

QUALITÉ ET ORGANISATION

Gérard Casanova
Enseignant à l'Institut d'Administration des
Entreprises (Université Nancy 2)

SOMMAIRE

1. Introduction	3
2. Le juste à temps (JAT)	3
2.1 Présentation et origine	3
2.2 Conditions d'application	4
3. Les méthodes et outils	5
3.1 Le Kanban	5
3.1.1 Historique de la méthode	5
3.1.2 Caractéristiques des Kanbans	5
3.1.3 Le principe	6
3.2 Le SMED	9
3.2.1 Origine et intérêt	9
3.3 La méthode SMED	13
3.3.1 Le SMED (Single-minute exchange of die ou changement d'outils en quelques minutes)	13
3.3.2 Les étapes de la méthode	13
3.3.2.1 Séparation des étapes internes et externes	13
3.3.2.2 Conversion de réglages internes en externes	15
3.3.2.3 Amélioration radicale des opérations internes	17
3.4 Avantages apportés par le SMED	19
3.5 Le MRP2	19
3.5.1 Historique et intérêt	19
3.5.2 Structure globale du MRP2	19
3.5.2.1 Le PIC (plan industriel et commercial)	20
3.5.2.2 Le PDP (plan directeur de production)	21
3.5.2.3 Le calcul des besoins nets	24
3.6 La maintenance	29
3.6.1 Différents types de maintenance	30
3.6.2 Plan de maintenance, AMDEC	31
3.6.3 TPM (Totale Productive Maintenance)	32
4. Conclusion	32

1. Introduction

La mise en place de démarches "qualité totale" dans les entreprises a bouleversé certaines règles de gestion de production et a créé de nouvelles méthodes de gestion de production. A tel point qu'il est parfois bien difficile de faire une différence bien nette entre les fonctions gestion de la production et gestion de la qualité. Il existe de nombreux cas où une non-qualité provient d'un problème de gestion de production.

C'est le cas d'une entreprise qui se retrouve avec des produits oxydés car ils ont été fabriqués trop tôt, puis stockés. Cela peut être le cas d'un client qui ne peut pas être livré, car la production est à reprendre à cause d'un problème qualité.

Un des principaux changements apportés par la satisfaction du client dans une démarche de qualité est le concept de JAT.

2. Le juste à temps (JAT)

2.1 Présentation et origine

Jean de La Fontaine nous disait : « Il ne faut pas vendre la peau de l'ours avant de l'avoir tué. » Le "juste à temps" nous préconise exactement le contraire : « Ne tuez pas l'ours avant d'avoir vendu sa peau » car cela risque de faire du stock et la peau peut s'abîmer.

Cette comparaison avec le célèbre proverbe de La Fontaine met en évidence l'équation fondamentale du JAT :

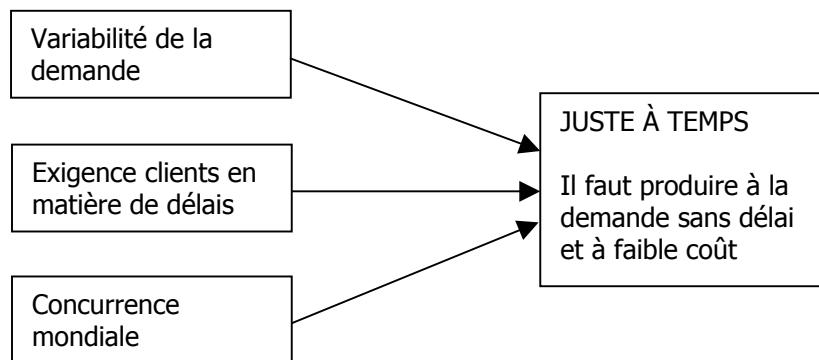
Production = Demande

Cela signifie que le producteur produit la quantité strictement nécessaire, au bon moment, pour satisfaire les besoins du client. Pour être vraiment complet, il faut ajouter un faible coût.

On parle aussi de flux tendu ou de flux tiré : c'est la demande du client qui enclenche une demande en produit fini au montage ; cette demande va se répercuter en cascade vers l'amont, jusqu'au besoin en matière première.

L'origine du JAT est due aux changements de l'environnement économique mondial, dont les principaux sont :

- Variabilité de la demande : accroissement de la variété des modèles proposés, durée de vie des produits plus courte,
- Le client n'accepte plus les délais trop longs,
- La concurrence internationale impose de livrer une qualité parfaite à des prix très bas.



2.2 Conditions d'application

Afin d'atteindre les deux objectifs principaux du JAT, il faut :

- produire à la demande variée, sans délai, c'est-à-dire juste ce qu'il faut et quand il faut (ni trop tôt ni trop tard)
- à faible coût

Cela implique d'utiliser une organisation de la production et des méthodes spécifiques.

Cela sous-entend :

- que l'on puisse changer rapidement de série pour faire face à la demande (SMED),
- que l'on connaisse le nombre de composants à fabriquer et quand il faut lancer leur fabrication (MRP),
- que l'on puisse transmettre simplement et rapidement les demandes du client à la production (Kanban),
- que l'on supprime les aléas dus aux pannes de machines (maintenance),
- que l'on augmente la flexibilité des machines et la polyvalence du personnel.

Tous ces outils et méthodes implicites au JAT vont être présentés.

3. Les méthodes et outils

3.1 Le Kanban

3.1.1 Historique de la méthode

Elle s'est développée au Japon après la Seconde Guerre Mondiale. Elle a été élaborée par M. Ohno dans l'entreprise TOYOTA Motor Company où elle a commencé à bien fonctionner dès 1958.

M. Ohno, a constaté que « les gens des usines ont toujours tendance à faire de la surproduction » et il a alors recherché le moyen qui permette de produire :

- le produit demandé,
- au moment où il est demandé,
- dans la quantité demandée.

3.1.2 Caractéristiques des Kanbans

Kanban est un mot japonais qui signifie étiquette. Le Kanban est l'étiquette qui est attachée à un container. Il se présente généralement sous la forme d'un rectangle de carton plastifié (ou non) de petite taille. Un certain nombre d'informations sont précisées sur un Kanban.

Ces informations varient beaucoup selon les entreprises, mais il existe des informations indispensables minimum que l'on retrouve sur tous les Kanbans.

Il s'agit de :

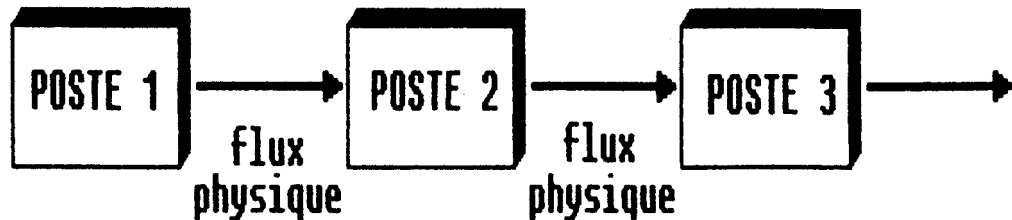
- la référence de la pièce fabriquée,
- la capacité du container,
- l'adresse ou référence du poste amont / l'adresse ou référence du poste aval,

Un Kanban peut se présenter de la manière suivante :

Culasse moteur 55119		
Cu 212	Poste ebavurage125	
220 pièces		

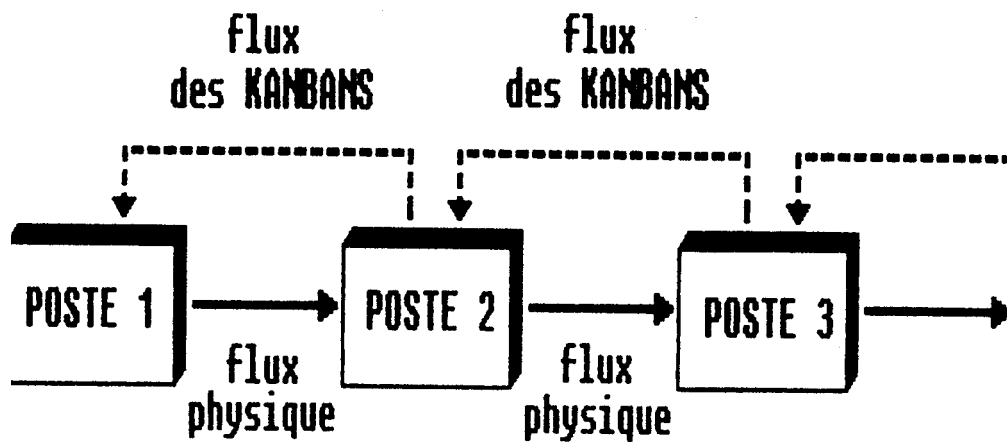
3.1.3 Le principe

Supposons un atelier de production où les postes de travail sont positionnés les uns à la suite des autres, et où le flux de production circule de gauche à droite en passant sur un poste puis l'autre... On peut représenter cela de la manière suivante :



Le flux physique représente le déplacement des pièces.

La méthode Kanban superpose au flux physique un flux d'informations :



Entre deux postes de travail consécutifs, on peut observer que :

- Le poste 1 usine des pièces et les place dans un container ; lorsque le container est plein, il attache au container un kanban et envoie le container au poste 2.
- Le poste 2 consomme des pièces usinées par le poste 1.

Chaque fois qu'il utilise un container de pièces, il détache de celui-ci l'étiquette appelée kanban qu'il renvoie au poste 1. Cette étiquette constitue pour le poste 1 un ordre de fabrication d'un container de pièces.

- Entre deux postes de travail, circule un nombre fini de Kanbans (donc de containers).

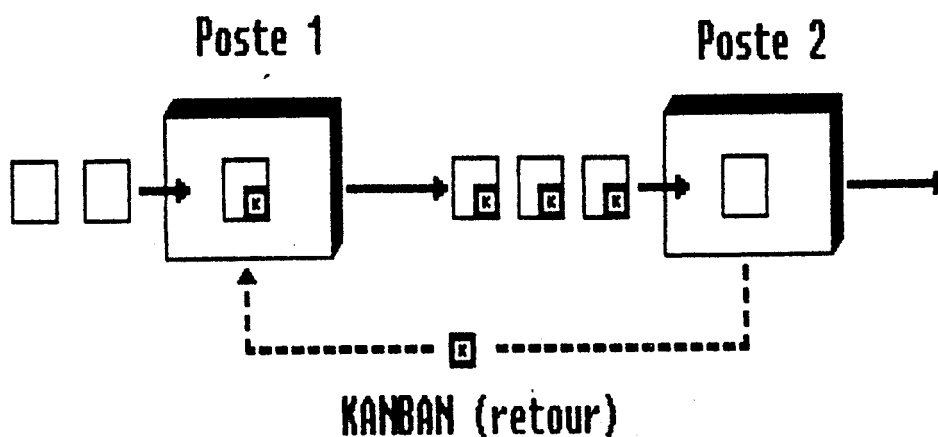
Les Kanbans sont donc :

- soit attachés à des containers en attente devant le poste 2,
- soit sur un planning à Kanbans au poste 1, en attente d'usinage de pièces.

S'il n'y a pas de Kanbans sur le planning du poste 1 (tous les Kanbans sont donc attachés à des containers en attente devant le poste 2), celui-ci ne fabrique rien.

 **Container avec KANBAN**

 **Ticket KANBAN**



Ce système se reproduit entre tous les postes d'un même atelier.

Un Kanban particulier ne circule qu'entre deux postes de travail spécifiques (il apparaîtra donc sur le Kanban l'adresse du poste amont et l'adresse du poste aval entre lesquels il circule).

Le Kanban utilisé dans ce cas se nomme **Kanban de production**.

Ce système ne peut bien fonctionner que si les deux postes de travail sont situés à proximité l'un de l'autre, car il n'existe alors qu'un lieu de stockage de containers entre le poste 1 et le poste 2.

Dans le cas où le poste 1 et le poste 2 sont physiquement éloignés (cas d'ateliers différents par exemple), il est nécessaire d'effectuer une opération supplémentaire de transfert des containers.

Quand le poste 2 utilise un container de pièces, il en retire le **Kanban de transfert** et ce Kanban est placé sur le planning de manutention.

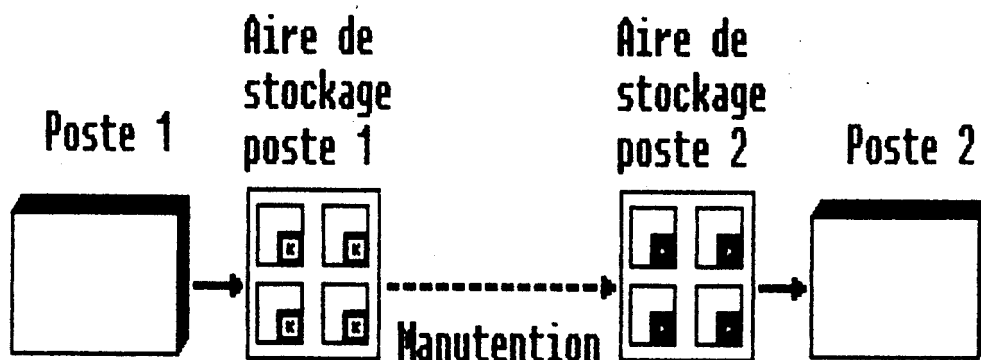
Le manutentionnaire va alors chercher un container sur l'aire de stockage du poste 1, il en retire le Kanban de production qui est placé sur le planning à Kanbans du poste 1.

Il fixe ensuite le Kanban de transfert sur le container qu'il achemine sur l'aire de stockage du poste 2...

Remarque :

Du point de vue de la circulation des Kanbans, on applique finalement la même démarche, qu'il s'agisse des opérations de fabrication ou des opérations de transfert.

- **KANBAN de transfert**
- **KANBAN de production**



Quand un poste de travail réalise plusieurs types de pièces, on a alors, sur le planning à Kanbans de ce poste, un type de Kanban pour chaque type de pièce. L'opérateur doit alors choisir le type de pièce à usiner.

Gestion des priorités des Kanbans :

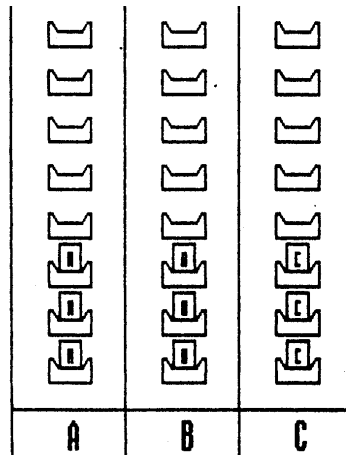
Quand le planning à Kanbans d'un poste de travail comporte plusieurs types de Kanbans, le principal problème de l'opérateur consiste à choisir le type de pièce à fabriquer en priorité.

Supposons qu'un poste de travail fabrique 3 types de pièces :

- Réf A : 8 Kanbans en circulation - Réf B : 5 Kanbans en circulation - Réf C : 3 Kanbans en circulation

1^{er} cas : il n'y a aucun Kanban sur le planning ; il n'y a donc pas de production.

2^{ème} cas : le planning est le suivant :



Sachant que pour la pièce A, on a 8 Kanbans en circulation et qu'on en a 3 sur le planning, il y a donc 5 containers de pièces A stockés.

De même, on a $5 - 3 = 2$ containers de pièces B stockés et $3 - 3 = 0$ container de pièces C stockés.

Il est donc urgent de lancer la fabrication des pièces de référence C.

On tiendra ce raisonnement chaque fois qu'on voudra usiner un container de pièces et on choisira de lancer la production des pièces dont la quantité stockée est la plus faible.

3.2 LE SMED

3.2.1 Origine et intérêt

Une des principales difficultés engendrées par le juste à temps est la production diversifiée de faible volume et en particulier, le nombre de réglages engendrés pour produire une grande variété de produits en petits lots.

Stratégies traditionnelles face à une demande diversifiée de faible volume :

- Produit unique

La stratégie adoptée par Volkswagen, qui ne fabriqua pendant longtemps qu'un seul modèle de voiture, la fameuse Coccinelle, n'est plus envisageable car l'offre a dépassé la demande.

- Habileté

Les réglages nécessitent une certaine habileté à monter et démonter les pièces, et aussi à mesurer, centrer, ajuster et calibrer des pièces d'essai ; beaucoup d'entreprises ont essayé d'élever le niveau d'habileté de leurs ouvriers mais très peu ont essayé d'abaisser le niveau d'habileté nécessaire aux réglages.

Pour des commandes répétitives, même si chaque commande est faible, le nombre de réglages peut être réduit en rassemblant plusieurs lots en un seul.

- Taille des lots

Si la taille des lots augmente, le ratio du temps de réglage par rapport au nombre d'opérations peut être fortement réduit.

Exemple :

Temps de réglage	Taille du lot	Temps de l'opération principale par pièce	Temps d'opération	%	Gain en main d'œuvre en %
4h	100	1mn	$1+4*60/100=3,4mn$	100	0
4h	1000	1mn	$1+4*60/1000=1,24 mn$	36	64
4h	10000	1mn	$1+4*60/10000=1.024 mn$	30	70 par rapport à 100 17 par rapport à 1000

Comme le tableau l'indique, l'accroissement de taille de 100 à 1 000 pièces entraîne une réduction des heures de main-d'œuvre de 64%. Quand la taille du lot est ensuite décuplée, passant à 10 000 pièces, la diminution en heures de main-d'œuvre est seulement de 17%.

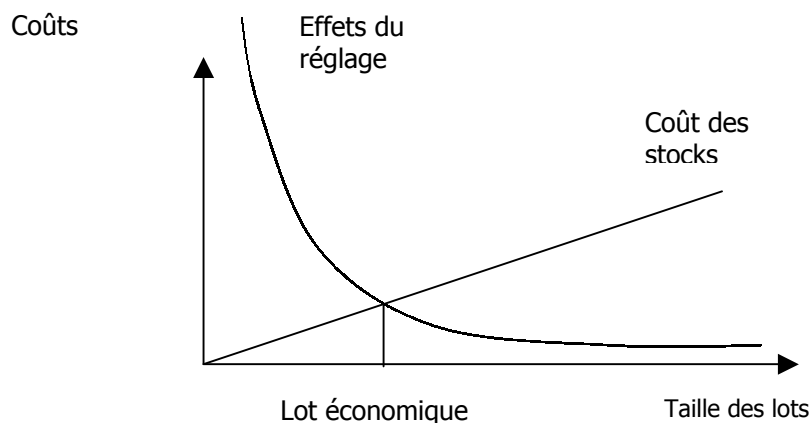
En d'autres termes, l'accroissement de la taille d'un petit lot entraîne une diminution relativement importante des heures de main-d'œuvre ; mais quand la taille augmente, la vitesse de réduction des heures de main-d'œuvre diminue. De même, les gains entraînés par l'accroissement de la taille des lots sont plus importants pour des réglages longs que pour des réglages courts.

Temps de réglage	Taille du lot	Temps de l'opération principale par pièce	Temps d'opération	%	Gain en main-d'œuvre en %
8h	100	1mn	$1+8*60/100=5,8mn$	100	0
8h	1000	1mn	$1+8*60/1000=1,48mn$	26	74
8h	10000	1mn	$1+8*60/10000=1.048$	18	82 par rapport à 100 30 par rapport à 1000

Ainsi, si l'on suit cette logique de diminution de coût de main-d'œuvre, il faudrait produire des lots très importants, mais cela présente des inconvénients : les stocks augmentent et ils coûtent cher en frais financiers, en locaux, en gestion.

Donc, il existe un équilibre entre le gain de coût de main-d'œuvre grâce à la production par lots importants et la perte due à l'accroissement des stocks.

C'est la notion de série économique ou de lot économique qui est obtenue grâce à la courbe ci-dessous.



La théorie de la série économique est apparemment correcte. Mais ce concept cache une énorme faille : la supposition implicite que des réductions drastiques des temps de réglage sont impossibles.

Si un réglage de 4 heures était réduit à 3 minutes (et l'adoption du système SMED a réellement rendu cela possible), alors, même sans augmenter la taille du lot, le ratio heures de réglage - heures d'opération peut être considérablement réduit. Ceci étant, des efforts pour atténuer les effets des temps de réglage par la production de grandes séries seraient sans valeur.

Par exemple, examinons les effets de l'accroissement de la taille des séries par un coefficient de 10 sur une opération dont le temps de réglage est de 3 minutes.

Dans ce cas, la réduction des heures de main-d'œuvre sera seulement de 3%. De plus, si 10 lots sont regroupés, les économies en temps de réglage en résultant seront :

$$3 \text{ minutes} \times (10 - 1) = 27 \text{ minutes}$$

Temps de réglage	Taille des lots	Temps de l'opération principale par pièce	Temps d'opération totale par pièce (réglage compris)	Ratio %
3 mn	100	1 mn	$1 + \frac{3}{100} = 1,03 \text{ mn}$	100
3 mn	1000	1 mn	$1 + \frac{3}{1000} = 1,003 \text{ mn}$	97

Si un jour, le travail dure 8 heures, la réduction est d'à peine 0,06% par jour. Supposons que le temps de réglage était auparavant de 4 heures. Réduire cette durée à 3 minutes aura pour conséquence une formidable augmentation, à la fois de la cadence de travail et de la capacité productive.

En plus, les stocks peuvent être maintenus à un niveau minimum puisqu'il n'y aura pas d'obstacle à la production par petites séries : la question de la taille de la série ne sera même pas à l'ordre du jour. C'est pourquoi, il a récemment été dit, qu'avec le développement du SMED, le concept de la série économique a disparu de l'arsenal de l'amélioration des coûts.

En plus, puisque le SMED peut réduire de façon significative le niveau d'habileté requis pour les réglages, le besoin d'opérateurs habiles est grandement éliminé.

3.3 La méthode SMED

3.3.1 Le SMED (Single-minute exchange of die ou changement d'outils en quelques minutes)

C'est une solution qui ne modifie pas le nombre de réglages mais s'attache à diminuer la durée du réglage.

Le réglage peut se décomposer en plusieurs étapes :

- Préparation, démontage, vérification des outillages, de la matière première,
- Montage et démontage des outils,
- Centrage, réglages des dimensions et autres paramètres,
- Pièces d'essais et d'ajustement.

Notions de réglages internes et externes :

Les réglages internes ne peuvent être réalisés que lorsque la machine est arrêtée (par exemple monter ou démonter les moules sur une presse).

Les réglages externes peuvent être faits quand la machine est en marche (par exemple, transporter les moules sur leur lieu de stockage).

3.3.2 Les étapes de la méthode

3.3.2.1 Séparation des étapes internes et externes

Les techniques suivantes sont efficaces pour s'assurer que des opérations, qui peuvent être réalisées en réglage externe, sont réellement faites pendant que la machine est en marche.

Utilisation d'une checklist

Faire une checklist de toutes les pièces et phases nécessaires pour un changement d'outil.

Cette liste va inclure :

- noms,
- spécifications,
- liste des outillages,
- pression, température et autres réglages,
- valeurs numériques pour toutes les mesures et dimensions.

En se fondant sur cette liste, il est nécessaire de faire une double vérification pour éviter toutes erreurs dans les conditions opératoires. En faisant cela à l'avance, on peut éviter de nombreuses erreurs "dévoreuses" de temps, ainsi que de pièces d'essais.

Essai des fonctions

Une checklist est utile pour savoir si toutes les pièces sont là où elles doivent être, mais elle ne dit pas si elles sont en parfait état de marche. En conséquence, il est nécessaire de procéder à des essais de fonctions pendant le réglage externe.

Exemple : un montage d'usinage qui ne bloque pas la pièce correctement ou qui n'est pas bien centré.

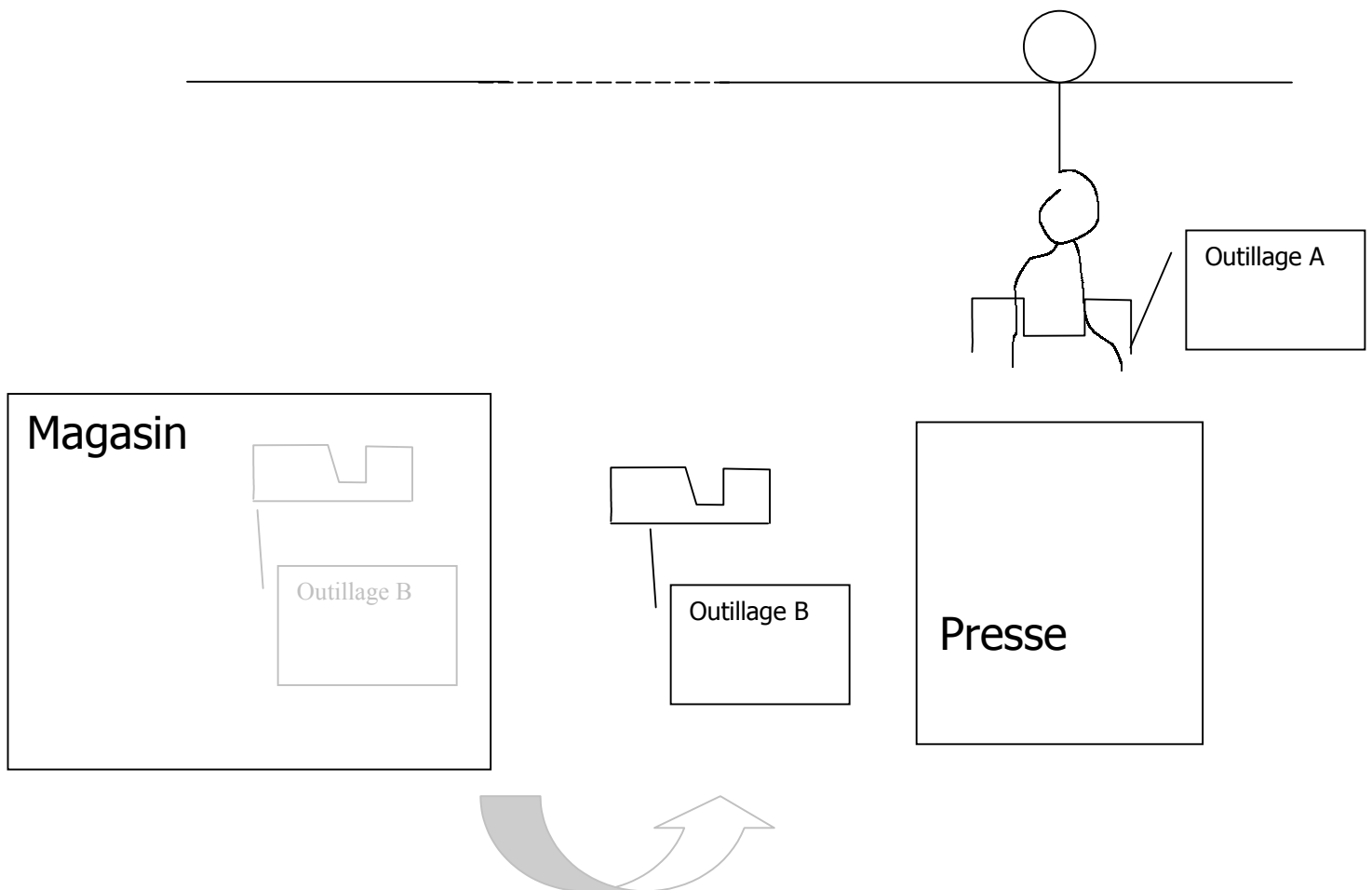
Amélioration du transport des outillages et des pièces

Les outillages doivent être déplacés afin qu'ils se trouvent près de la machine, puis replacés sur leur lieu de stockage.

Exemple : un outillage est changé sur une presse de cette façon, on accroche un câble à l'outillage d'une presse, ce câble est relié à un palan qui transporte le tout au magasin. Puis l'on ramène du magasin le nouvel outillage de la même manière ; pendant ce temps, la presse est arrêtée.

Selon la méthode SMED, il est préférable de transporter le nouvel outillage du magasin près de la machine, puis de sortir l'outillage de la presse, de replacer le nouvel outillage sur la presse et enfin de ramener l'ancien outillage au magasin.

Bien sûr, on attache l'outillage au câble plusieurs fois, mais ce qui est important, c'est que la presse est arrêtée beaucoup moins longtemps.



La séparation des réglages internes et externes permet de gagner, suivant les cas, de 30 à 50% de temps sur les réglages internes.

3.3.2.2 Conversion de réglages internes en externes

On peut commencer par réexaminer les opérations pour vérifier si certaines d'entre elles n'ont pas été classées internes par erreur.

Ensuite, il faut rechercher des solutions permettant de convertir des réglages internes en externes, notamment en préparant les opérations à l'avance.

Quelques exemples :

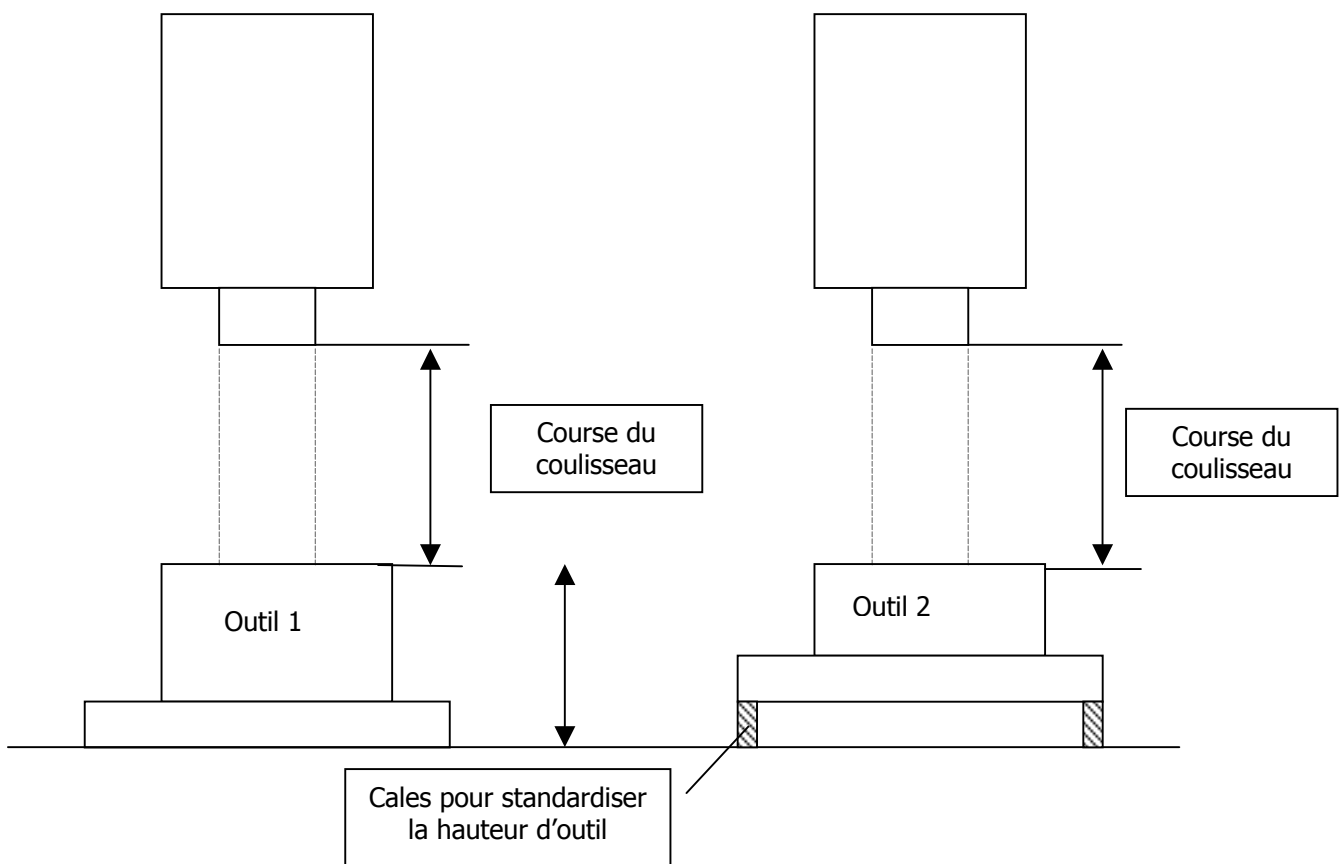
- sur les presses à injection, les moules sont conçus pour fonctionner à une certaine température. Si on les monte froids sur la presse, les premières pièces réalisées avant que le moule ne soit à la bonne température ne seront pas conformes. Aussi, le préchauffage du moule, avant de l'installer sur la

presse, permettra de réaliser des pièces conformes aussitôt et donc de réduire le temps de réglage interne.

- dans une usine de fabrication de ressorts, le ruban d'acier, servant à réaliser les ressorts, est enroulé sur des bobines ; à chaque changement de bobine le processus est arrêté. Ce réglage interne a été éliminé en soudant le ruban de la fin d'une bobine avec le début de la suivante, ainsi la bobine commence à la fin de la précédente sans arrêt.

On peut aussi standardiser les fonctions, et à partir de là, ne régler que les fonctions nécessitant un réglage ou s'arranger pour qu'en standardisant, le réglage ne soit pas nécessaire.

Exemple :

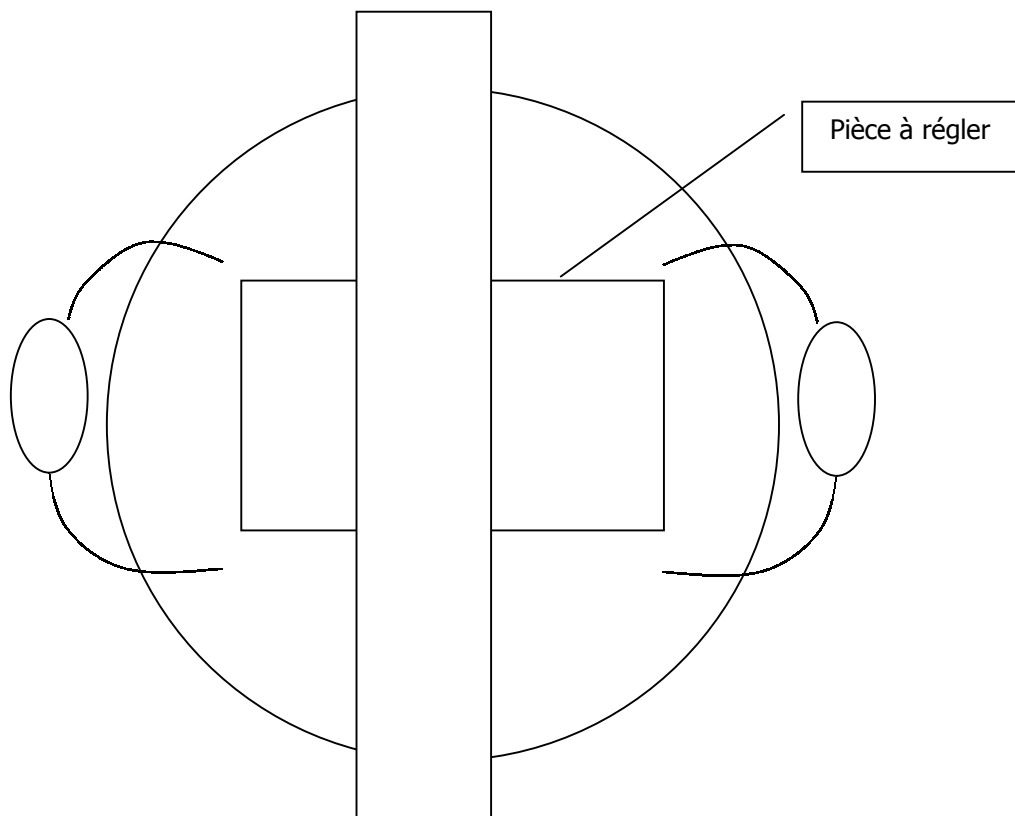


3.3.2.3 Amélioration radicale des opérations internes

Différents exemples :

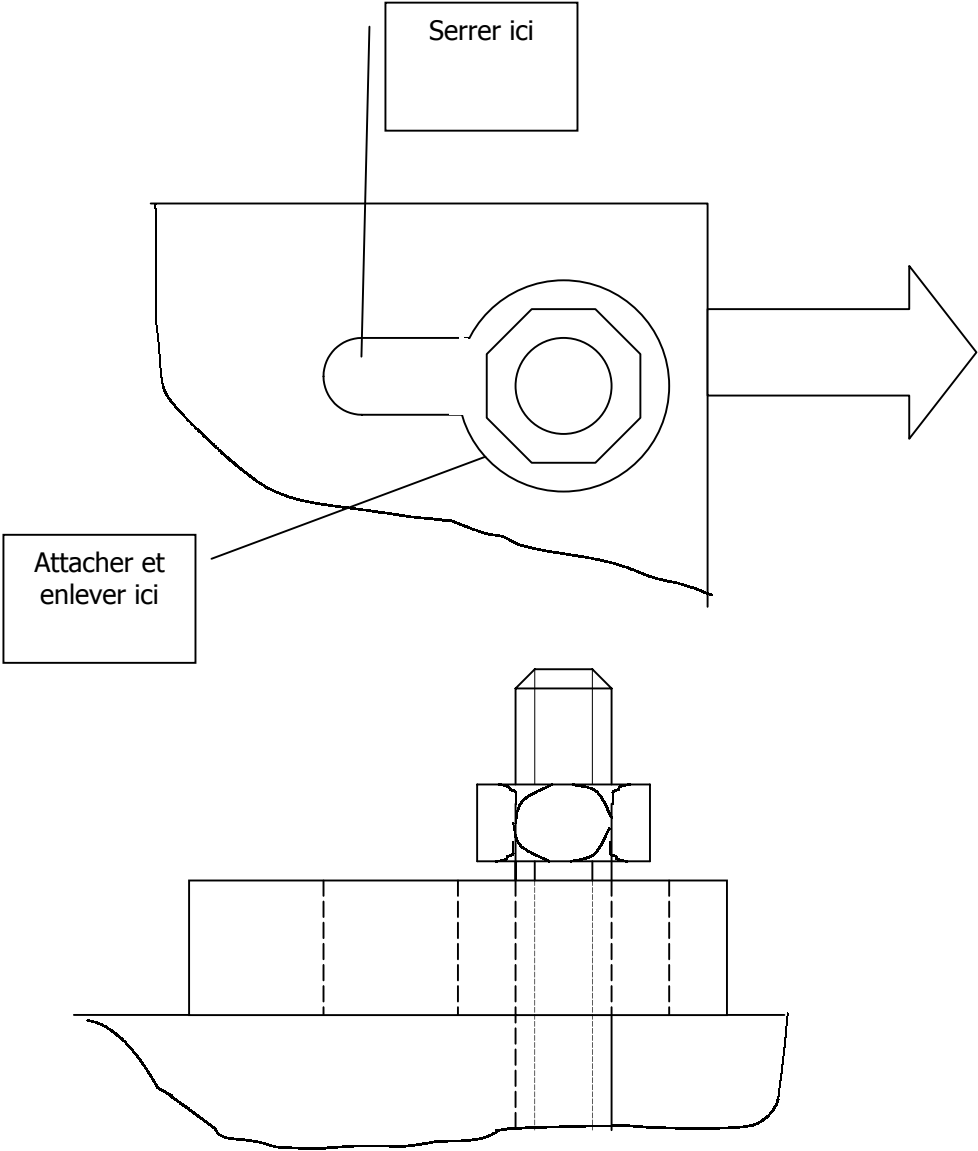
Opérations parallèles

Travailler à deux personnes en même temps, pour éviter les déplacements (lit, presse, changement de pneus sur Formule1...).



Serrages fonctionnels

Exemple : la boutonnière



3.4 Avantages apportés par le SMED

- Diminution des stocks,
- Temps économisé,
- Augmentation de la productivité,
- Elimination des erreurs de réglage,
- Amélioration de la qualité,
- Réglages simplifiés donc besoin de moins de compétence.

3.5 Le MRP2

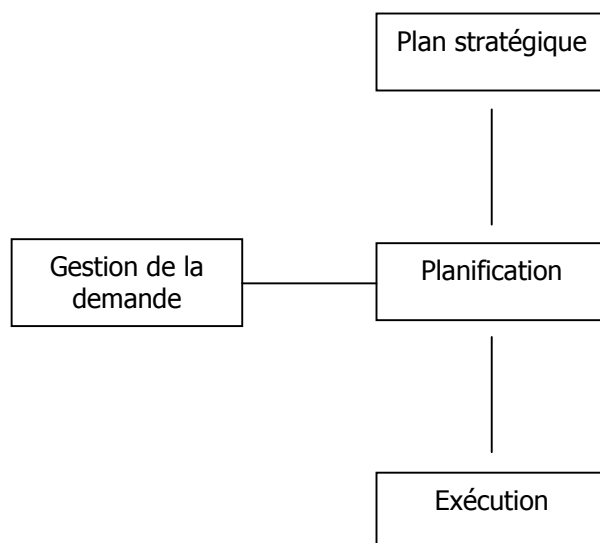
3.5.1 Historique et intérêt

Avec toujours le même souci de fournir les produits au bon moment, la gestion des stocks traditionnels ne suffisait plus car elle présente plusieurs inconvénients :

- il est supposé que la consommation antérieure des différents articles se répète dans le futur,
- les articles sont gérés indépendamment des autres,
- on ne se préoccupe pas de la date du besoin des différents articles.

On a mis en place une méthode appelée MRP (Material Requirements Planning) ; cette méthode, après plusieurs évolutions, a abouti au MRP2 (Manufacturing Resource Planning) que l'on peut traduire par Management des Ressources de la Production.

3.5.2 Structure globale du MRP2



Le MRP2 permet de gérer la production depuis le long terme jusqu'au court terme, elle permet les communications entre la fonction commerciale et la production.

La gestion de la demande concerne les prévisions commerciales et les commandes clients.

La planification comprend plusieurs niveaux :

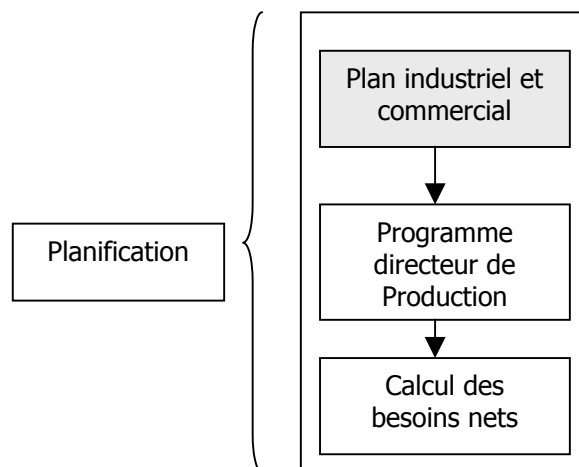
- Plan industriel et commercial (au niveau le plus élevé),
- Programme directeur de production,
- Calcul des besoins nets (c'est le cœur du TRP2).

Pour chaque niveau, il est nécessaire de déterminer les charges.

L'exécution concerne la gestion d'atelier.

3.5.2.1 Le PIC (Plan Industriel et Commercial)

Le plan industriel et commercial est situé au plus haut niveau de la planification :



Son objectif est de définir l'activité de l'entreprise par familles de produits, de façon à réaliser l'adéquation entre la charge induite par les besoins commerciaux et la capacité de l'entreprise.

Les délais concernés sont le mois et même le trimestre.

Le plan industriel et commercial est établi conjointement par les directions commerciale, industrielle et logistique.

Exemple de PIC pour une famille de produits, l'unité étant le Kf :

Ventes	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUIN	JUIL	AOUT
Prévisionnel	1000	1000	1000	1000	1000	1020	1020	1040
Réel	1020	1020	1020					
Ecart	20	20	20					
Ecart en %	2	2	2					

Production	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUIN	JUIL	AOUT
Prévisionnel	980	1000	1020	1040	1040	1040	1040	1040
Réel	960	980	980					
Ecart	-20	-20	-20					
Ecart en %	-2	-2	-4					

Stock	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUIN	JUIL	AOUT
Prévisionnel	500	460	420	420	460	480	500	500
Réel	460	420	380					
Ecart	-40	-40	-60					
Ecart en %	92	84	76					

Calcul du stock au mois de mars (fin mars, les valeurs de production et de vente sont connues)

Stock MAR = stock FEV + production MAR – ventes MAR = 420 + 980 - 1020 = 380

L'objectif est de ne pas descendre en dessous d'un seuil de sécurité de 500 KF ; pour cela, il faut fixer des objectifs de production pour les mois suivants, de façon à obtenir ce stock de sécurité.

Mais, pour que le PIC que l'on s'est fixé soit réaliste, il faut qu'il y ait équilibre entre charge et capacité. Pour un cas comme l'exemple précédent, il faut augmenter la production pour conserver l'objectif de stock.

Il faut vérifier que la capacité de l'entreprise est suffisante.

3.5.2.2 Le PDP (Plan Directeur de Production)

Il sert d'interface entre le PIC et le calcul des besoins et permet de définir, pour la production, le besoin en produits réels finis (et non plus en famille de produits).

A partir du PDP, on peut ensuite décliner, grâce aux nomenclatures, les besoins en composants en utilisant le calcul des besoins.

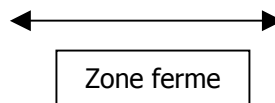
Alors que le PIC a des périodes mensuelles voire trimestrielles, le PDP est plutôt de l'ordre de la semaine voire de la journée, mais l'horizon peut être beaucoup plus long (au minimum le délai de la réalisation des composants).

Exemple de PDP :

Il faut connaître :

- le stock de départ : 250
- le délai d'obtention : 1 semaine
- le lot de lancement : 200
- la zone ferme : 3 semaines.

	1	2	3	4	5	6	7
Prévisions de vente	10	40	60	80	90	100	100
Commandes fermes	70	40	30	10	4		
Prévisionnel disponible	160	80	190	100	6	106	6
PDP(fin)			200			200	
PDP (début)		200			200		



Explication du tableau :

Il démarre à la date du jour.

Il nous reste un stock de départ de 250, mais comme il existe un stock de sécurité de 10, le stock disponible est donc de 240.

Pour obtenir le prévisionnel en fin de période 1 :

$$240 - 10 (\text{prévisions de vente}) - 70 (\text{commandes fermes}) = 160$$

Lorsque l'on arrive à la période 3 :

$$80 - 60 - 30 = -10$$

On arrive donc à un manque, il faut donc absolument produire. Comme les lots de production sont de 200 pièces, le PDP (de fin) sera donc de 200 ; mais comme le délai d'obtention est de 1 semaine, le PDP de début se trouvera en semaine 2.

Remarque : tous les calculs effectués dans la zone ferme ne sont pas modifiables par le logiciel (mais uniquement par le gestionnaire).

Les prévisions des ventes sont obtenues grâce à la décomposition de la répartition globale, obtenue avec le PIC (décomposition des familles par produits et par période du PDP).

Les commandes fermes ont tendance à diminuer lorsqu'on s'éloigne de la date du jour ; de plus, il est à noter qu'elles vont "consommer les prévisions des ventes".

Car lorsque l'on va enregistrer une commande ferme, la prévision de vente va diminuer.

	1	2	3	4	5	6	7
Prévisions de vente	10	40	60	80	90	100	100
Commandes fermes	70	40	30	10	4		
Prévisionnel disponible	160	80	190	100	6	106	6
PDP (fin)			200			200	
PDP (début)		200			200		
Disponible à la vente	140		156			200	

Le disponible à la vente indique les quantités disponibles à un moment donné, sans entraîner de modifications du PDP : en fait, il s'agit de quantités qui peuvent être instantanément promises à un client non prévu, en tenant compte des commandes fermes. Il ne se calcule par convention qu'à la première période et lors de la mise en stock d'une fabrication.

Exemple pour la première période : stock – Commande ferme 1- Commande ferme 2

$$250 - 70 - 40 = 140$$

pour la période 3 PDP 3 - Commande ferme 3- Commande ferme 4- Commande ferme 5

$$200 - 30 - 10 - 4 = 156$$

pour S6, il n'y a pas de commandes fermes : PDP 6 donc 200.

Avant de passer au calcul des besoins, il faut bien sûr vérifier que la charge engendrée par le PDP est en adéquation avec la capacité de l'entreprise.

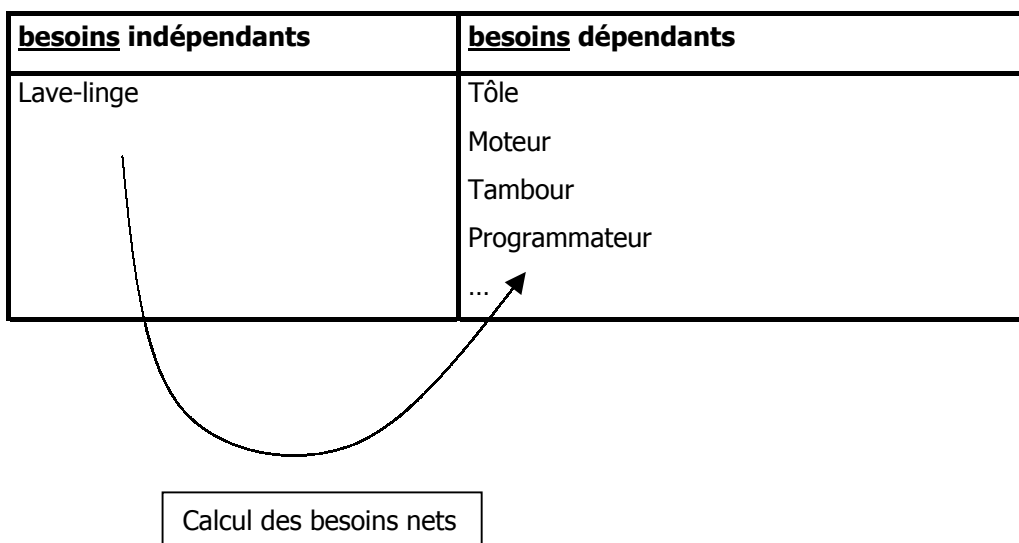
3.5.2.3 Le calcul des besoins nets

Notion de besoins dépendants

Les besoins indépendants sont des produits finis ou des pièces de rechange que l'entreprise vend à ses clients.

Les besoins dépendants sont calculés à partir des besoins indépendants, ce sont des sous-ensembles, composants, matières premières qui font partie des produits finis.

Exemple :



Principe du calcul des besoins nets :

Le calcul des besoins nets permet, à partir des besoins bruts en produits finis déterminés avec le PDP, de déterminer des ordres proposés.

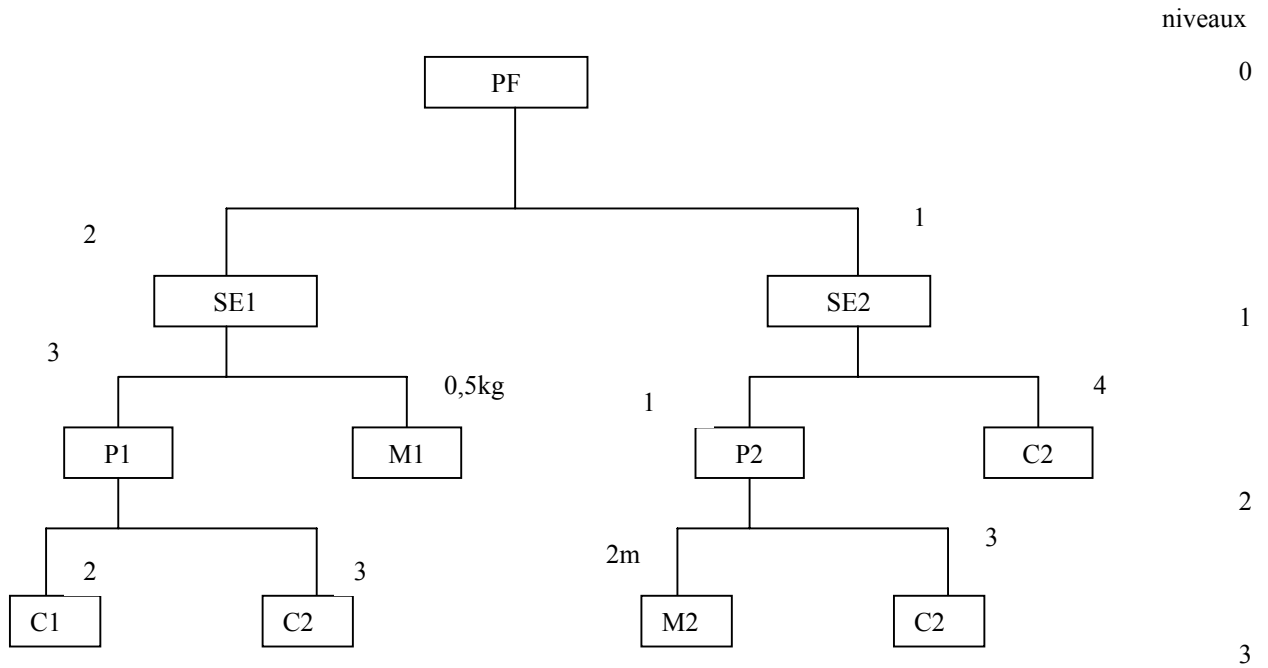
Ces ordres proposés sont desancements en fabrication ou des approvisionnements prévisionnels.

Pour réaliser ce calcul, il est nécessaire d'obtenir :

- les nomenclatures permettant d'obtenir les composants de chaque produit,
- les délais d'obtention (fabrication, assemblage, approvisionnement),
- les produits en stock ou en cours de fabrication,
- les tailles de lots de fabrication ainsi que la valeur du stock de sécurité.

Exemple de nomenclature :

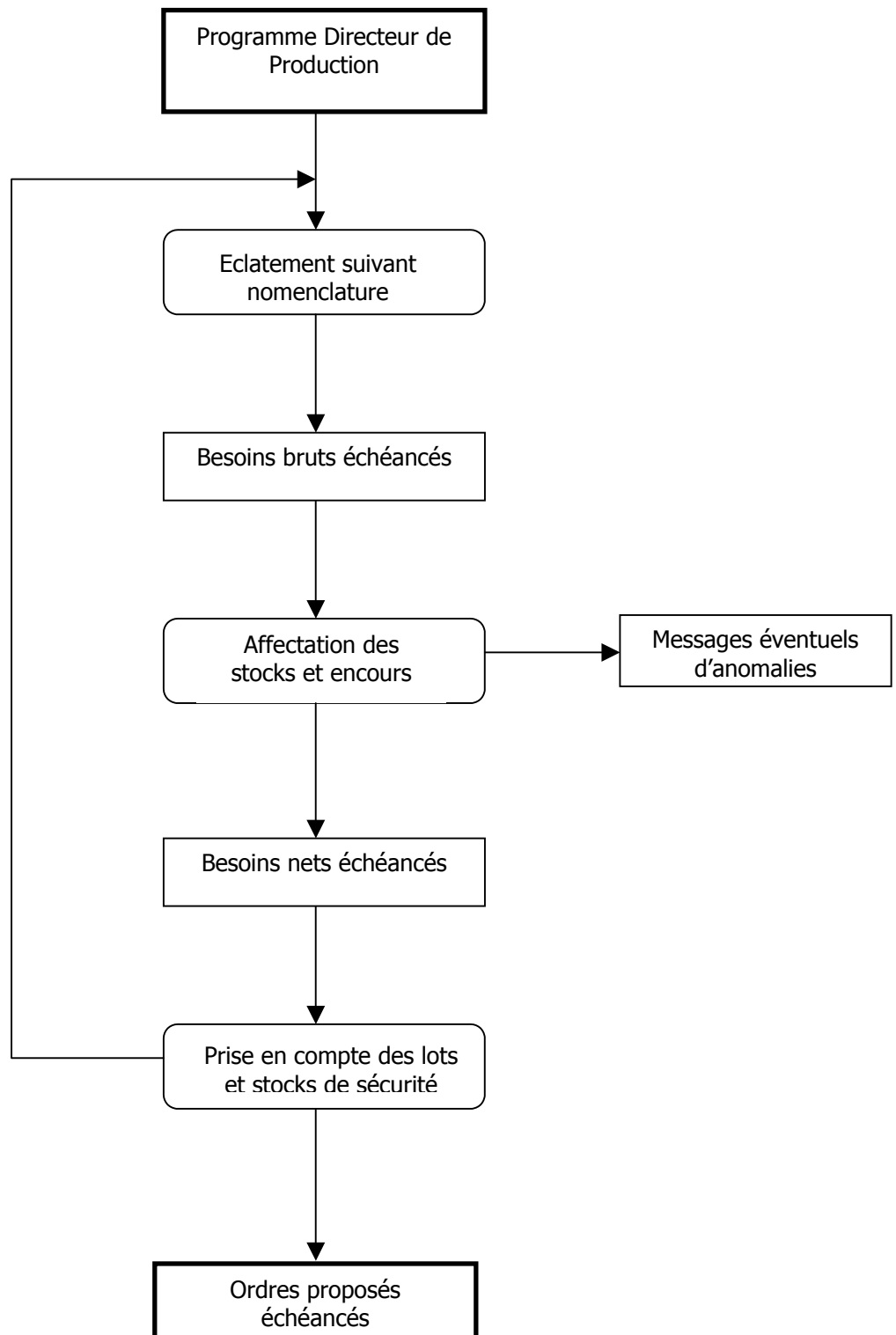
Pour réaliser le produit fini PF, il faut assembler deux sous-ensembles SE1 avec un sous-ensemble SE2.



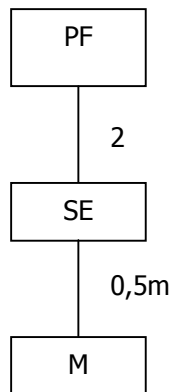
Le sous-ensemble SE2 est lui-même fabriqué à partir de quatre composants C2 et d'un produit P2, ce dernier est obtenu avec deux mètres de matière M2 et 3 composants C2, etc.

Remarque :

Lorsqu'un composant apparaît à plusieurs niveaux de nomenclatures tel que C2, on doit le placer au niveau le plus bas.



Exemples de calculs :



Pour déterminer les besoins nets à la période t , nous allons utiliser les formules suivantes :

SP_{t-1} étant le stock prévisionnel en début de période et OL_t les ordres lancés attendus en période t

$$BN_t = BB_t - SP_{t-1} - OL_t$$

$$SP_t = SP_{t-1} + OL_t + OP_t - BB_t$$

Pour le produit fini PF, on supposera que le stock disponible est de 600, le lot économique de lancement de 500 et la durée d'obtention d'une semaine.

Les besoins bruts sont extraits du PDP :

	1	2	3	4	5
Besoins bruts BB	200	300	300	400	500
Ordres lancés					
Stocks prévisionnels 600	400	100	300	400	
Besoins nets	-400	-100	200	100	100
Ordres proposés fin			500	500	500
début		500	500	500	

Dès que le calcul du BN devient positif, le besoin net existe.

$$BN_3 = BB_3 - SP_{3-1} = 300 - 100 = 200$$

Mais le lot économique de lancement étant de 500, on ne peut pas proposer un ordre de lancement de 200, aussi l'ordre proposé est de $OP_3 = 500$.

La durée d'obtention étant d'une semaine, l'ordre proposé de début se fera en semaine 2.

Calcul des besoins pour SE :

D'après la nomenclature, pour réaliser le produit fini PF, il faut deux sous-ensembles SE, les ordres proposés pour PF permettent de calculer les besoins bruts en SE.

Ordres proposés pour PF	début	500	500	500	
--------------------------------	--------------	------------	------------	------------	--

		1	2	3	4	5
Besoins bruts BB			1000	1000	1000	
Ordres lancés			1000			
Stocks prévisionnels	300	300	300	300	300	
Besoins nets		-300	-300	700	700	
Ordres fin proposés début				1000	1000	
		1000	1000			

Stock = 300, lot L = 1000, durée d'obtention D = 2 semaines.

$BN_2 = BB_2 - SP_{2-1} - OL_2 = 1000 - 300 - 1000 = -300$ donc $BN_2 = 0$ car il n'y a pas de besoins nets.

$SP_3 = SP_2 + OP_3 - BB_3 = 300 + 1000 - 1000 = 300$.

Calcul des besoins pour la matière M :

D'après la nomenclature, pour fabriquer le sous-ensemble SE, il faut 0,5 m de M ; les ordres proposés pour SE permettent de calculer les besoins bruts en matière M.

Ordres proposés pour SE début	1000	1000			
--------------------------------------	-------------	-------------	--	--	--

Stock=600, L =400, D= 3

		1	2	3	4	5
Besoins bruts BB		500	500			
Ordres lancés			400			
Stocks prévisionnels	600	100	0			
Besoins nets		-100	400			
Ordres fin	proposés					
	début					

$$BB_1 = BB_2 = 1000 \times 0.5 = 500.$$

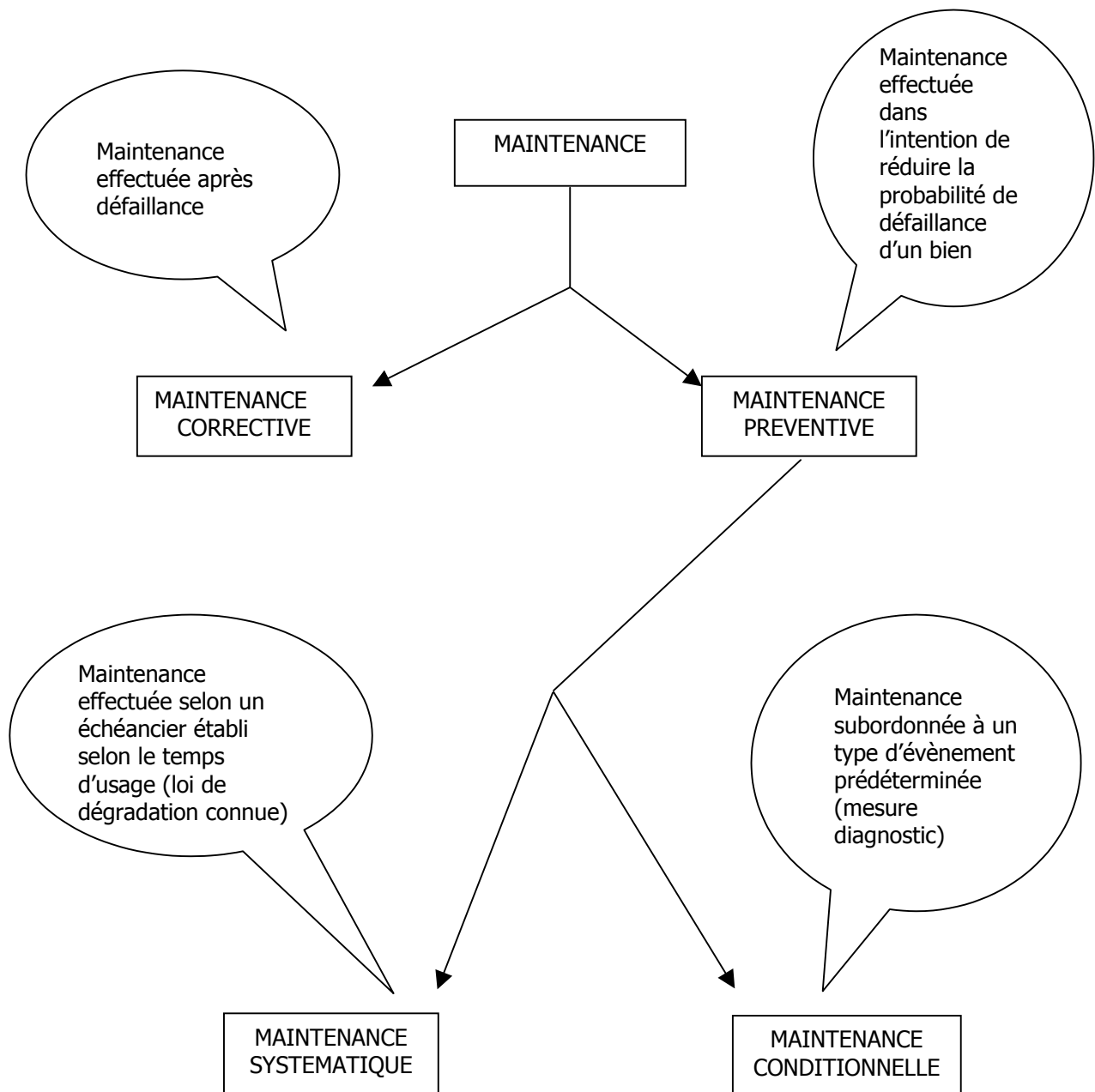
$$OP_2 = 500 - 100 = 400.$$

3.6 La maintenance

Lorsqu'une entreprise travaille en JAT, il y a très peu d'en-cours (stock de fabrication) car on travaille en flux tiré (tendu) ; aussi, une panne sur une machine peut entraîner l'arrêt de l'ensemble de la production.

Il faut donc diminuer au maximum les aléas de fabrication en réduisant le plus possible les pannes ; c'est le rôle de la maintenance.

3.6.1 Différents types de maintenance



La maintenance a pour rôle de maintenir ou de rétablir un équipement de production dans un bon état de fonctionnement ou en mesure de réaliser la production demandée.

Il existe plusieurs formes de maintenance :

- **La maintenance corrective** (ou curative) permet de remettre un équipement en état de fonctionnement après une panne et donc un arrêt de la production.

Elle présente deux inconvénients majeurs :

*L'arrêt étant imprévisible, cela perturbe fortement l'organisation de la production surtout en JAT (flux tendu) car il n'y a pas ou peu d'en-cours.

*De plus, la réparation nécessite un grand nombre de pièces détachées.

- **La maintenance préventive** permet d'éviter un certain nombre de pannes en changeant des pièces à des dates programmées, lorsque l'on connaît la loi d'usure de ces pièces ou grâce à un historique des pannes.

La maintenance préventive peut se faire aussi de manière conditionnelle, c'est-à-dire qu'au lieu de changer la pièce systématiquement après un certain nombre d'heures de fonctionnement, on réalise une mesure et en fonction du résultat on change ou pas la pièce. Par exemple, au lieu de changer à date fixe les roulements à billes d'un palier, il est possible d'effectuer une mesure de vibrations et de ne changer les roulements que lorsque cela est nécessaire.

Afin d'améliorer la maintenance, les opérateurs de production sont de plus en plus impliqués dans la maintenance de premier niveau. Celle-ci consiste en des tâches simples de nettoyage, de surveillance des niveaux et des organes, de graissage, etc.

Ils participent aussi à la maintenance préventive conditionnelle en signalant aux agents de maintenance des comportements anormaux (bruits, vibrations...) précurseurs de pannes plus graves.

- Il existe aussi une **maintenance d'amélioration**, par exemple lorsqu'un moteur électrique doit être remplacé plusieurs fois par an, on essaie de trouver une solution afin que cela n'arrive plus, soit en choisissant un moteur plus puissant, soit, tout simplement, en réalisant un nettoyage périodique afin qu'il puisse fonctionner correctement.

3.6.2 Plan de maintenance, AMDEC

Afin de mettre en place la maintenance préventive et d'établir des plans de maintenance, on peut utiliser des outils comme l'Amdec (Analyse des Modes de Défaillance, de leurs Effets et de leur Criticité) ou l'historique des pannes.

Le plan de maintenance est, en fait, un plan définissant les actions de maintenance préventive à réaliser, ainsi que leur périodicité et qui doit les réaliser.

Il peut être établi grâce à la MBF (Maintenance Basée sur la Fiabilisation), à l'AMDEC ou à un historique des pannes.

L'AMDEC consiste à rechercher toutes les causes possibles d'arrêt d'une machine, à définir leurs effets ainsi que leur criticité et à imaginer les actions à mettre en place pour les éviter ou les corriger.

Définir la criticité permet de classer la priorité des actions à mener pour éviter l'arrêt. La criticité est généralement définie à partir de la gravité (en termes de sécurité), de la fréquence, de la facilité de détection, etc.

3.6.3 TPM (Totale Productive Maintenance)

La Maintenance Productive Totale est un projet pour améliorer l'efficacité globale des installations qui dépasse le cadre de la maintenance, car l'arrêt des machines n'est pas seulement dû aux pannes mais aussi à des pièces défectueuses, à des manques d'approvisionnement, à des pauses...

On peut mesurer les progrès réalisés grâce à un indicateur (TRS ou TRG : Taux de Rendement Synthétique ou Global).

C'est le rapport entre le nombre de pièces produites (bonnes) et le nombre qu'aurait produit la machine en travaillant à sa cadence normale mais sans interruption.

4. Conclusion

Ces méthodes de gestion de production développées dans le cadre du JAT ne seront jamais efficaces s'il n'existe pas une implication très forte du personnel car leur mise en œuvre nécessite autonomie, flexibilité, polyvalence, travail en équipe.

Pour cela, la formation est indispensable, non seulement aux techniques de ces méthodes (formation en maintenance premier niveau pour les opérateurs de production, par exemple) mais aussi pour favoriser le changement "culturel" qu'elles impliquent, comme la participation ou encore mieux, l'engagement du personnel dans les projets de l'entreprise.

Pour réussir ce changement, il faut que l'entreprise ait une stratégie claire et connue de tous et qu'elle soit déclinée en objectifs, à moyen et court terme, réalistes et compréhensibles par tous.