0,1 et l'on cherche à réarranger les lignes et colonnes de manière à faire apparaître des sous-matrices denses en 1 avec peu de 1 en dehors (« 1 » résiduels). On cherche donc à obtenir une matrice bloc diagonale.

Considérons la matrice suivante où :

- les lignes correspondent aux machines (machines 1 à 6)
- les colonnes aux pièces à usiner (pièces 1 à 8).

On pose  $a_{ij} = 1$  si la machine  $i$  usine la pièce  $j$ , 0 sinon.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1	1					1			
2			1			1			1	1
3	1	1		1				1		
4				1	1	1			1	
5			1		1	1				1
6		1		1			1	1		

Après permutation de lignes et de colonnes, cette matrice peut s'écrire :

	3	5	6	9	10	1	2	4	7	8
2	1		1	1	1					
4		1	1	1				1		
5	1	1	1		1					
1						1	1		1	
3						1	1	1		1
6							1	1	1	1

Les sous-matrices obtenues par la technologie de groupe permettent de caractériser les ensembles de machines qui permettront **de créer in îlot de production** et les pièces qui seront fabriquées par cet îlot. Sur l'exemple, on voit que l'on peut diviser l'atelier initial en deux îlots :

- un îlot numéro 1, constitué des machines 2, 4 et 5 sur lesquelles on usinera les pièces 3, 5, 6, 9 et 10,
- un îlot numéro 2, constitué des autres machines sur lesquelles on usinera les pièces restantes.

Pour le cas des « 1 » résiduels, en l'occurrence le passage de la pièce 4 sur la machine 4, plusieurs possibilités peuvent être envisagées :

- accepter que des pièces passent d'un îlot à l'autre ; cette solution doit rester exceptionnelle.
- Investir dans une nouvelle machine 4bis juste suffisante pour réaliser la pièce 4.
- Revoir la conception de la pièce 4.
- Sous-traiter l'opération.

Il existe de nombreuses méthodes mathématiques pour résoudre le problème de la technologie de groupe et donc pour arriver à la matrice reconstituée. Les méthodes simples les plus utilisées sont :

- l'Algorithme de ROC King.
- l'Algorithme BEA.
- l'Algorithme utilisant le voyageur de commerce.

## 12.4. *Avantage*

Un îlot de production est moins souple qu'un atelier traditionnel, mais en échange, il est plus rationnel et plus productif. **Il permet de réduire sensiblement les encours.**

## 12.5. *Difficultés de mise en place*

Un atelier est un lieu où vivent des hommes et toute implantation doit répondre au minimum à certaines exigences d'hygiène, de sécurité, de conditions de travail (bruit, chaleur...). Il paraît donc sain de prendre l'avis des personnes qui seront concernés par la réorganisation, en particulier celui des opérateurs.

De plus, il est souvent nécessaire de former à nouveau les opérateurs qui n'ont pas de compétences assez diverses pour répondre aux demandes de ce nouveau lieu de travail.

## ***12.6. Bibliographie***

Dupont L., La gestion industrielle, Editions Hermès, 1998.

## 13. TPM : Total Productive Maintenance

### Accroître la productivité par une maintenance autonome

La maintenance productive est la réponse du Japon aux insuffisances de la version américaine de la maintenance préventive. S'appuyant sur des activités menées en petits groupes, **la TPM étend la maintenance préventive à l'ensemble de l'entreprise**, avec le soutien et la collaboration de tous, depuis les dirigeants jusqu'aux simples collaborateurs.

#### 13.1. Objectifs

L'objectif principal de la TPM est d'obtenir une rentabilité maximum des installations. Bien conduite, la **TPM** :

1. améliore le rendement machine,
2. favorise la création d'un esprit positif,
3. responsabilise tous les intervenants,
4. valorise la fonction opérateur,
5. améliore la qualité d'ensemble de l'unité de travail.

#### 13.2. Données, variables

Toute entreprise qui adopte l'approche TPM doit accepter trois impératifs :

- la qualité et le fonctionnement de l'installation doivent changer,
- les opérateurs doivent modifier le regard qu'ils portent sur les machines,
- le lieu de travail lui-même doit donc changer de façon spectaculaire.

#### 13.3. Principe

La maintenance est l'ensemble des activités requises pour maintenir certaines conditions. Pour maintenir des conditions optimum concernant la production, la qualité, le rendement et la sécurité, il est obligatoire d'avoir recours à la maintenance productive. Le but de cette maintenance est **de parvenir à la productivité maximum** donc à une rentabilité maximum.

La signification de la **TPM, Maintenance Productive Totale** s'explique ainsi :

- **Maintenance** : maintenir en bon état = réparer, nettoyer, graisser et accepter d'y consacrer le temps nécessaire.
- **Productive** : essayer de l'assurer tout en produisant ou en pénalisant le moins possible la production.
- **Totale** : considérer tous les aspects (même repeindre la machine) et y associer **tout** le personnel.

Les **cinq piliers** du développement de la TPM sont les suivants :

1. **Mettre en œuvre des activités d'amélioration** visant à accroître la productivité de l'installation.
2. Créer **un système de maintenance autonome** pris en charge par les opérateurs.
3. Etablir **un système de maintenance programmée**.
4. Mettre en place **des programmes de formation**.
5. Etablir **un système de prévention** qui tienne compte de la maintenance et de la gestion amont des matériels.

### *13.3.1. Viser le fonctionnement optimum de l'installation.*

Il s'agit d'effectuer des **améliorations individuelles** pour accroître l'efficacité des matériels, c'est-à-dire éliminer les six grandes sources de pertes que sont :

- Les pannes,
- Les changements de fabrication et les réglages,
- Le temps de marche à vide et les petits arrêts,
- La réduction de la vitesse des machines,
- Les défauts de qualité entraînant des retouches,
- Les démarrages.

A ce stade, les objectifs sont d'atteindre l'objectif « zéro » (zéro panne, zéro défaut, etc.) et d'amener l'installation à son niveau optimum de disponibilité.

Le personnel des services fonctionnels et les responsables opérationnels sont les principaux acteurs.

Pour accroître l'efficacité des matériels, il faut :

- identifier les six grandes sources de pertes,
- calculer l'efficacité globale et définir des objectifs,
- analyser les phénomènes et examiner les causes,
- procéder à l'analyse de la maintenance préventive,
- étudier en détail les conditions de fonctionnement optimum des matériels.

**Des indicateurs TPM** ont été créés pour suivre la productivité du parc de machines d'une entreprise. Le schéma suivant permet de comprendre la décomposition du temps de fonctionnement théorique des machines.

<b>A = Temps d'ouverture</b>	
<b>B = Temps brut de fonctionnement</b>	<b>Arrêts planifiés</b>
<b>C = Temps net de fonctionnement</b>	<b>Pannes, pertes de performances</b>
<b>D = Temps de fonctionnement utile</b>	<b>Non qualité</b>

- A = temps d'ouverture : temps théorique de fonctionnement

- **B** = temps brut de fonctionnement = **A** - total des arrêts machine (pannes, changements d'outils, approvisionnements...)
- **C** = temps net de fonctionnement = **B** - pertes de performances = différence entre cadence théorique et cadence réelle due aux arrêts mineurs

Pendant C, on produit des ensembles bons comme des mauvais, nous posons :

- **D** = temps utile (qui ne produit que des ensembles bons) = **C** - pertes de qualité (non-qualité pendant le fonctionnement, réglages, essais, démarrage...)

En prenant en compte les données précédentes, nous pouvons définir le **TRS = le Taux de Rendement Synthétique** :

$$TRS = \frac{D}{A} = \frac{B}{A} \times \frac{C}{B} \times \frac{D}{C}$$

Le TRS est le seul indicateur qui tient compte de **tous** les paramètres qui affectent la productivité d'une machine.

### *13.3.2. Création d'un système de maintenance autonome.*

A ce stade, les objectifs sont de **donner aux opérateurs les qualifications requises par l'installation** ainsi que la **possibilité de prendre en charge leur propre machine**.

Les principaux acteurs sont donc les opérateurs et les responsables opérationnels.

Pour atteindre ces objectifs, **sept étapes de maintenance autonome** doivent être mises en œuvre :

- Le nettoyage initial,
- L'élimination des sources de souillure et des zones inaccessibles,
- La création et l'application de règles (provisoires) pour le nettoyage et la lubrification,
- Le contrôle général,
- Le contrôle autonome,
- L'organisation et la tenue du lieu de travail,
- La mise en œuvre complète du programme de maintenance autonome.

### *13.3.3. Mise en place d'un système de maintenance programmée.*

L'objectif est d'améliorer **l'efficacité du service de maintenance** pour éviter les six principales sources de pertes présentées précédemment.

A ce stade, les participants sont le personnel de maintenance, les responsables et les opérateurs.

Il est nécessaire d'établir :

- Une maintenance journalière et des mesures de vérification,
- Une maintenance périodique,
- Une maintenance prévisionnelle,
- Des améliorations pour accroître la durée de vie des matériels,
- Une gestion des pièces de rechange,

- L'analyse et la prévention des pannes,
- Une gestion des graissages.

#### *13.3.4. Mettre en place des programmes de formation.*

La mise en place d'un système de développement des compétences à l'intention des opérateurs et du personnel de maintenance va permettre **d'élever le niveau de compétences de ces derniers.**

Les acteurs concernés sont donc les opérateurs et le personnel de maintenance.

#### *13.3.5. Création d'un système de conception intégrant la maintenance préventive et la gestion amont des matériels.*

L'objectif est de **concevoir des matériels moins sujets à des pannes ou des dysfonctionnements** et de mener une politique de gestion amont des matériels pour obtenir rapidement un fonctionnement fiable avec des temps de démarrage de la fabrication réduits et stables.

Les techniciens de production et le personnel de maintenance sont principalement concernés.

### *13.4. Les difficultés de mise en place*

La maintenance productive totale n'est pas un simple programme de maintenance. Elle vise à la perfection et ne peut être mise en œuvre par une poignée d'individus. Elle exige la coopération et la participation de tous les niveaux de l'entreprise, l'abandon des attitudes traditionnelles de spécialisation et la mise en place de systèmes de formation axés sur l'accroissement de la compétence des personnels de maintenance et de production.

### *13.5. Bibliographie*

Shirose K., Le guide TPM de l'unité de travail, Dunod, 1994.

## Conclusion

Nous remarquons qu'il existe un grand nombre de méthodes différentes permettant de mener des actions d'amélioration continue. La gamme est très complète : des plus simples aux plus complexes, des plus économiques aux plus onéreuses, mobilisant plus ou moins de personnel et demandant des formations poussées dans certains cas.

Chaque méthode n'est pas figée. En effet, elles sont adaptables à chaque type ou services de l'entreprise. Il est aussi possible de les combiner car certaines sont complémentaires. Chaque entreprise a donc un choix très varié et il nous est donc relativement difficile de conseiller une méthode plutôt qu'une autre. Le tableau récapitulatif est une aide en terme de choix mais il ne sera pas suffisant !