

Cours management des opérations

2^{ème} SIC ENSTAB

Dr. Feiza Ben Abdallah

Plan du cours

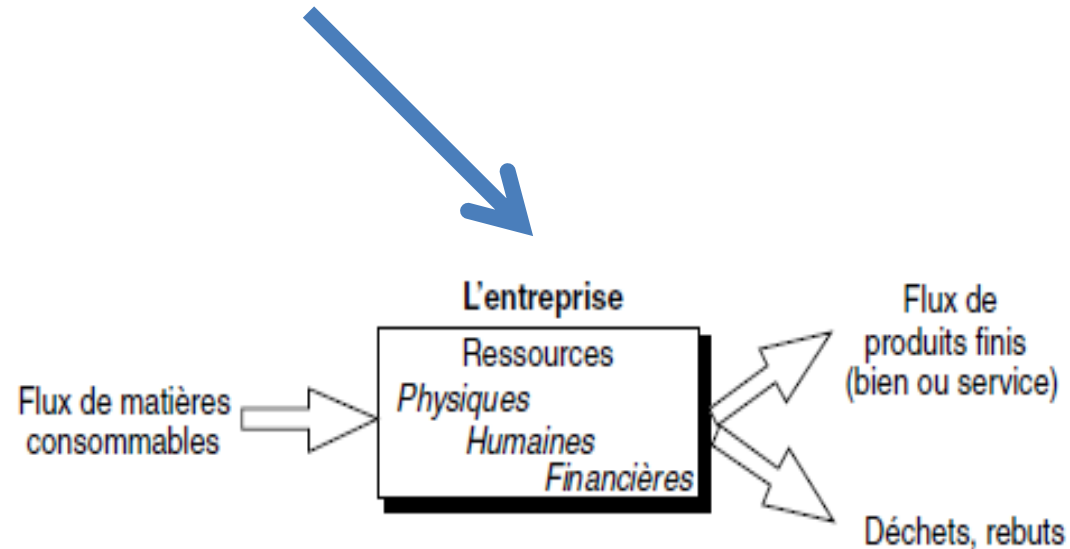
En tant que futur ingénieur industriel, vous devez connaître les fondements des opérations.

Dans ce but, le cours sera divisé en 5 chapitres répartis comme suit :

- **Chapitre 1: le système entreprise et le système de production** (3h)
- Chapitre 2: les données techniques (3h cours 3 heures TD)
- **Chapitre 3: gestion de la capacité** (3 h cours 3 TD)
- Chapitre 4: Materials Requirements Planning (MRP) (6h cours et 3h TD)
- **Chapitre 5: gestion de stocks et d'approvisionnement** (6h cours 3 h TD)

Chapitre 1 : Le système Entreprise et le système Production

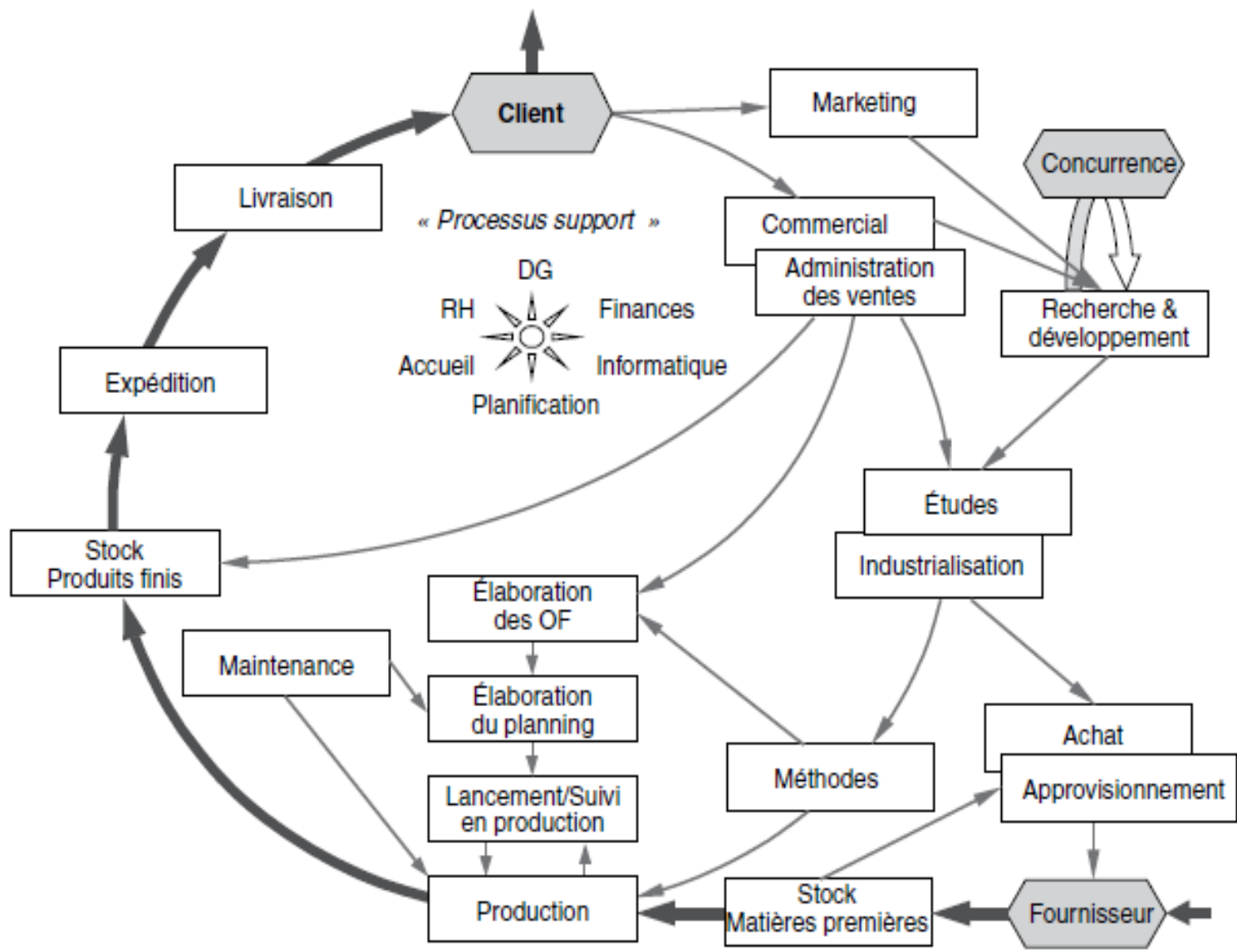
Le but d'une entreprise est de fabriquer des biens ou fournir des services pour satisfaire les besoins du marché. L'entreprise s'inscrit dans un contexte relationnel économique CLIENT/FOURNISSEUR (l'entreprise jouant alternativement, dans ce contexte, l'un et l'autre rôle).



Le système de production regroupe l'ensemble des ressources (physiques, humaines et financières) qui conduisent à la création de biens ou de services.

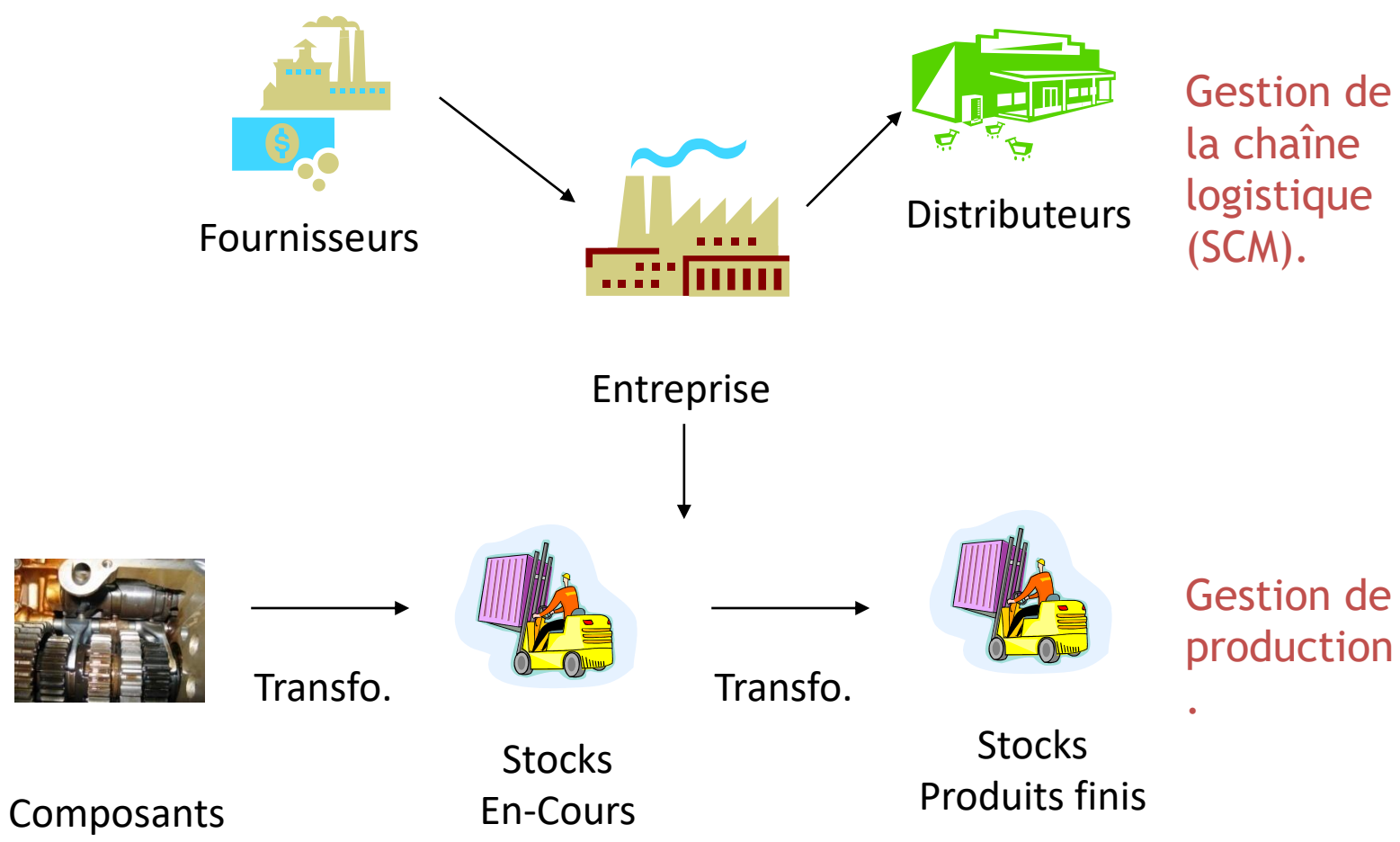
Chapitre 1 : Le système Entreprise et le système Production

Réseau de fonctions (ou de processus)



Chapitre 1 : Le système Entreprise et le système Production

les opérations internes et externes



Chapitre 1 : Le système Entreprise et le système Production

Le **management des opérations** est un domaine du management dont le but est de superviser la conception et le contrôle du processus de production et la refonte des opérations commerciales dans la production de biens ou de services.

Il implique la responsabilité de veiller à ce que les opérations commerciales soient efficaces, étant donnée la présence de contraintes en termes d'utilisation de ressources. Ceci est généralement requis si une entreprise veut satisfaire les exigences du client.

Le management des opérations se préoccupe du management du processus qui convertit les entrées (sous la forme de matériaux, de main-d'œuvre et d'énergie) en sorties (sous la forme de biens et/ou de services).

Le management des opérations est le processus qui combine et transforme divers ressources utilisées dans les sous-systèmes production/exploitation de l'organisation en valeur ajoutée produit/services d'une manière contrôlée selon les politiques de l'organisation.

Le management des opérations est crucial à tous les niveaux de l'organisation car ce n'est qu'à travers un management sans faille : du personnel, du capital, de l'information de la matière que l'entreprise peut atteindre ses objectifs.

Chapitre 1 : Le système Entreprise et le système Production

L'entreprise

Une entreprise industrielle est une organisation qui commercialise des produits et/ou des services de manière à obtenir un bénéfice. Elle vend des produits pouvant être :

- des produits de consommation,
- des équipements,
- des études,
- des services, etc.

Le but majeur de l'entreprise est de satisfaire des besoins exprimés et latents de clients. Ces besoins sont essentiellement : un bon produit, livré à temps et à un prix raisonnable. Pour atteindre ces objectifs, l'entreprise dispose de ressources humaines (savoir faire, qualification), financières et matérielles.

Chapitre 1 : Le système Entreprise et le système Production

Historique : 4 périodes

1^{ère} période : A partir de la fin du 19^{ème} siècle

Les débuts de l'industrie : La production est proche de l'artisanat , faibles quantités, grande diversité, personnel très qualifié.

2^{ème} période : de la 1^{ère} guerre mondiale à 1975

La demande est très importante, et même supérieure à l'offre. fabrication en très grandes séries, faible diversité, personnel peu qualifié, travail découpé en tâches élémentaires simplifiées et rapides pour garantir un enchaînement rapide des opérations. Dans ce contexte, pour que l'entreprise existe, il suffit de ***PRODUIRE PUIS VENDRE***

Chapitre 1 : Le système Entreprise et le système Production

Historique : 4 périodes

3^{ème} période : 1975 à 1985

l'offre et la demande s'équilibrent, le client a le choix du fournisseur. C'est l'après-choc pétrolier, il est nécessaire de faire des prévisions commerciales, d'organiser les approvisionnements, de réguler les stocks. Il faut alors ***PRODUIRE CE QUI SERA VENDU***

4^{ème} période

les marchés sont fortement concurrentiels et surtout se mondialisent. L'offre est supérieure à la demande et de nouvelles contraintes apparaissent : maîtrise des coûts, qualité, délais de livraisons courts et fiables, produits personnalisables et à faible durée de vie,...Les séries sont toujours importantes, mais très diversifiées. L'entreprise doit tendre à ***PRODUIRE CE QUI EST DEJA VENDU***

Chapitre 1 : Le système Entreprise et le système Production

Types d'entreprises

Il existe plusieurs façons de classer une entreprise suivant :

Sa forme juridique ; sa taille ; sa structure ; son secteur d'activité ; **la nature de sa production ; son type de production ; son mode de production.**

En gestion de production, il est plus courant d'étudier une entreprise suivant les trois dernières classifications.

Chapitre 1 : Le système Entreprise et le système Production

Nature de la production

➤ *Entreprise fournissant des services*

L'activité de l'entreprise est orientée vers la production d'un service, ou d'une prestation intellectuelle, non matérialisée par un produit. Dans ce type d'entreprise, l'outil de production, de type machine-outil, est inexistant.

Exemple : bureaux d'études...

➤ *Entreprise fabriquant des produits par montage*

Pour réaliser ses produits, l'entreprise achète tout d'abord des éléments manufacturés qu'elle assemble ensuite pour fabriquer les produits finis destinés aux clients. Cette entreprise se caractérise par un outil de production dont les postes de travail n'impliquent pas spécialement des investissements très lourds.

Exemples : industries de l'électronique

➤ *Entreprise fabriquant des produits après transformation de la matière*

La fabrication des produits finis de ce type d'entreprise, nécessite une transformation de la matière première (apport, enlèvement, déformation...). L'outil de production est constitué de postes de travail (machines-outils) de coûts généralement très élevés

Exemples : industries de mécanique,

Chapitre 1 : Le système Entreprise et le système Production

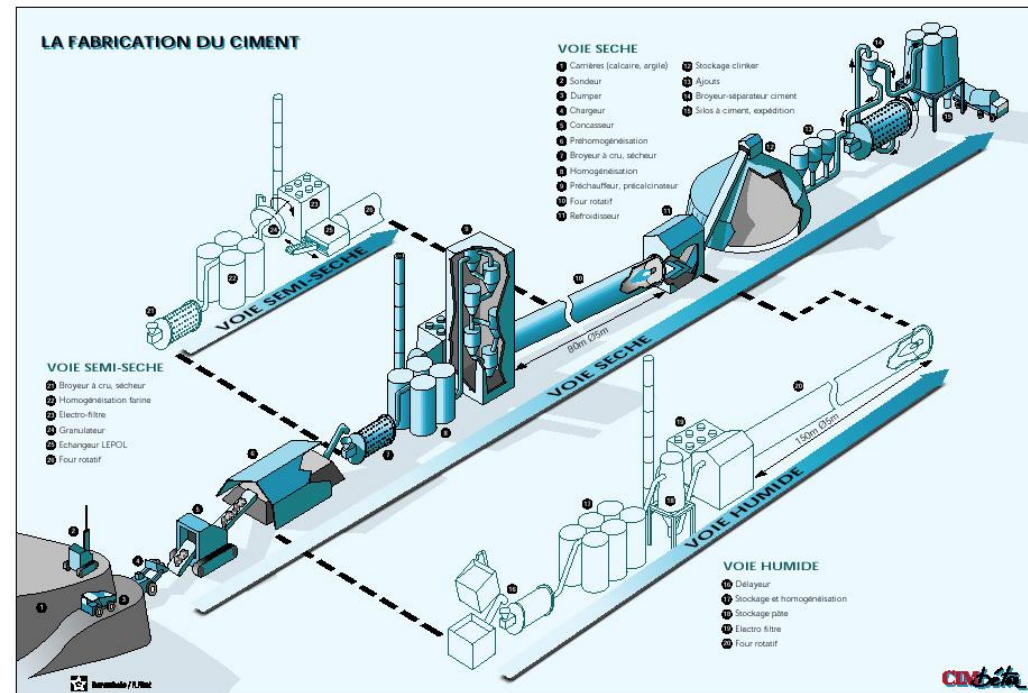
Modes de production

Le mode de production caractérise le processus de réalisation d'un produit.

➤ Production continue

La production continue concerne des produits dont le processus de transformation des matières ne doit pas s'interrompre entre deux postes de travail consécutifs, c'est-à-dire sans stockage intermédiaire entre les postes. On parle souvent dans ce cas « d'industrie de process ».

Exemple : raffineries de pétrole, cimenteries...



Chapitre 1 : Le système Entreprise et le système Production

Modes de production

Le mode de production caractérise le processus de réalisation d'un produit.

➤ *Production continue*

- investissements considérables qui ne sont rentabilisés que grâce à un taux élevé d'utilisation et à une très forte automatisation.
- une vitesse régulière de transformation et de transfert,
- un système d'approvisionnement efficace.

On a recours à ce type de production lorsque l'on a un volume important de production et une bonne stabilité de la demande.

Chapitre 1 : Le système Entreprise et le système Production

Modes de production

Le mode de production caractérise le processus de réalisation d'un produit.

➤ *Production discontinue*

Dans cette production, également appelée « **production manufacturière** », chaque produit est réalisé suivant un processus de production qui peut être fractionné pour permettre la reprise de produits semi-finis. La production discontinue peut-être séquentielle ou non.

L'optimisation d'une telle production vise à minimiser les en-cours, les retards... et à maximiser l'occupation des moyens de production.

Exemple: chaine de production discontinue



Chapitre 1 : Le système Entreprise et le système Production

Modes de production

Le mode de production caractérise le processus de réalisation d'un produit.

➤ *Production hybride*

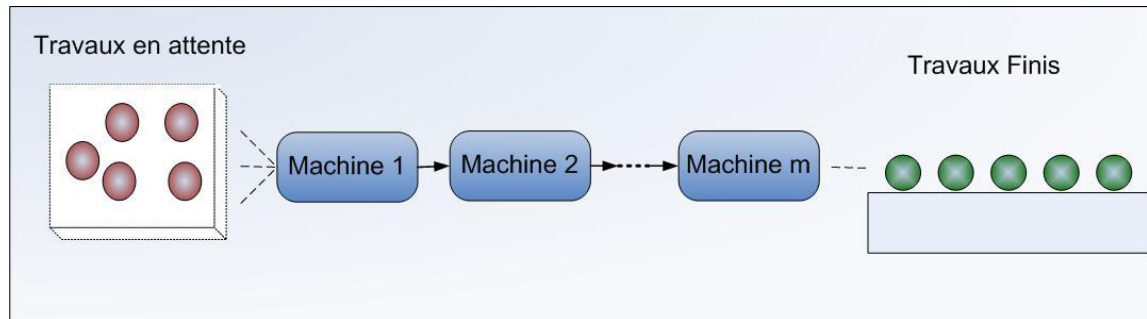
La plupart des systèmes de production actuels sont de plus en plus organisés autour d'une chaîne de production fortement automatisée. Un tel système peut alors se décomposer en trois sous-systèmes :

- un sous-système de production discontinue, en amont de la chaîne automatisée de production, chargé de la préparation des composants nécessaires à la production de la chaîne ;
- un sous-système de production continue représenté par la chaîne de production ;
- un sous-système de production discontinue en aval de la chaîne, chargé de la personnalisation, du conditionnement et de l'expédition des produits finis réalisés par la chaîne.

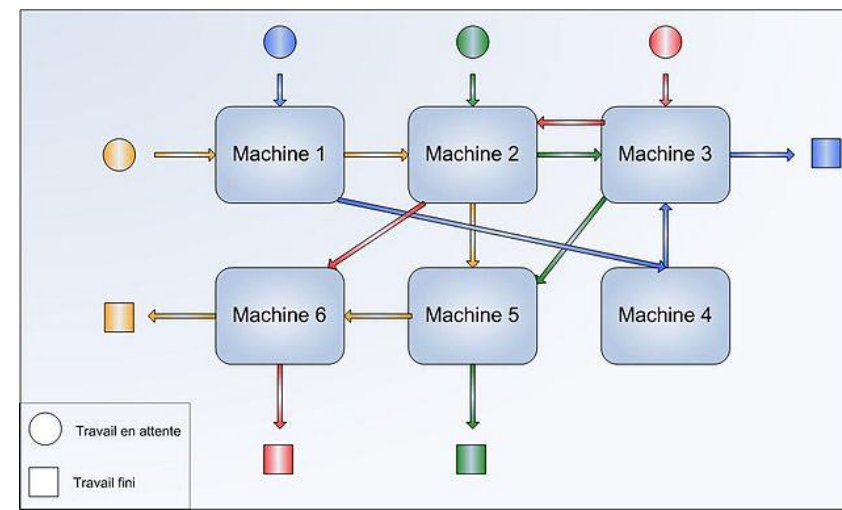
Chapitre 1 : Le système Entreprise et le système Production

Production flow-shop/job-shop

Dans une production de type « **flow-shop** », les produits subissent une même séquence d'opérations avec des temps opératoires éventuellement différents.



Dans une production de type « **job-shop** », l'élaboration du produit entraîne une utilisation des postes de charge dans un ordre variable en fonction de son processus d'élaboration. Généralement, ceux-ci sont regroupés en sections homogènes ou en îlots de fabrication.



Chapitre 1 : Le système Entreprise et le système Production

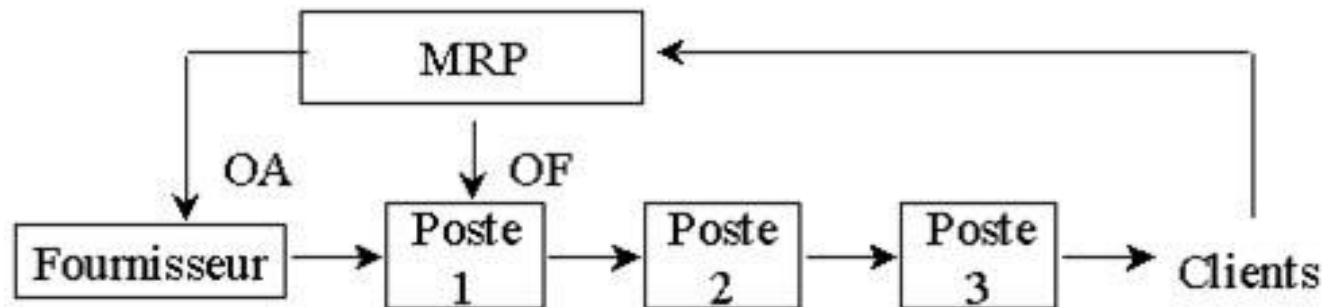
Production flux tiré / flux poussé

Dans une **production à flux poussé**, on fabrique les produits à partir de prévisions de ventes, ou de commandes fermes, et les ordres concernant la fabrication sont transmis de façon à réaliser progressivement les produits.

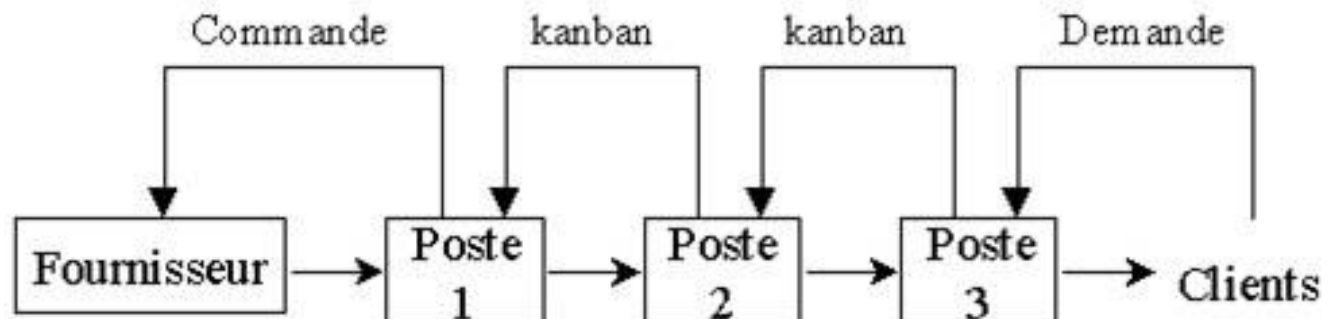
Dans une **production à flux tiré**, on fabrique les produits pour remplacer les produits qui ont été vendus. Les ordres concernant la fabrication sont transmis de façon à terminer les produits ou les sous-ensembles déjà en cours de fabrication en fonction de la demande réelle.

Production flux tiré / flux poussé

MRP - FLUX POUSSE



KANBAN - FLUX TIRE



Chapitre 1 : Le système Entreprise et le système Production

Types de production (discontinue)

Le type de production d'un produit se caractérise par la quantité de produits à fabriquer lancée en une fois

➤ *Production par lot*

le même outil de production est utilisé pour fabriquer une grande variété de produits analogues mais non identiques. Le lot de fabrication peut-être composé de quelques unités à quelques centaines d'unités. Chaque changement de lot de fabrication nécessite un nouveau réglage qui peut aller jusqu'à une reconfiguration complète du poste.

➤ *Production unitaire*

C'est un cas particulier de la fabrication par lot. Dans ce type de production, le produit est fabriqué à l'unité, ou en très petite série, conformément à un besoin spécifique. La réalisation de tels produits nécessite généralement beaucoup de main-d'œuvre impliquant un cycle de production relativement long.

Exemple : bâtiments, construction navale, aéronautique...

➤ *Production de masse*

Dans un tel mode, les produits sont fabriqués en très grande quantité. Ce sont des produits standards ou similaires qui nécessitent l'utilisation d'un outil de production spécialisé

Exemple : électroménager, automobiles...

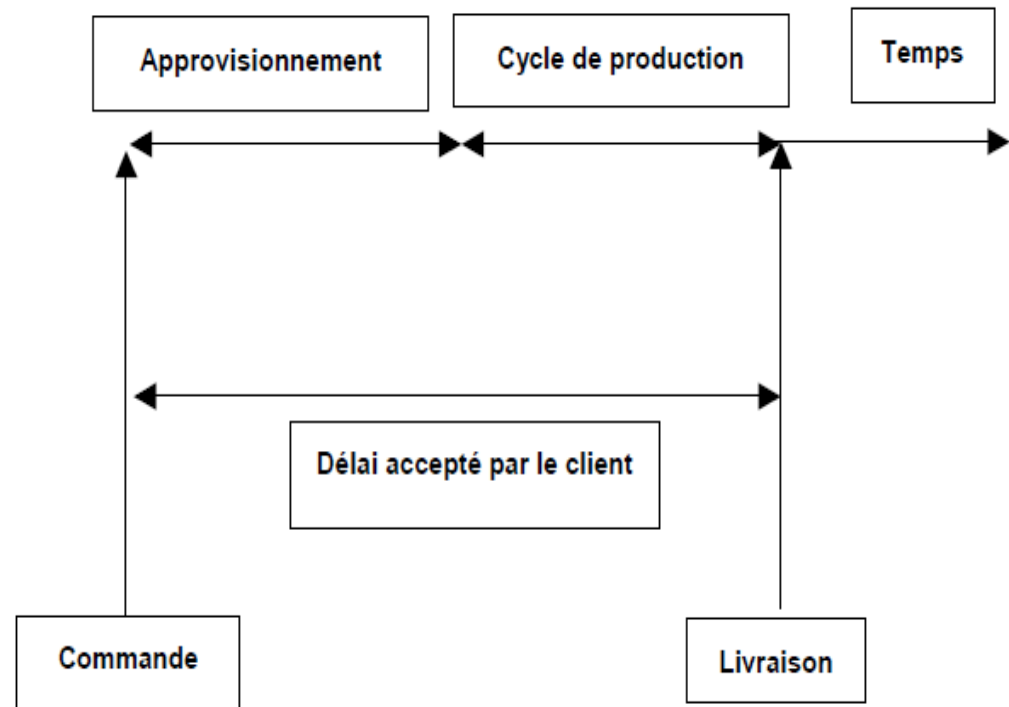
Chapitre 1 : Le système Entreprise et le système Production

Types de fabrication

Le type de fabrication d'un produit permet de définir la relation client/entreprise. Il caractérise le type de disponibilité et de spécifications des produits fabriqués.

► *Fabrication à la commande*

Le fabricant attend les commandes fermes des clients pour commencer à approvisionner et à produire. Pour l'entreprise c'est le cas idéal car elle produit uniquement ce qu'elle vend. Mais il faut que le délai accepté par le client soit compatible avec le temps de production.

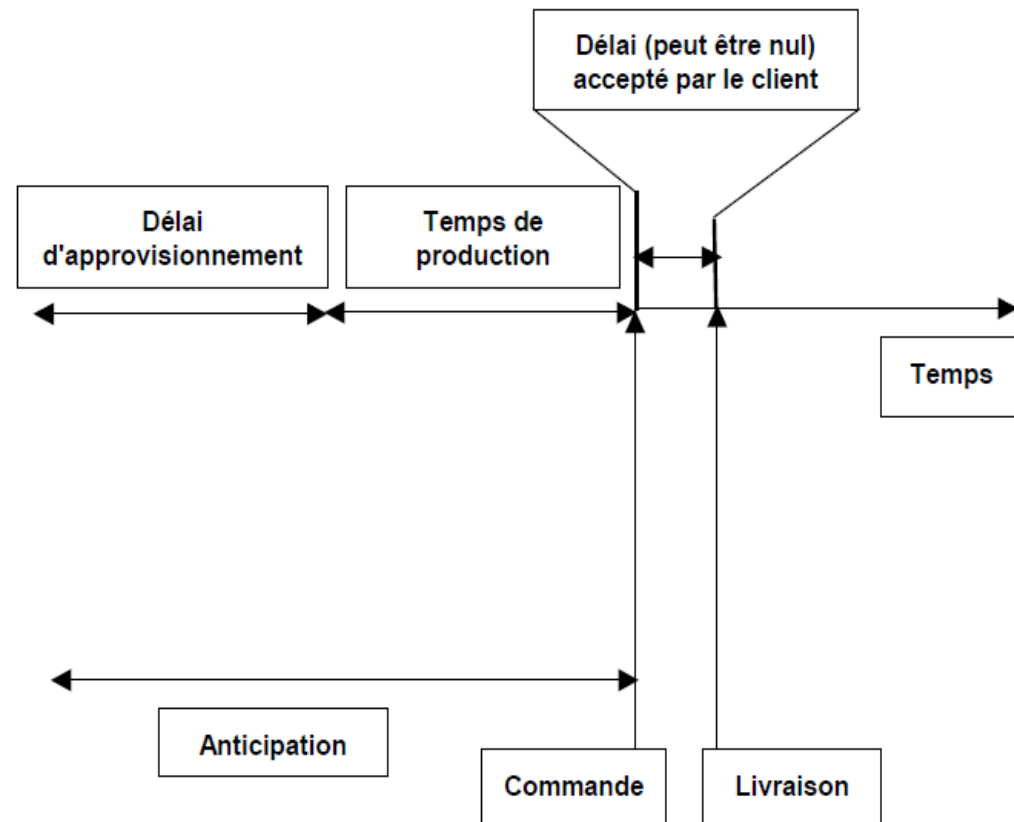


Chapitre 1 : Le système Entreprise et le système Production

Types de fabrication

► *Fabrication pour stockage*

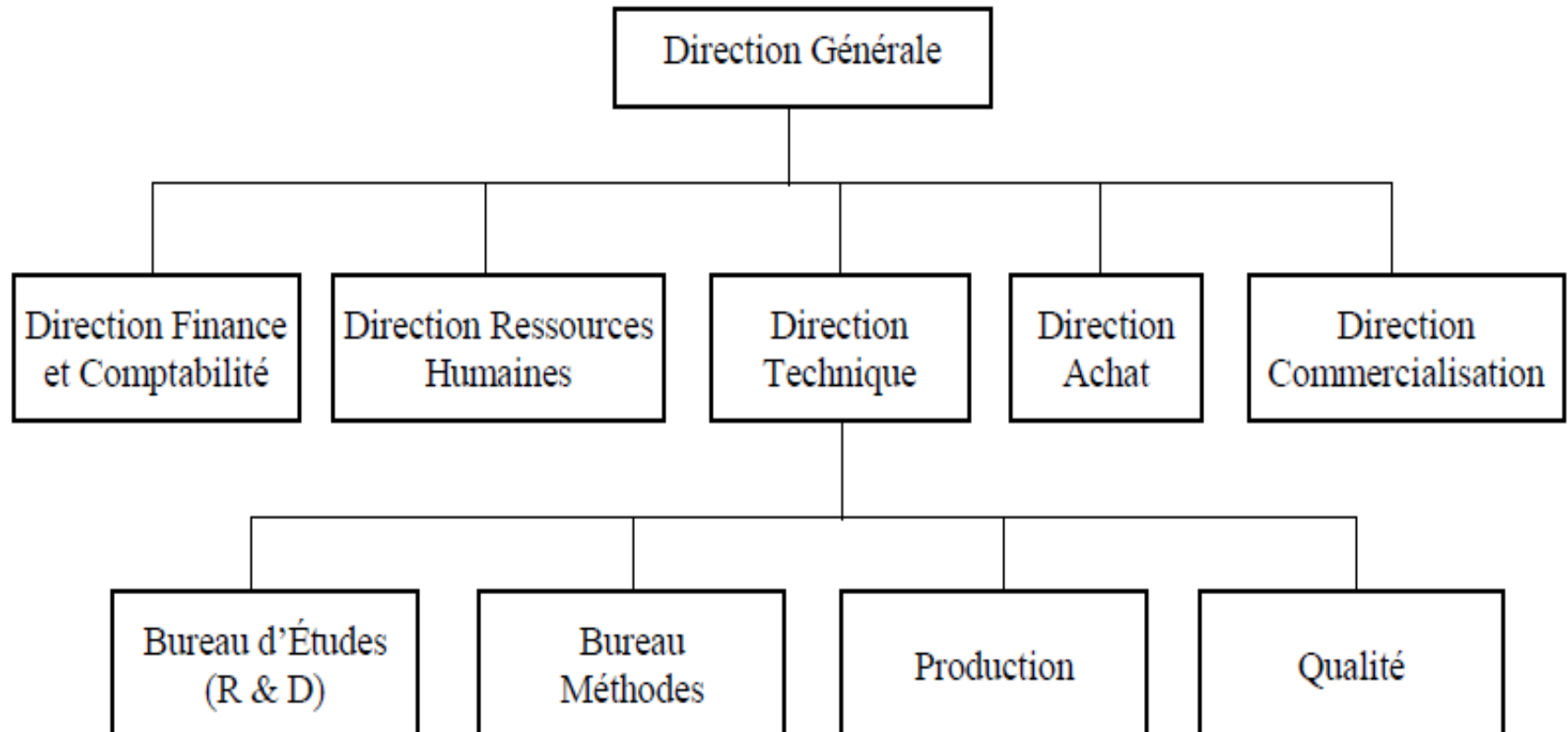
Elle concerne des produits peu coûteux ou d'usage général qui sont fabriqués en grande quantité. Le produit est disponible immédiatement à la vente à un prix standard fixé par catalogue. La production est souvent une production de masse ou une production par lot économique.



► *Fabrication mixte*

Chapitre 1 : Le système Entreprise et le système Production

Organisation et principales fonctions d'une entreprise



Chapitre 2 :

Les données techniques

Chapitre 2 : Les données techniques

Définition

l'ensemble des informations dont l'entreprise a besoin pour savoir comment fabriquer les produits qu'elle commercialise. On peut classer ces informations en deux grandes familles :

- **Celles qui concernent la définition des produits.** Elles permettent de calculer les besoins nets et bruts en composants et matières premières.

Articles, Nomenclatures, documents techniques

- **Celles qui concernent la façon de les fabriquer.** Elles permettent d'identifier les délais de production.

Gammes de fabrication, moyens de production

Chapitre 2 : Les données techniques

Les articles

Définition (Norme NF X50-310) : Les articles sont les éléments matériels ou immatériels de l'entreprise achetés, fabriqués, utilisés, vendus, « identifiés en tant que tel, et constituant de ce fait un élément de nomenclature ou de catalogue »

Un article peut être identifié par un ensemble de caractéristiques techniques (physiques...) et/ou commerciales. Puisque l'article est en premier lieu un concept lié à la gestion il peut ou non exister physiquement.

Matière première, produit semi fini, produit fini, formation, garantie, lot de 4 produits, fourniture, ...

Chapitre 2 : Les données techniques

Données Article

données dites « statiques » ou « permanentes » car elles varient peu

des données d'identification,
des caractéristiques techniques,
des paramètres de gestion détaillés.

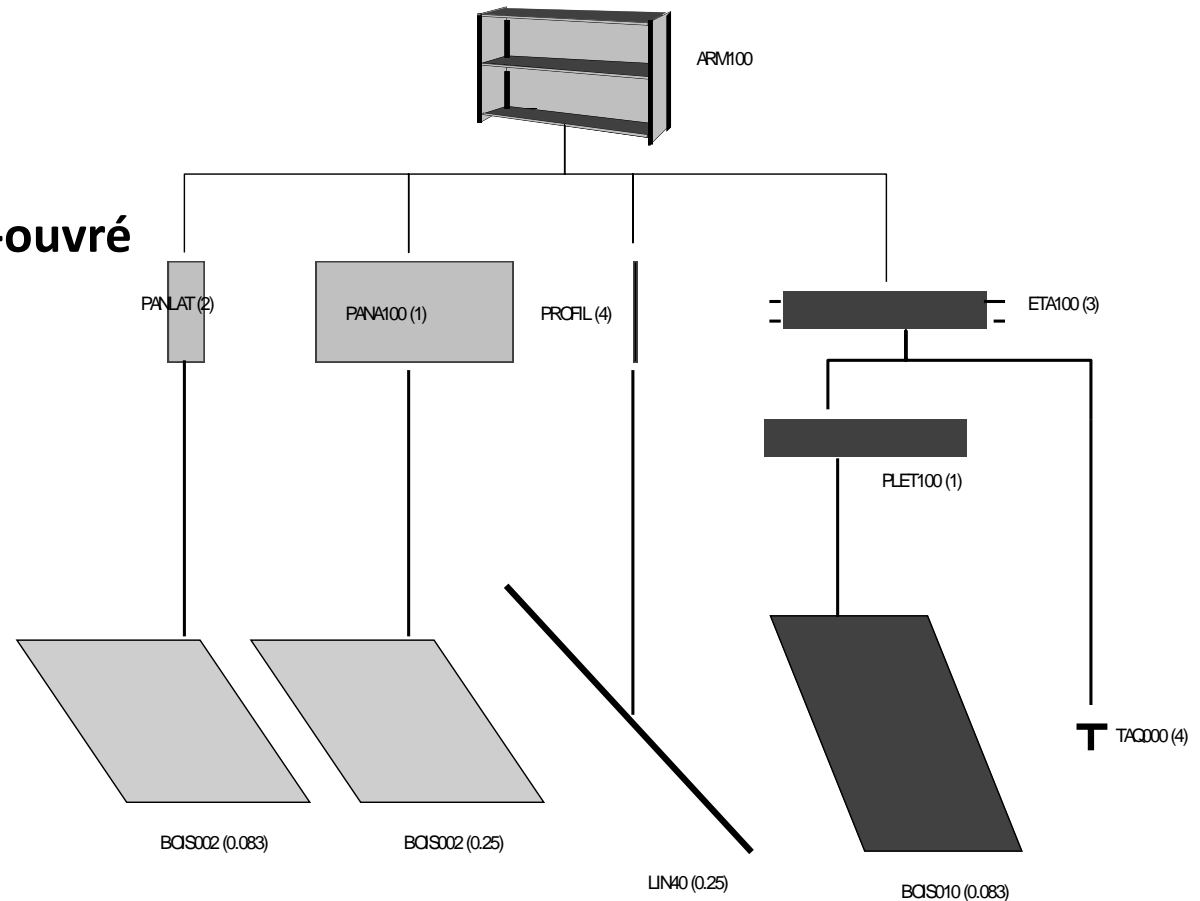
données dites « dynamiques »

- des données d'activité ou de situation : stocks, réservés, encours commandes ou fabrication...;
- des données de coûts, de statistiques.

Types d'articles

En fonction du stade d'élaboration

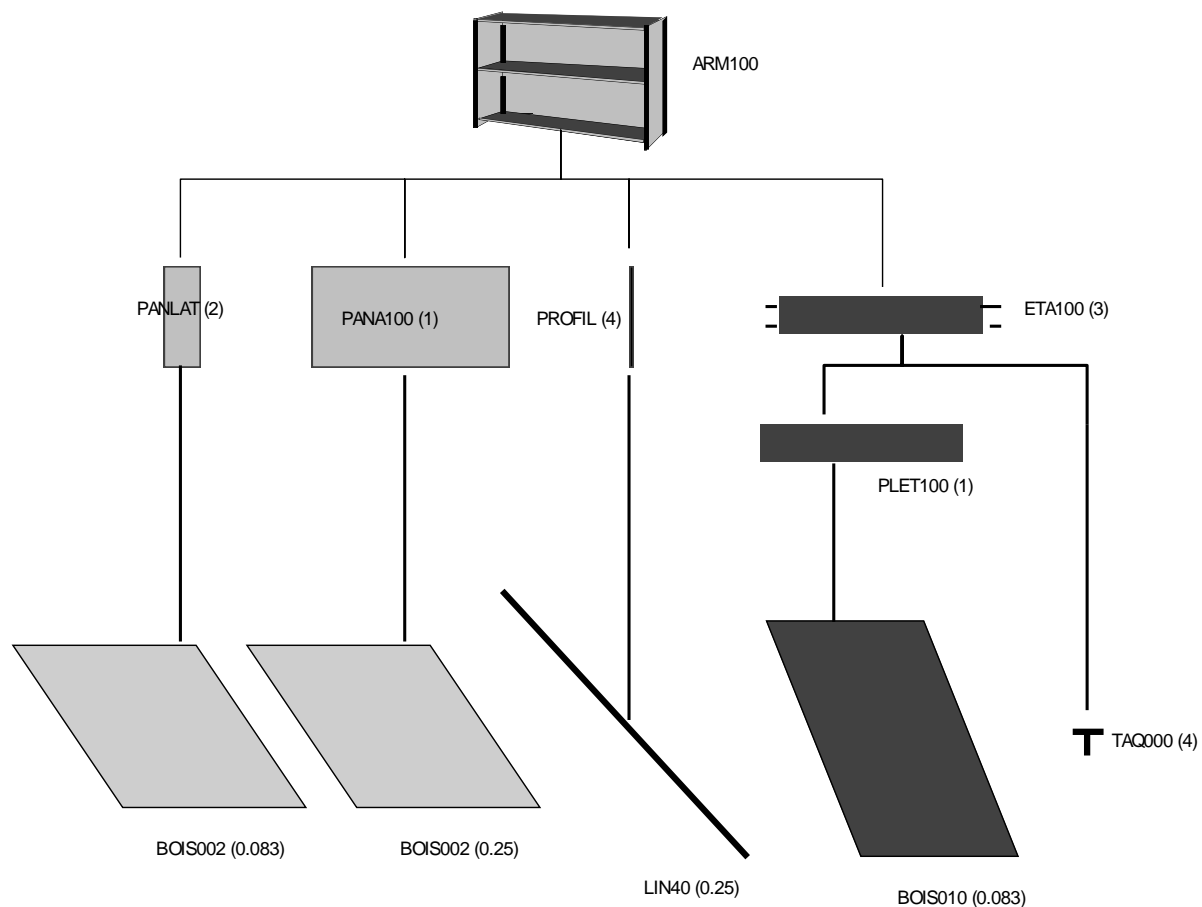
- Matière première
- Fourniture
- Pièce
- Sous-ensemble
- Ébauche ou brut
- Produit semi-fini ou semi-ouvré
- Produit fini



Types d'articles

En fonction du Client/Fournisseur

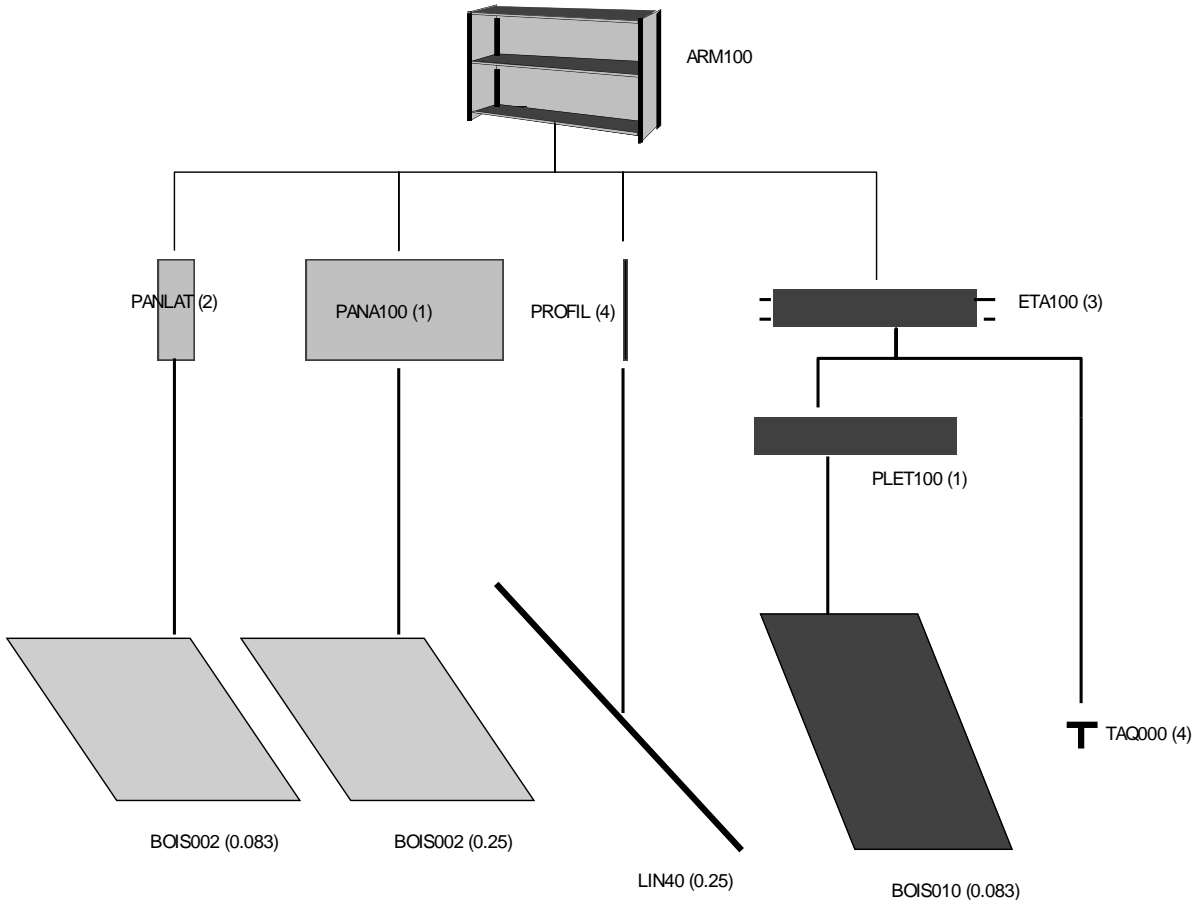
- Article de négoce
- Article fabriqué
- Article acheté



Types d'articles

En fonction de la nomenclature

- Composé
- Composant
- Articles fantômes
- Variantes
- Option



Chapitre 2 : Les données techniques

Types d'articles

En fonction de la complexité : lot

- en stock
- en commande
- de fabrication
- de transfert

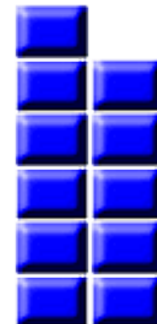
Coupe / Cutting
Taille de lot = 10
Batch size = 10



Soudage / Welding
Taille de lot = 7
Batch size = 7



Peinture / Painting
Taille de lot = 12
Batch size = 12



Chapitre 2 : Les données techniques

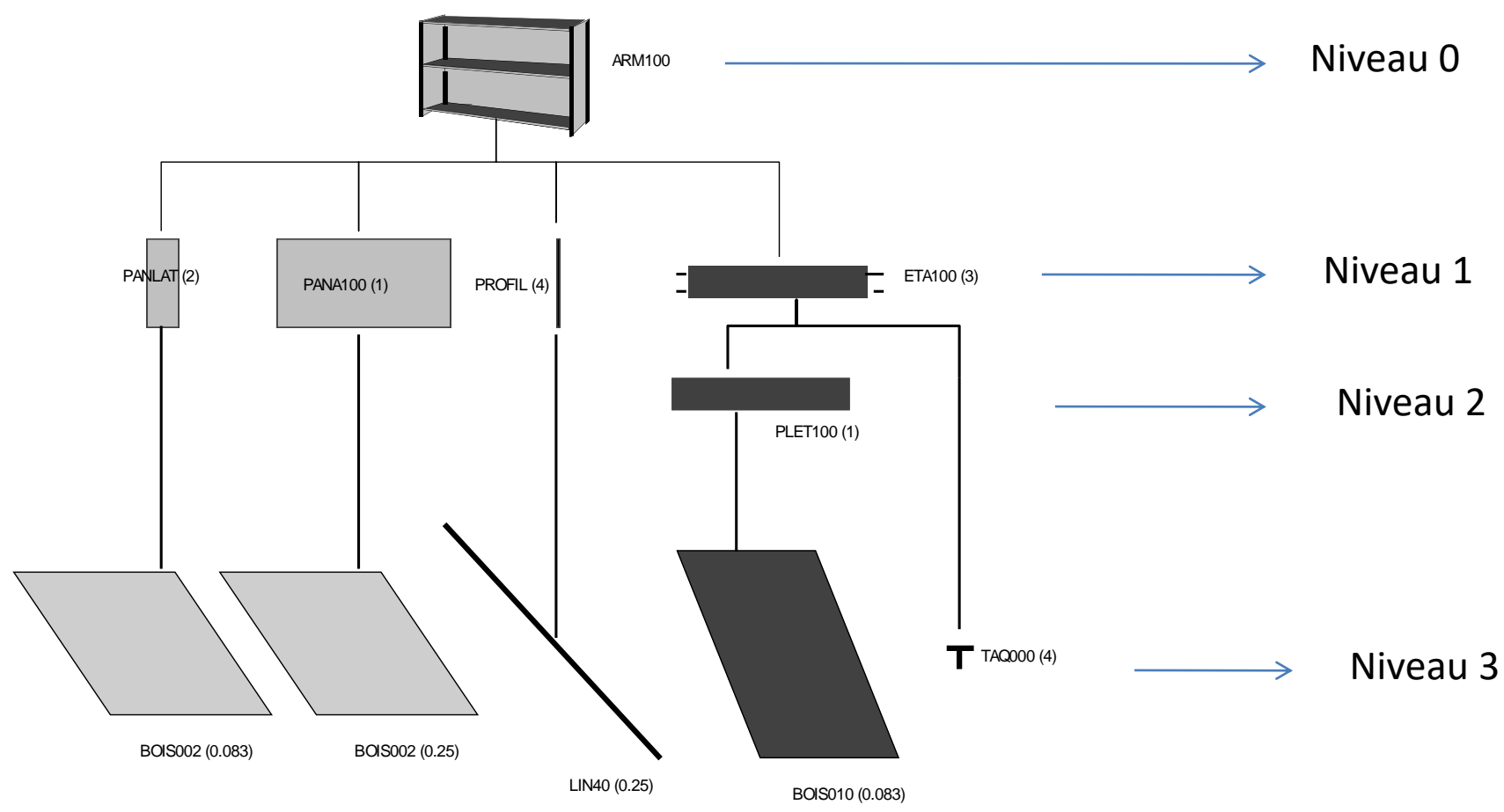
La nomenclature

Définition : Une nomenclature est un répertoire descriptif de l'ensemble des articles, affectés de leurs quantités, entrant dans la composition d'un produit (MP, composants, sous-ensembles...).

Niveaux: niveau 0 → produit fini
dernier niveau → matière première

$n \rightarrow n+1$ (composé → composant (s)) : relation (lien de nomenclature)

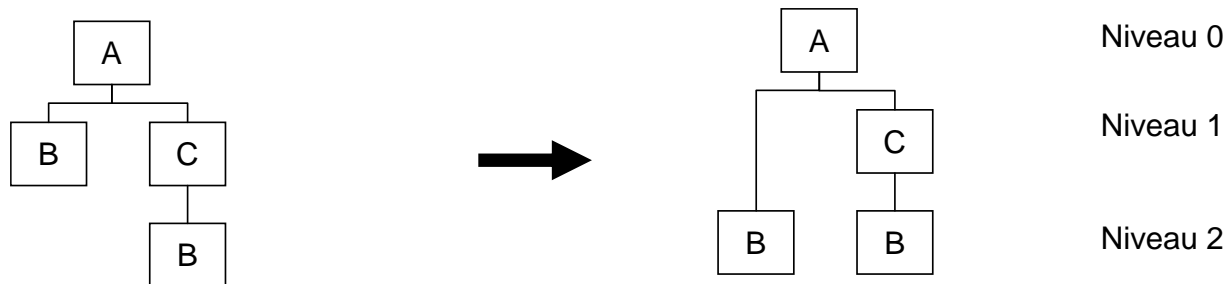
La nomenclature



Chapitre 2 : Les données techniques

La nomenclature

Règle du Plus bas niveau : un article utilisé à différents niveaux est placé au plus bas niveau où il intervient.



L'article B intervient aux niveaux 1 et 2, il est considéré de niveau 2.

Cette règle offre un double avantage. Le calcul des besoins d'un article n'est effectué qu'une seule fois, même si l'article apparaît plusieurs fois dans une nomenclature ou dans diverses nomenclatures (rassembler tous les besoins d'un article à un même niveau). D'autre part, elle permet d'allouer le stock disponible pour cet article au plus tôt dans le temps et non pas au niveau le plus haut de la nomenclature.

Chapitre 2 : Les données techniques

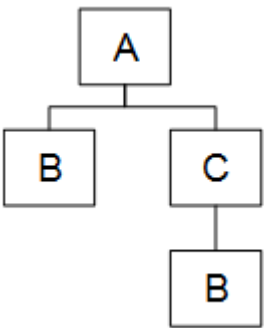
La nomenclature

Cas d'emploi : sert à déterminer pour un article donné la liste des composés pour lesquels il est composant. Le cas d'emploi peut être mono ou multi-niveaux (respectivement direct ou indirect).

Cas d'emplois directs (à un niveau) : donne la liste des articles qui possèdent l'article référence comme composant direct.

Cas d'emplois indirects (multi niveaux) : donne les emplois de l'article en remontant jusqu'au plus haut niveau de la nomenclature, c'est-à-dire aux articles qui n'entrent dans la composition d'aucun autre article.

Exemple : le cas d'emploi de l'article B



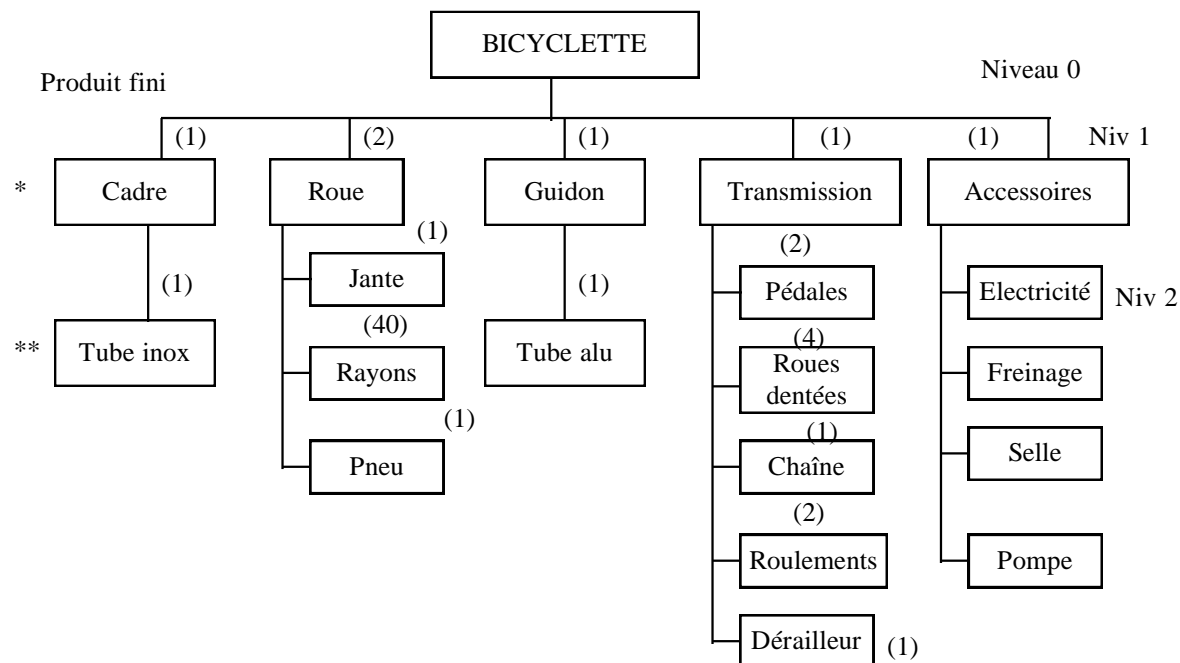
Mono-niveau	Multi-niveaux
1. C	1. C
1. A	2. A
	1. A

Chapitre 2 : Les données techniques

Types de nomenclature

En fonction de la forme

1. Nomenclature arborescente : c'est une décomposition du PF en fonction de ses composants. On part du PF jusqu'à ce qu'on arrive aux articles achetés. Elle est la plus utilisée en gestion de production.



* : Sous-ensembles

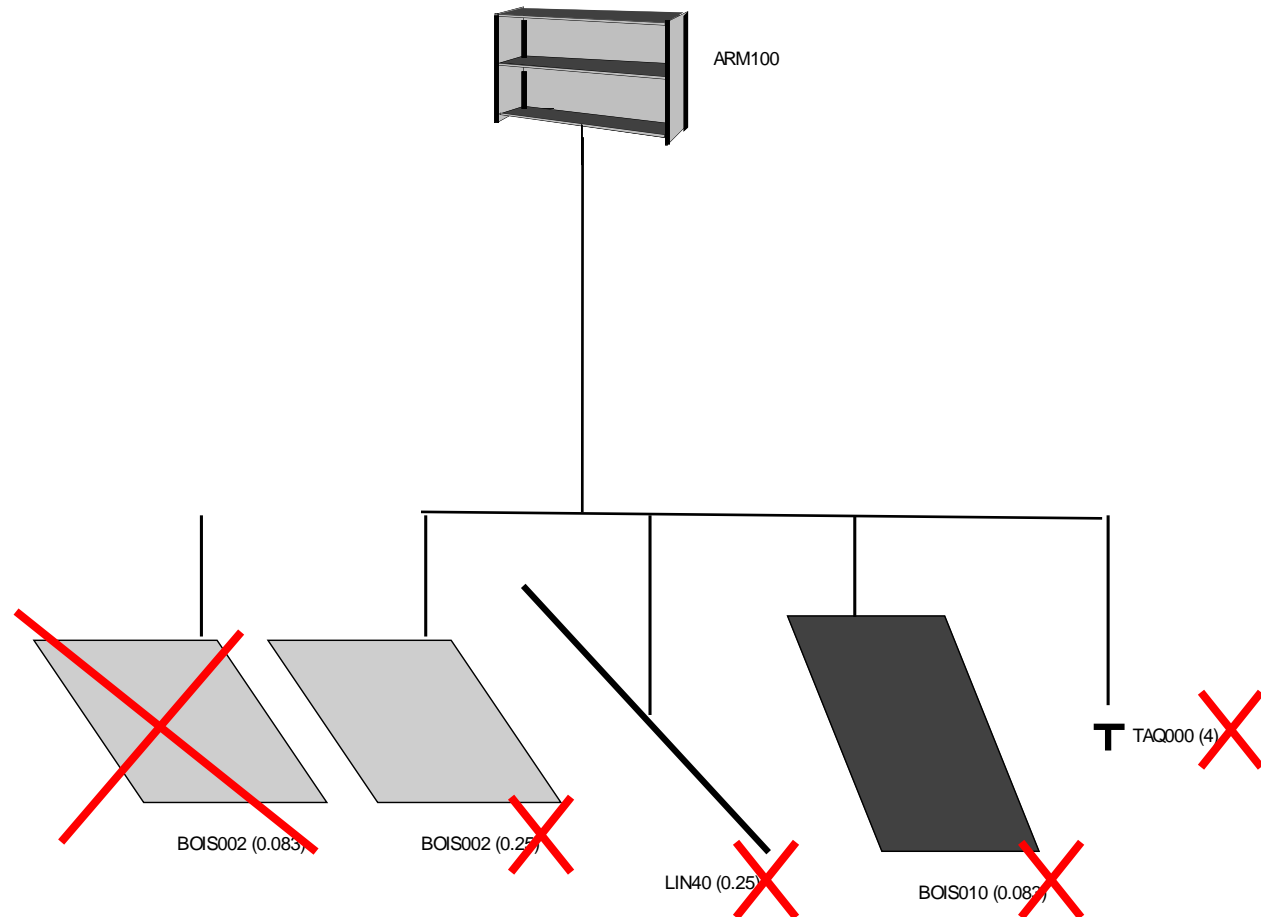
** : Composants

Chapitre 2 : Les données techniques

Types de nomenclature

En fonction de la forme

Nomenclature cumulée : la liste de tous les composants des plus bas niveaux (composants achetés).



Chapitre 2 : Les données techniques

Types de nomenclature

En fonction de la forme

Représentation matricielle : consiste en un tableau à deux entrées avec des lignes de composants et des colonnes de composés. Le coefficient de lien figure à l'intersection des lignes et des colonnes

<div>Composé</div> <div>Composant</div>	<i>Face avant équipée</i>	<i>Face avant</i>	<i>Cache CD</i>	<i>Cache DVD</i>
<i>Face avant</i>	1			
<i>Plastique blanc</i>		0.25		
<i>Cache CD</i>	1			
<i>Cache DVD</i>	1			
<i>Logo-autocollant</i>	1			
<i>Plastique gris</i>			0.01	0.01

Chapitre 2 : Les données techniques

Types de nomenclature

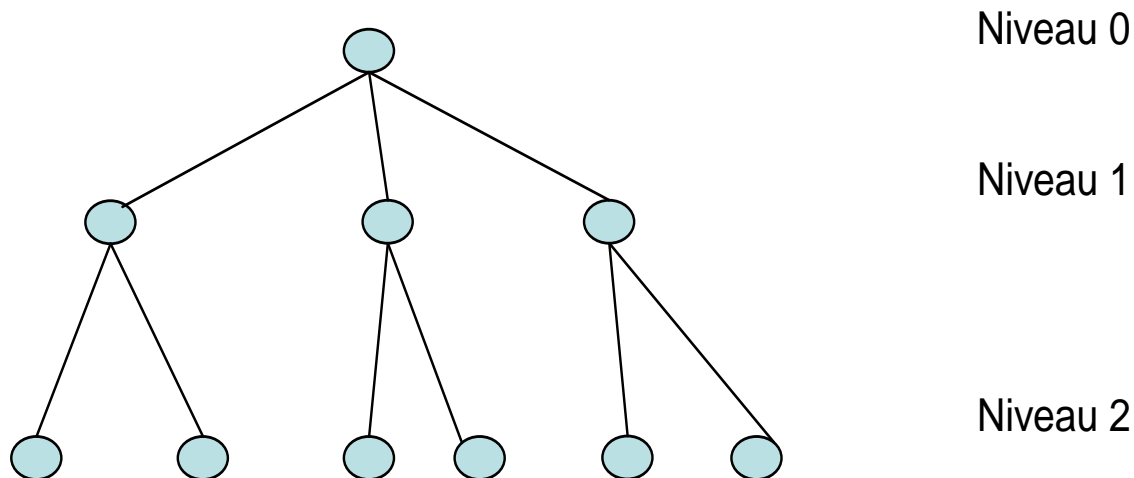
En fonction du type de produit ou de transformation

Nomenclature convergente ou en A : le produit fini est assemblé à partir de nombreux composants différents.

Peu de produits

Beaucoup de composants

Exemples: ensembles électroniques, informatiques, mécaniques générales



Chapitre 2 : Les données techniques

Types de nomenclature

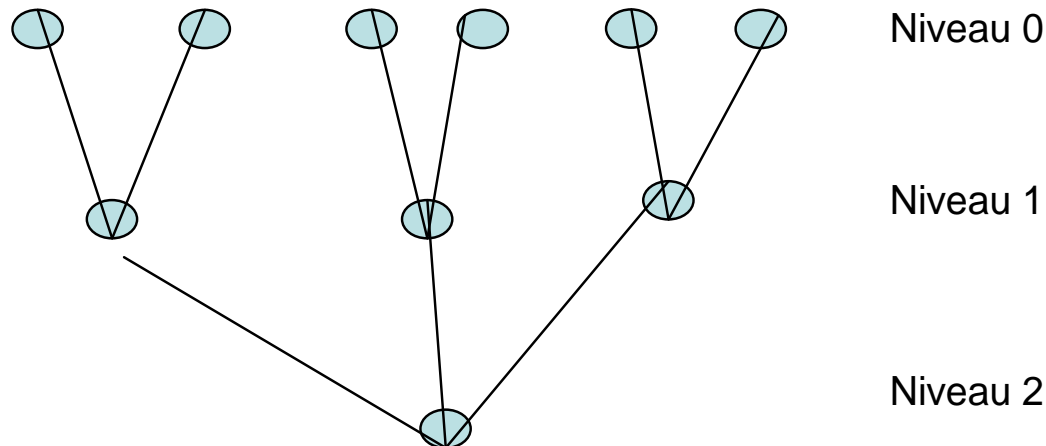
En fonction du type de produit ou de transformation

Nomenclature divergente ou en V : un nombre réduit de matières premières ou même une seule conduisent à une grande variété de produits finis. C'est le cas notamment de.

Beaucoup de produits

Peu de composants

Exemples: l'industrie laitière ou l'industrie pétrolière



Chapitre 2 : Les données techniques

Types de nomenclature

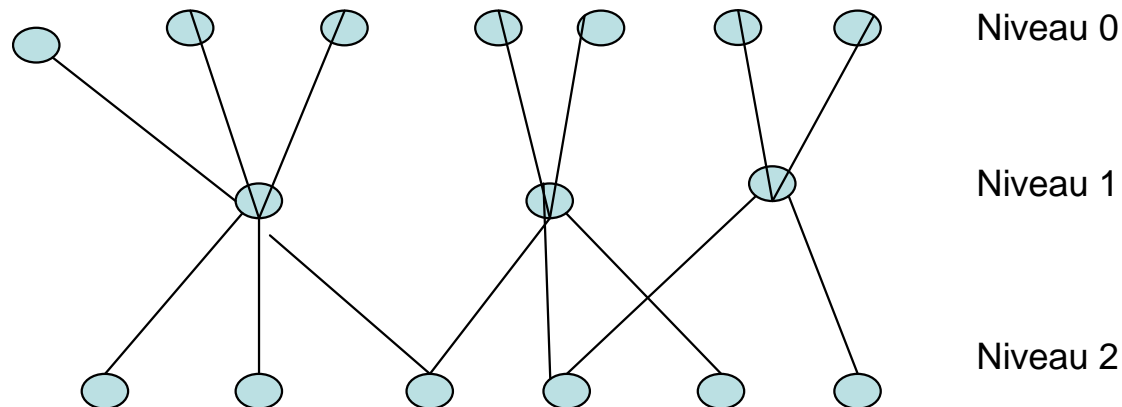
En fonction du type de produit ou de transformation

Nomenclature à point de regroupement ou en T : les composants de plus bas niveau sont assemblés dans des sous ensembles en nombre plus faible. Ceux-ci sont alors assemblés dans de nombreux produits finis différents.

Beaucoup de produits

Beaucoup de composants

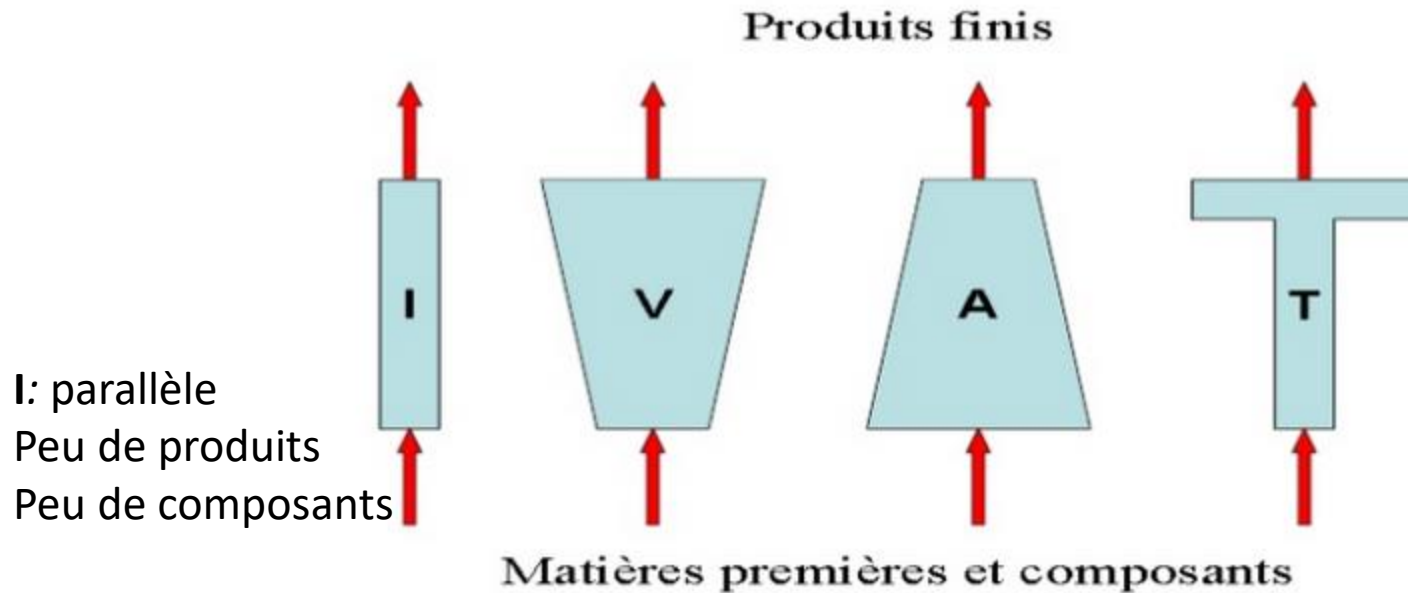
Exemples: automobile



Chapitre 2 : Les données techniques

Types de nomenclature

Structure du produit



Chapitre 2 : Les données techniques

Les ressources de production

Poste de travail

Une tâche s'effectue sur un poste de travail.

Comment définir le poste de travail ?

C'est d'abord un endroit donné où se trouvent une machine et/ou une personne.
A cet endroit le processus de fabrication exécute une opération et augmente en conséquence la valeur ajoutée de l'article en-cours d'élaboration.



Chapitre 2 : Les données techniques

Les ressources de production

Poste de charge

Un poste de charge est une unité de capacité (ressource) et de charge (besoin) gérée dans l'atelier.

Est un ensemble de (s) machine (s) et/ou de (s) opérateur (s) qui peuvent être considérés comme équivalent du point de vue tâches à effectuer .

Un poste de charge peut donc regrouper éventuellement plusieurs postes de travail identiques mais aussi plusieurs postes de travail différents.

Utilisation:

Planification des capacités

Planification des charges

Gestion des files d'attentes

Calcul du prix de revient

Connaissance de l'état d'avancement d'un OF

Chapitre 2 : Les données techniques

Les ressources de production

Outillage

C'est un dispositif qui se monte sur le poste de travail pendant la fabrication du produit.

Exemples

Dans la mécanique : un diviseur sur une fraiseuse.

Dans l'injection plastique : un moule ou un maître moule et une empreinte.

Dans l'industrie textile : une forme de découpe.

Chapitre 2 : Les données techniques

Opération de production

L'opération est une « action destinée à modifier les caractéristiques d'un article ou d'un en-cours pour aboutir à un nouvel article ou à un nouvel en-cours ».

Les opérations sont composées de **tâches** ou **phases**, processus le plus élémentaire correspondant à une action physique (déplacer une pièce, saisir un objet,...).

Une tâche correspond à l'emploi d'une ou plusieurs ressources identifiées.

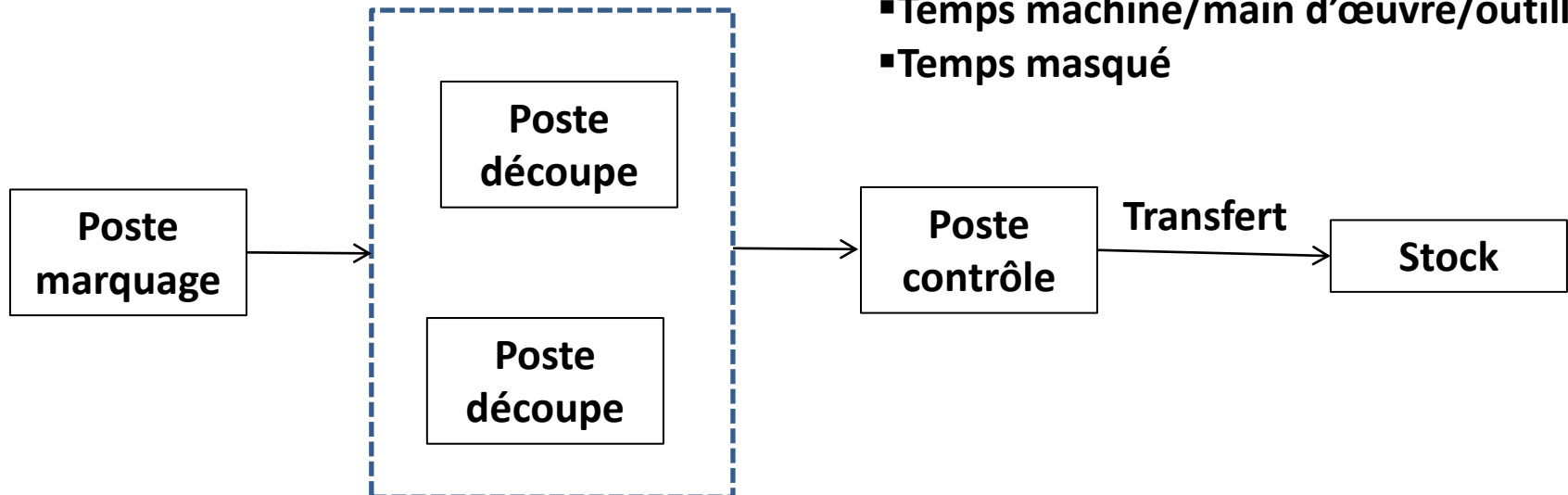
Une opération regroupe des tâches consécutives sur un poste de charge et modifie donc les caractéristiques et l'état des composants en-cours de transformation.

Usinage, fraisage, montage, moulage, impression, marquage, perçage, soudure, assemblage,

Définition des temps liés à la production

Simulation d'une ligne de production

- Temps d'ouverture
- Temps de disponibilité/indisponibilité
- Temps de fabrication
- Temps unitaire
- Temps de préparation
- Temps de réglage
- Temps opératoire
- Cadences et temps de cycle
- Temps d'attente
- Temps machine/main d'œuvre/outillage
- Temps masqué



Temps opératoire

C'est la somme des temps technologiques pour la quantité à fabriquer, c'est-à-dire :

Temps opératoire = temps de préparation + temps de fabrication

Temps opératoire = temps de préparation + (nombre de lots) X temps unitaire

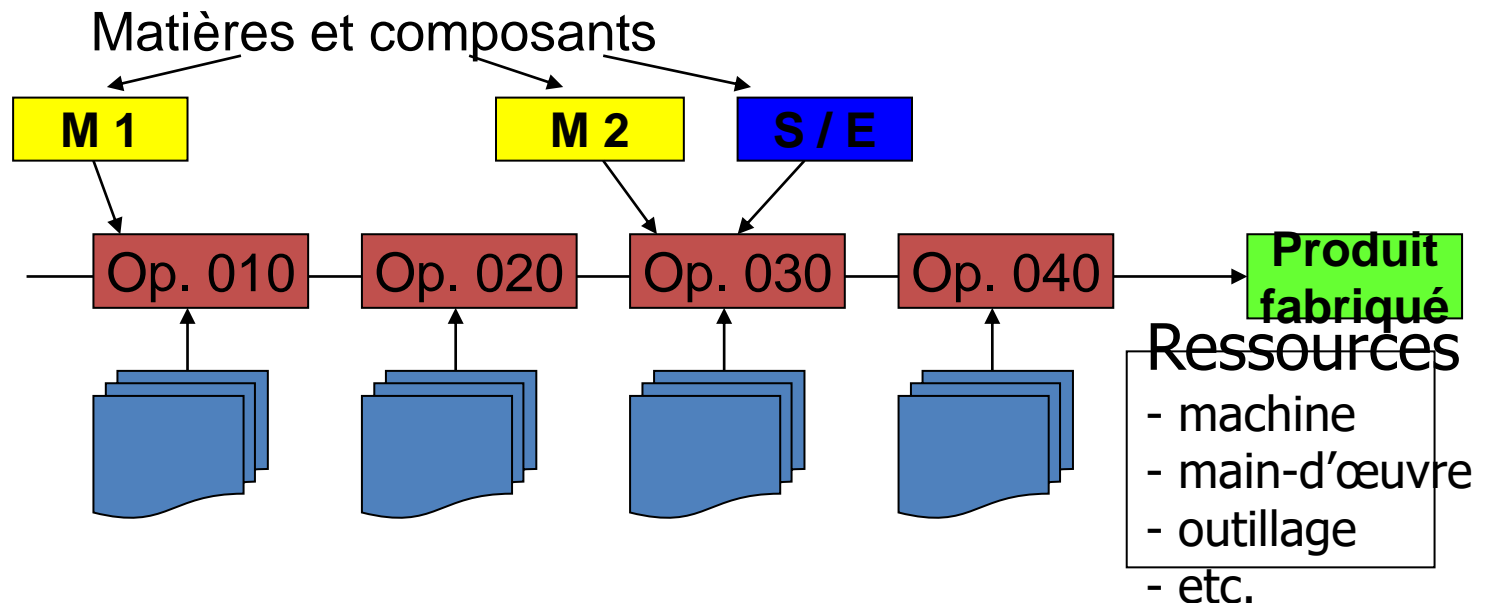
avec nombre de lots = $E \left(\frac{\text{Quantité}}{\text{Lot}} + 1 \right)$

On peut aussi faire le calcul avec une cadence (horaire, quotidienne, etc.) au lieu d'un temps unitaire.

Gamme de fabrication

Les gammes définissent les séquences nécessaires à la fabrication, le montage ou le contrôle des produits. Elles contiennent donc la description détaillée de chaque opération, ou phase.

Pour chaque phase, il est précisé les ressources nécessaires (poste de charge, outillage et matières premières ou composants), les différents temps d'exécution et le mode opératoire correspondant à la transformation.



Chapitre 2 : Les données techniques

Il est également possible de classer les nomenclatures suivant leur nature :

Gamme principale. La fonction méthodes définit, au départ, un processus de fabrication caractérisé par les différentes tâches à réaliser sur des ressources déterminées que l'on appelle « gamme principale ».

Gamme secondaire (ou de remplacement). Si, pour différentes raisons, il n'est pas possible d'appliquer cette gamme principale, il est possible d'utiliser une « gamme secondaire » (appelée également « gamme de remplacement ») qui définit un processus légèrement différent mais tout aussi acceptable.

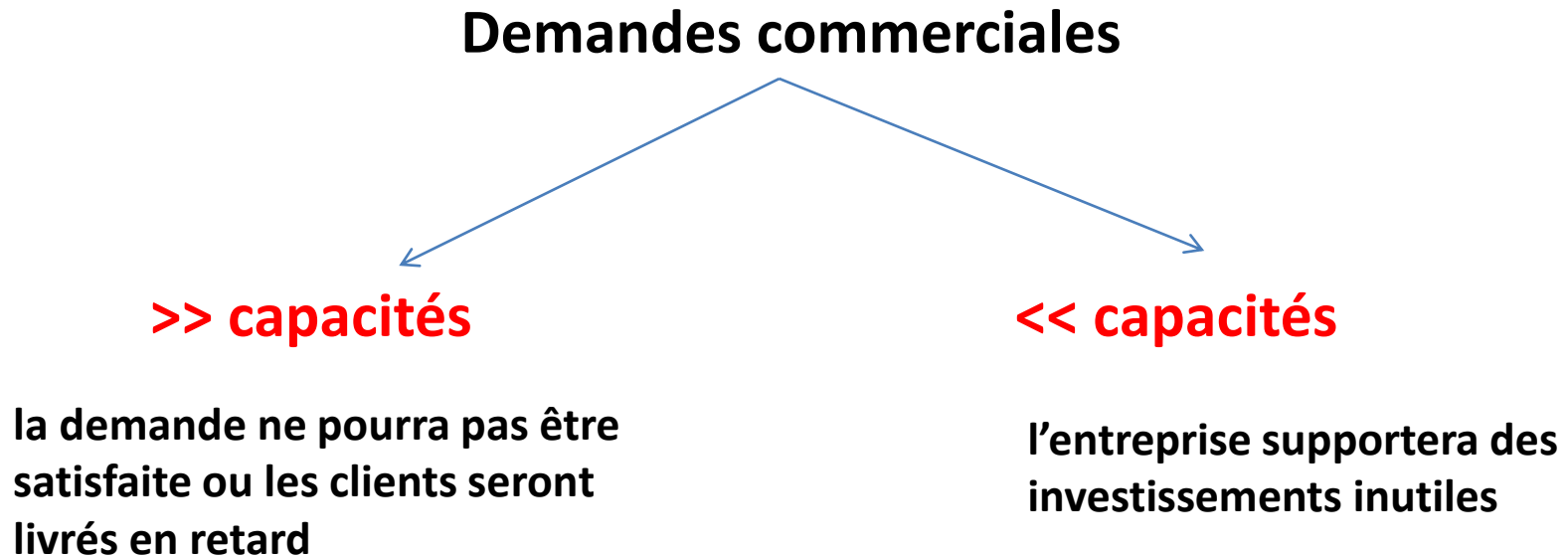
Gamme linéaire. Une gamme linéaire définit un processus de fabrication strictement séquentiel, une phase ne pouvant être exécutée que lorsque la précédente est terminée.

Gamme à enclenchement. Il est possible de décrire la réalisation d'un produit complexe en plusieurs gammes correspondant chacune à une partie de l'ensemble. Il sera alors nécessaire de définir un graphe pour déterminer l'enclenchement et les éventuels recouvrements des gammes.

TD 1

Chapitre 3 : Gestion de la capacité

Introduction



Ainsi, bien adapter la capacité de production à la demande commerciale a donc une influence déterminante sur les délais de livraison et sur les coûts de revient et par conséquent sur la satisfaction du client.

Chapitre 3 : La gestion de la capacité

Les ressources

Il s'agit de l'ensemble de moyens nécessaires pour réaliser la transformation des matières premières et composants en produits finis. Selon le type de l'activité industrielle, les ressources comprennent :

- de la main d'œuvre,
- des équipements,
- des outillages,
- des informations,
- des bâtiments,
- etc.

Chapitre 3 : La gestion de la capacité

La capacité d'une ressource

La capacité mesure l'aptitude d'un système à traiter un flux.

Exemples :

- Assemblage de 100 voitures par heure ;
- Débit d'un canal d'eau : $100000 \text{ m}^3/\text{h}$;
- Compagnie aérienne : 120 sièges par vol.

Gérer la capacité consiste à déterminer un niveau de ressources nécessaire et suffisant pour répondre à la demande commerciale prévisionnelle

Chapitre 3 : La gestion de la capacité

L'unité de capacité

1^{er} cas : Produits semblables

une seule unité physique convient.

Exemple : La chaîne d'assemblage d'un constructeur de voiture a une capacité de 450 véhicules/jour, résultant de 30 véhicules par heure pendant 15 heures. Bien qu'il existe plusieurs modèles de cette marque, l'unité de capacité choisie est le véhicule (tous modèles confondus).


2^{ème} cas : Produits différents, se partageant les ressources

Généralement, la capacité est traduite en durée de disponibilité de la ressource par période.

Exemple : centre d'usinage travaillant en équipes et traitant des tâches différentes ou commandes personnalisées. Pour que cette unité de mesure soit utilisable, il faut que les commandes des clients soient elles-mêmes converties en heures.

Chapitre 3 : La gestion de la capacité

Exemple

Atelier d'usinage ayant 3 équipes
Temps d'ouverture 40h/semaine  la capacité est de 120h/semaine (3*40)

	Quantités (pièces)	Cadence (pièces/h)	Durée nécessaire
Commande A	450	15/h	30h
Commande B	400	20/h	20h
Commande C	325	5/h	65h
Total	1175		115h

La charge totale (115h) est inférieure à la capacité de l'atelier (120h) → il reste 5h disponible.

Chapitre 3 : La gestion de la capacité

Les types de capacité

Capacités en parallèle

Les capacités en parallèles s'ajoutent.

C1

C2

.....

Cn

$C1+C2+...+Cn$

Une usine employant 150 ouvriers travaillant 40h/semaine dispose d'une capacité théorique de $150*40 = 6000$ h/semaine.

Un système de production ayant 3 machines en parallèle (les capacités sont 34 h, 32h, 20h) dispose d'une capacité théorique de $34+32+20=86$ h/semaine

Chapitre 3 : La gestion de la capacité

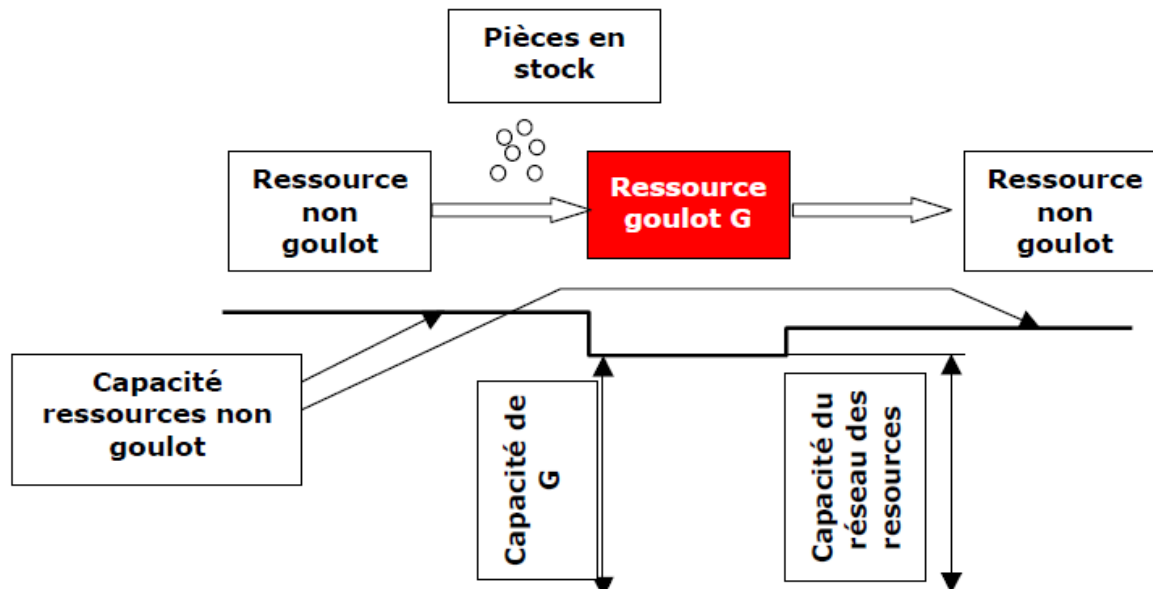
Les types de capacité



Capacités en série

Les capacités en série se limitent les unes aux autres. C'est la capacité la plus faible qui impose celle de l'ensemble. La capacité la plus faible représente le *goulot de l'étranglement*.

Si les capacités en série sont sensiblement égales, on dit que l'ensemble est équilibré.



Chapitre 3 : La gestion de la capacité

Les types de capacité

Capacités conjointes

Dans de nombreux cas, la réalisation d'une opération nécessite simultanément plusieurs ressources. Par exemple, la disponibilité de la machine n'implique pas automatiquement celle de la main d'œuvre ni de l'outillage et vice-versa. Une telle situation a pour effet de réduire la capacité disponible de la ressource.

Main d'œuvre



Chapitre 3 : La gestion de la capacité

Capacité théorique, capacité effective (ou réelle)

La capacité théorique est celle que l'on peut faire au maximum sur un poste de charge par période de référence.

La capacité effective peut être inférieure à la capacité théorique pour différentes raisons :

- la machine doit être arrêtée pour les entretiens préventifs,
- pannes de machines ou absentéisme du personnel,
- pièces produites défectueuses,
- changements d'outillage,
- réglage, nettoyage...

Généralement :

$$\text{Capacité effective} = \text{taux d'efficacité (\%)} * \text{capacité théorique}$$

Chapitre 3 : La gestion de la capacité

Capacité théorique, capacité effective (ou réelle)

Exemple :

Une machine à commande numérique dans un atelier a une capacité théorique de 35h/semaine.

La capacité réelle est celle qui est prise en compte lors de l'élaboration du planning dans le cas d'un ordonnancement centralisé. Elle correspond à ce que l'on peut réellement réaliser sur un poste de charge compte tenu des aléas possibles, (pannes, rebuts, absence des opérateurs...).

La machine à commande numérique de l'exemple précédent a un taux d'aléa de 10%, et sa capacité réelle est de 31,5h /semaine.

Chapitre 3 : La gestion de la capacité

La charge

La **charge** mesure la quantité de produit requise pour satisfaire la demande. Elle mesure ainsi le débit demandé. Sa mesure se fait par la définition d'unité similaire à la capacité :

- Unités physiques ;
- Nombre d'heures.

	Quantités (pièces)	Cadence (pièces/h)	Durée nécessaire
Commande A	450	15/h	30h
Commande B	400	20/h	20h
Commande C	325	5/h	65h
Total	1175		115h

Chapitre 3 : La gestion de la capacité

Concept d'équilibre entre la charge et la capacité

L'obtention d'un équilibre entre charge et capacité conditionne à la fois le respect des délais commerciaux (niveau de service, réactivité etc.) et le coût des produits.

Equilibre :

Charge \Leftrightarrow Capacité

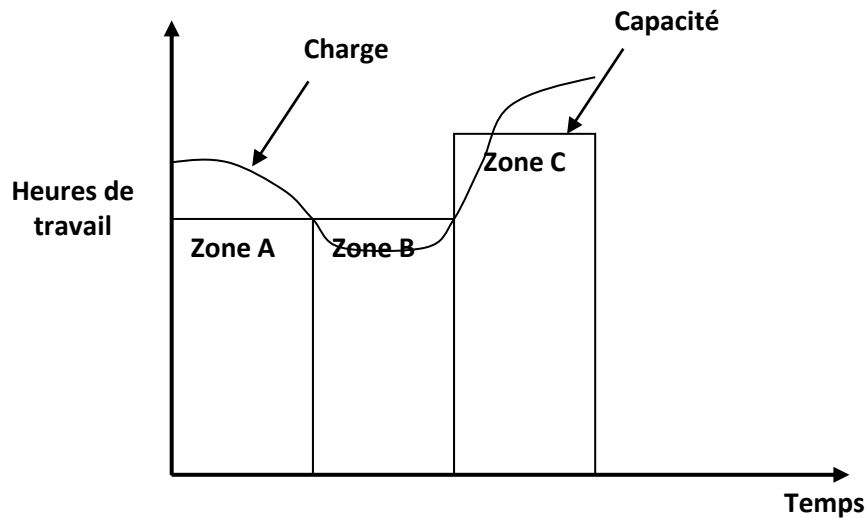
Offre \Leftrightarrow Demande

La recherche de l'équilibre est difficile pour plusieurs raisons :

- la capacité présente une certaine rigidité (on n'embauche pas du jour au lendemain et on ne licencie pas sans délais).
- la capacité présente des éléments aléatoires (absentéisme, pannes, problèmes de qualité, etc.).
- la charge est en partie aléatoire : à plusieurs mois d'horizon, on n'est jamais certain de vendre des quantités bien définies.

Chapitre 3 : La gestion de la capacité

Exemple de situation de déséquilibre :



Déséquilibre entre charge et capacité

- A : charge excessive → risque de retard de livraison,
- B : charge insuffisante → risque de sous-utilisation de la capacité,
- C : modification de la capacité permettant l'absorption d'un accroissement prévisible de la charge.

Chapitre 3 : La gestion de la capacité

Taux de charge

Le **taux de charge** est exprimé en % en fonction de la capacité réelle.

$$T_c = \frac{\text{charge}}{\text{capacité réelle}}$$

Taux d'utilisation

Le **taux d'utilisation** est exprimé en % en fonction de la capacité théorique.

$$T_u = \frac{\text{charge}}{\text{capacité théorique}}$$

Taux de disponibilité

On peut définir un **taux de disponibilité** qui donne une indication sur les temps d'arrêt de la machine.

$$T_d = \frac{\text{capacité réelle}}{\text{capacité théorique}}$$

Chapitre 3 : La gestion de la capacité

Considérons un atelier dont la partie usinage est composée de deux tours à commande numérique (T1 et T2) et d'un centre d'usinage (CU).

Les horaires de l'entreprise sont de 35 h à raison de 7 h par jour.

Le nettoyage journalier représente 15 min pour les tours et 20 min pour le centre d'usinage.

Le vendredi celui-ci est plus approfondi et représente une heure pour chaque machine. Les arrêts divers, pauses, pertes de temps représentent en tout 1h par jour. Un opérateur travaille à plein temps sur les deux tours, un deuxième opérateur partage son temps théorique entre le centre d'usinage (75%) et une activité de magasinier (25%).

Deux commandes viennent d'arriver : 150 produits PA et 180 produits PB dont les gammes sont définies ci-dessous.

Ch = centième d'heure

Chapitre 3 : La gestion de la capacité

PA			
Phase	Machine	Temps réglage série (ch)	Temps unitaire (ch)
10	T1	30	10
20	CU	45	12
30	T2	20	6

PB			
Phase	Machine	Temps réglage série (ch)	Temps unitaire (ch)
10	T1	30	4
20	CU	45	4
30	T2	20	7

Chapitre 3 : La gestion de la capacité

PA				
Phase	Machine	Temps série(ch)	Temps unitaire(ch)	Temps total(h)
10	T1	30	10	15,3
20	CU	45	12	18,45
30	T2	20	6	9,2

Phase	Machine	Temps série	Temps unitaire	Temps total
10	T1	30	4	7,5
20	CU	45	4	7,65
30	T2	20	7	12,8

Calcul de la charge hebdomadaire pour chaque produit :

Exemple :

phase 10 PA 150 pièces avec un temps unitaire de 10 ch
=1500ch=15h un réglage 30ch=0,3h total 15h+0,3h=15,3h

Chapitre 3 : La gestion de la capacité

	Tour 1	Tour 2	CU
capacité théorique	35,00h	35,00h	35,00h
nettoyage	2,00h	2,00h	2,33h
arrêts	5,00h	5,00h	5,00h
magasin			8,75h
capacité réelle	28,00h	28,00h	18,92h
charge	22,80h	22,00h	26,10h
taux de disponibilité	80,00%	80,00%	54,05%
taux de charge	81,43%	78,57%	137,97%
taux d'utilisation	65,14%	62,86%	74,57%

Chapitre 3 : La gestion de la capacité

	Tour 1	Tour 2	CU	Total atelier
capacité théorique	35,00h	35,00h	35,00h	105,00h
nettoyage	2,00h	2,00h	2,33h	6,33h
arrêts	5,00h	5,00h	5,00h	15,00
magasin			8,75h	8.75h
capacité réelle	28,00h	28,00h	18,92h	74,92h
charge	22,80h	22,00h	26,10h	70,90h
taux de disponibilité	80,00%	80,00%	54,05%	71,35%
taux de charge	81,43%	78,57%	137,97%	94,64%
taux d'utilisation	65,14%	62,86%	74,57%	67,52%

Le chef d'entreprise, s'il ne consulte que le total, pourrait en conclure que l'atelier est en sous charge car le taux de charge de celui-ci est de moins de 95% alors que l'atelier est en surcharge sur le centre d'usinage.

Chapitre 3 : La gestion de la capacité

Réalisation de l'équilibre charge capacité

Actions sur la capacité

- Modification des horaires de travail (heures supplémentaires, modulation des horaires sur l'année) ;
- Négociation avec le personnel concernant les périodes de congés en tenant compte des variations de vente durant l'année ;
- Variation du niveau de main d'œuvre : étant donné la rigidité d'une embauche traditionnelle, opter pour des contrats à durée déterminée ;
- Appel à la sous-traitance (risque de mal coordination → rupture de stock, etc.) ;
- Développer la polyvalence de la main d'œuvre et la flexibilité des machines (réaffecter les moyens de production avec souplesse) ;
- Développement d'une politique de maintenance préventive permettant la planification des interventions d'entretien à des périodes creuses ;
- Diminuer les temps de changements d'outillage ;
- Maîtrise de la qualité ;
- Etc.

Chapitre 3 : La gestion de la capacité

Réalisation de l'équilibre charge capacité

Actions sur la charge

Il s'agit essentiellement d'anticiper ou de retarder la fabrication des produits :

- ***Fabrication anticipée des produits*** : c'est le cas des entreprises saisonnières. Prenons l'exemple d'une usine de fourniture scolaire dont la charge est 4 fois plus élevée durant la période septembre-octobre que dans le reste de l'année. Dans ce cas, il est difficile de régler le problème en agissant uniquement sur la capacité. L'alternative qui se présente serait de produire en flux poussé : constituer des stocks.
- ***Fabrication retardée des produits*** : c'est à éviter sauf si c'est inévitable. Dans ce cas, on doit l'annoncer dès la prise de commande pour ne pas se heurter à des clients surpris.

Chapitre 4 : La planification

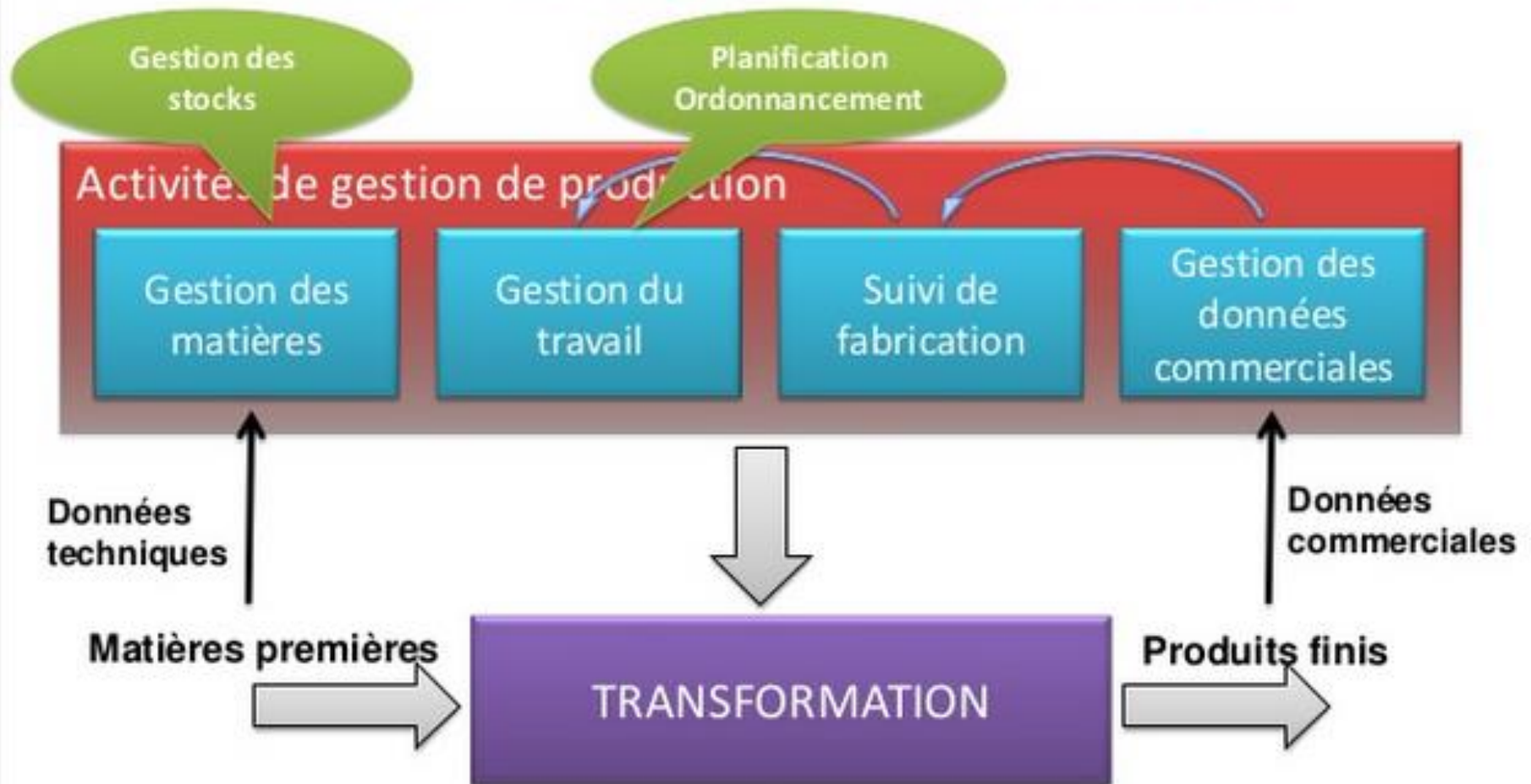
Définition

prévoir ses activités afin d'optimiser sa politique d'investissement, de fabrication, de vente, ...

La planification industrielle est un processus qui consiste à élaborer et à réviser un ensemble de plans interdépendants (ventes, fabrication, achats, trésorerie...)

et qui doit permettre de garantir le meilleur équilibre possible entre l'offre et la demande en tout point de la chaîne logistique à tout moment.

Objectifs de la gestion de production



Les outils de gestion de la production

- Les outils de la gestion de la production sont un ensemble de techniques d'analyse et de résolution des problèmes de manière à produire au moindre coût. Pour situer ces différents problèmes entre eux, on classifie souvent les décisions de gestion en trois classes :
 - Les décisions stratégiques
 - Les décisions tactiques
 - Les décisions opérationnelles
- Ces trois classes de décisions de gestion de production se différencient par au moins trois éléments :
 - l'horizon de temps considéré (LT, MT, CT),
 - Le niveau d'agrégation (atelier, usine, entreprise),
 - Le niveau de responsabilité (agent de maîtrise, cadre, direction générale)

Les horizons de planification

Des questions devraient être posées :

Est-ce que nous devons ajouter de la capacité ou adopter une nouvelle technologie ?

Horizon de 3 ans

Est-ce que nous devons recruter ? Planifier de la sous-traitance ?

Horizon d'une année

Quel produit et en quelle quantité ? Quand et combien commander de matières premières ?

Horizon de 6 mois

Dans quel ordre et sur quelle machine traiter mes commandes ?

Horizon d'une semaine

Le jour de la production

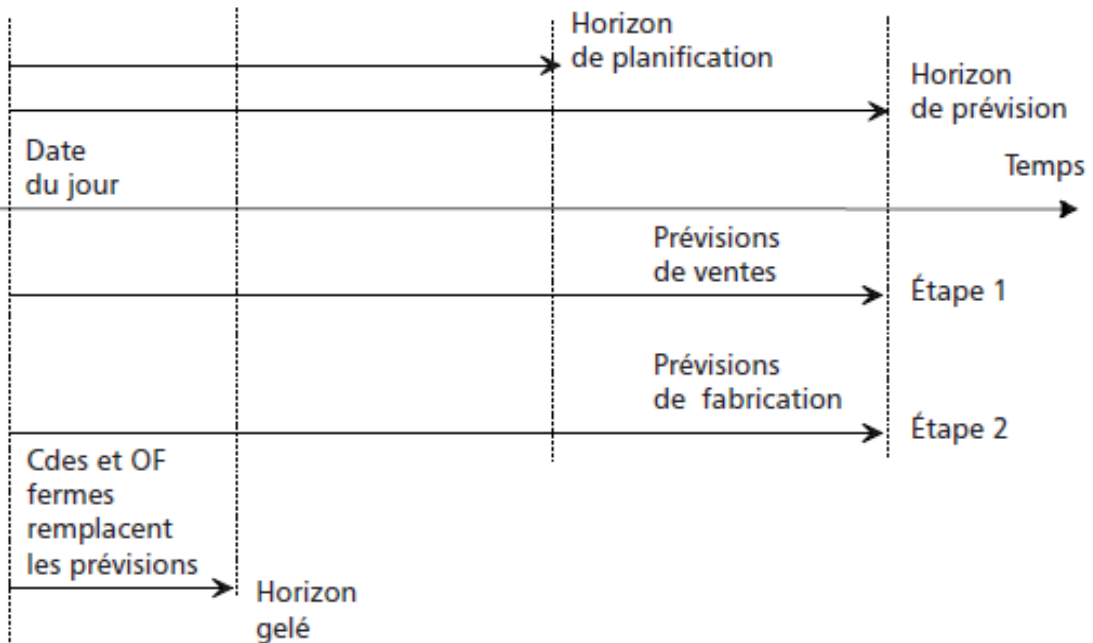
Définition d'un horizon

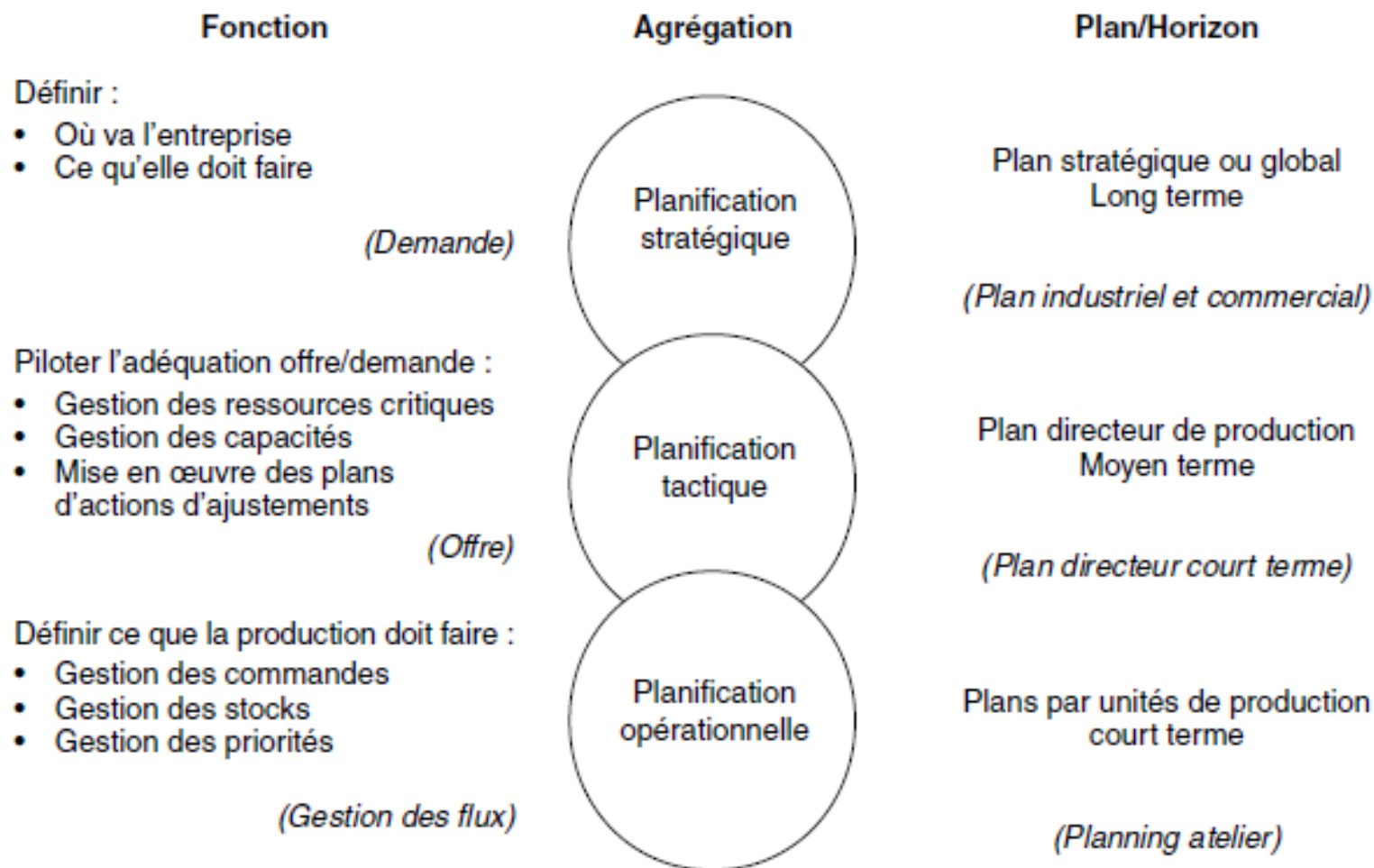
Un horizon détermine l'espace total de temps sur lequel l'entreprise organise ses prévisions et le degré de détail des informations.

Un horizon se caractérise par :

- un horizon couvert : période totale d'étude de la prévision ;
- une unité de planification : période élémentaire d'analyse du temps ;

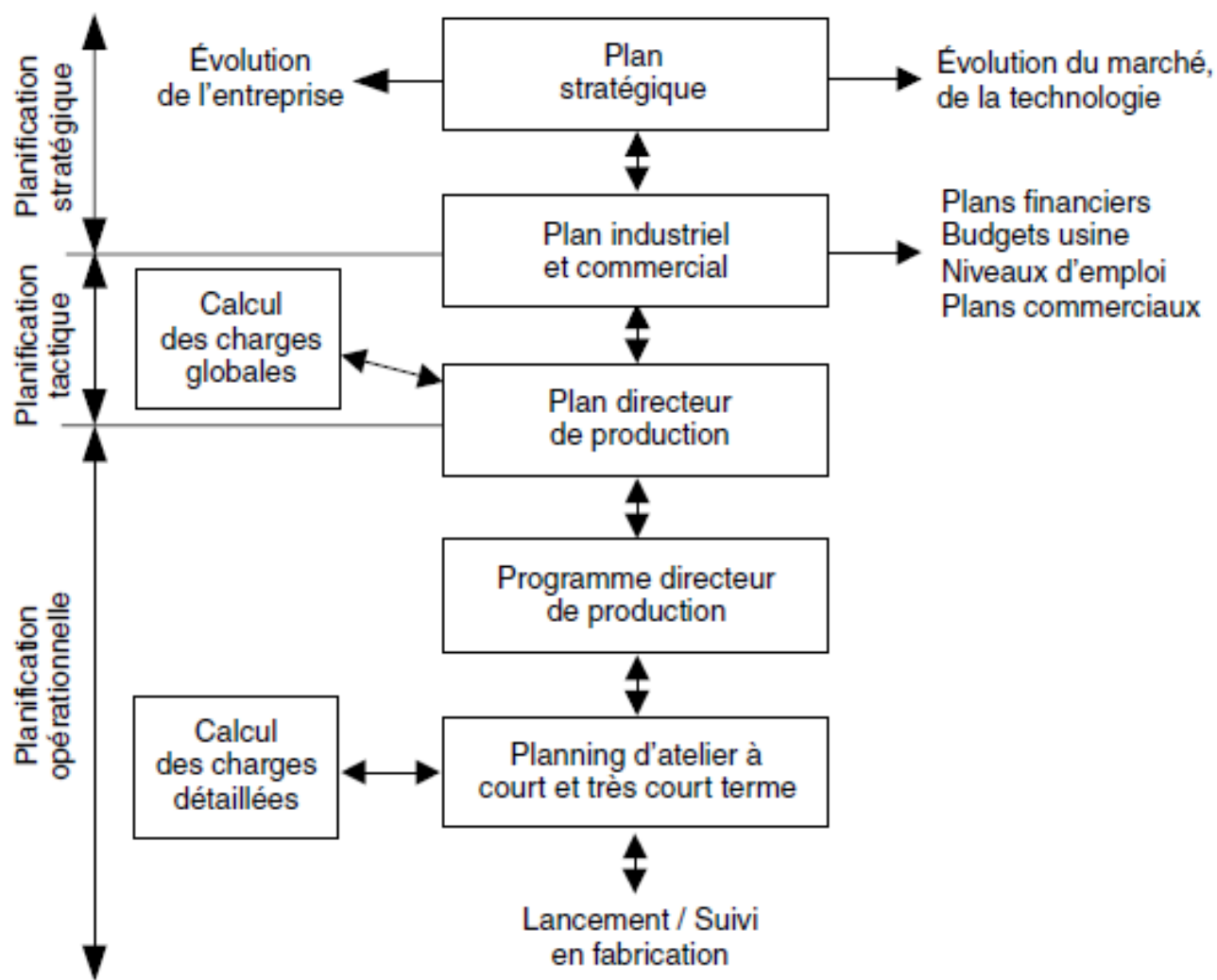
Exemple : l'heure, le jour, la semaine, la quinzaine, une période de n jours, le mois...





Démarche de la planification

Cette planification s'effectue par affinages successifs et la matérialisation de ces niveaux de planification se fait par l'intermédiaire de plannings, appelés plans :



Le plan stratégique d'entreprise (Business plan) :

il précise sur quelques années les grandes orientations pour chaque type de produits. Dans l'automobile, par exemple, il s'agira de décider de l'abandon ou du remplacement de certains modèles, la conception de nouveaux produits. Ce plan est bâti sur des études de marché, des enquêtes prospectives, va permettre notamment des investissements lourds :

- création d'unités de production,
- amélioration des moyens de production existants,
- rachat de concurrent ...

Le PIC (plan industriel et commercial)

Il spécifie, les prévisions de vente (en chiffre d'affaire) et le niveau des stocks attendu par famille de produits. Suivant le cycle de production de l'entreprise, ces prévisions sont établies par semaine, mois ou trimestre (les entreprises prévoient en majorité par mois et par trimestre). Il définit, de ce fait, le cap de l'entreprise sur le moyen terme.

Le PDP (plan directeur de production)

Il affine le PIC en donnant, sur le moyen terme, sa vision quantifiée en nombre de pièces par produit en début d'horizon et par famille en fin d'horizon.

Suivant l'horizon, il est possible d'avoir un plan directeur de production qui spécifie de façon plus précise la partie prévision de production du PIC en définissant la politique de lancement en fabrication (quantités à produire, priorité de fabrication, priorité client, règles de gestion...) par références de produits commercialisés.

Le PDP (programme directeur de production)

Il définit, sur le court terme, les quantités à produire par références de nomenclature, par jour, semaine ou mois, en produits finis ou sous-ensembles modulaires. Ce programme caractérise la partie à réaliser par la production.

MRP2 – Manufacturing Ressources Planning

➤ *MRP0 – 1965*

MRP0 pourrait s'appeler « méthode de réapprovisionnement de la production ». En effet, Joseph Orlicky, créateur de cette méthode, a mis en évidence deux types de produits :

– **Les produits à besoin indépendant** : c'est un besoin issu des ventes d'ensembles montés ou de pièces détachées (produit fini, pièce détachée). Ce besoin s'exprime de façon externe et aléatoire à l'entreprise.

– **Les produits à besoin dépendant** : c'est un besoin nécessaire à la réalisation d'un besoin indépendant (matière première, composant acheté, sous-ensemble fabriqué).

C'est un besoin qui peut être obtenu d'une façon déterministe à partir des besoins indépendants.

Les besoins indépendants ne peuvent être, la plupart des cas, qu'estimés par prévision, alors que les besoins dépendants doivent être calculés.

Ensuite, il a démontré qu'il était possible de prévoir le calendrier d'utilisation des produits du stock à partir de données techniques et de données commerciales. Il n'était plus alors indispensable de définir des approvisionnements sur des statistiques de consommations précédentes et de prévoir des stocks de sécurité importants.

MRP0 permet de répondre à :

- Quel produit ?
- Pour quand ?
- Combien ?

MRP1 – 1971

Dans MRP1, également appelée « méthode de régulation de la production », c'est l'intégration :

- des capacités des moyens : gestion et planification de ceux-ci ;
- de la notion de systèmes à boucles fermées.

Le système MRP s'enrichit :

- d'une boucle de validation des délais ;
- d'une boucle de validation des charges par rapport aux capacités des postes de travail.

MRP1 permet de répondre à :

- **Est-ce que j'ai la capacité de le faire ? (Sinon : boucle de retour et informer l'échelon supérieur).**
- **Avec quel délai ?**

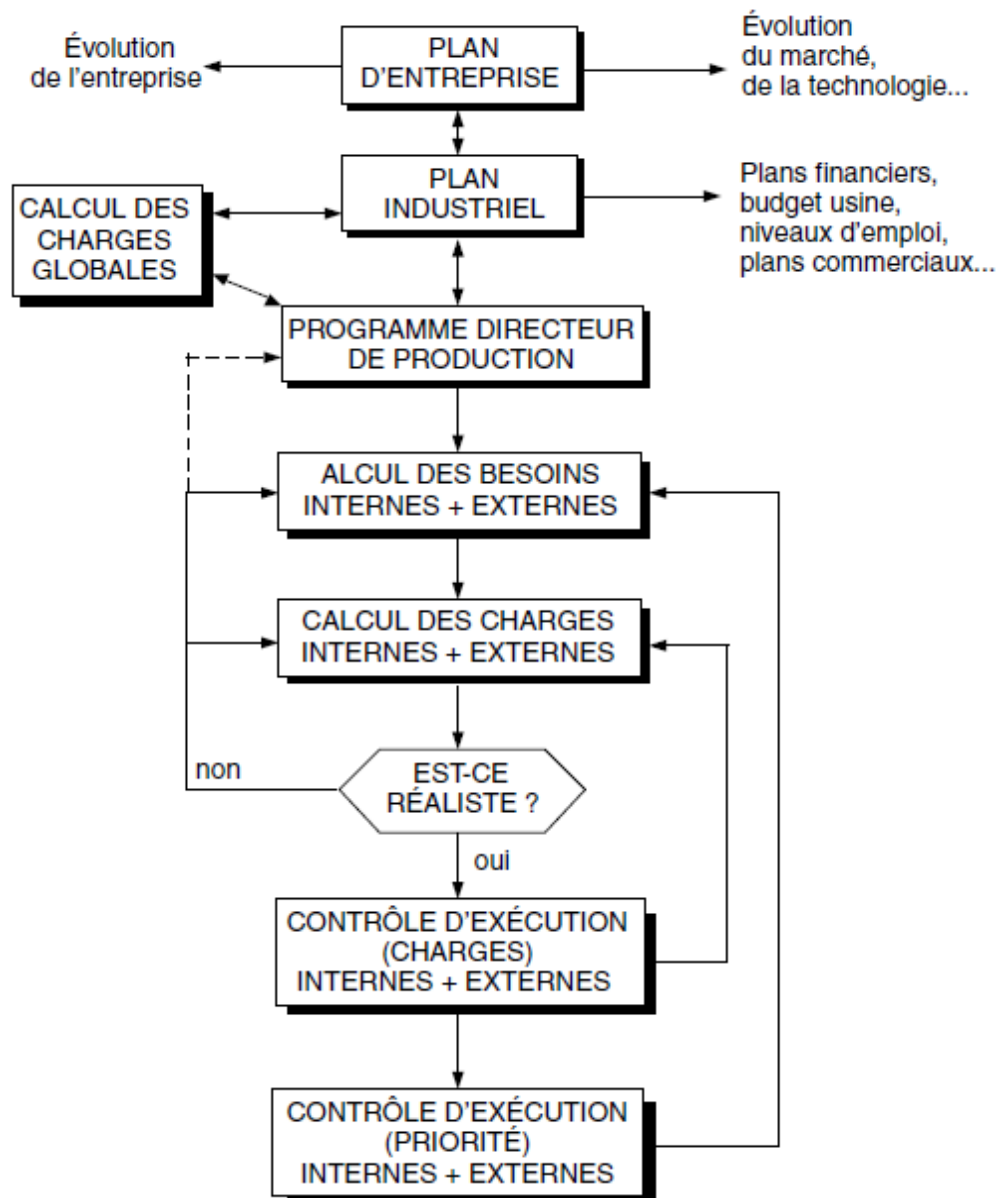
MRP2 – 1979

Dans MRP2, également appelée « management des ressources de production », c'est l'intégration de la planification financière et comptable. Celle-ci est réalisée grâce à une boucle de validation des priorités de fabrication.

MRP2 permet de répondre à :

- **Avec quelle priorité ?**
- **À quel prix ?**

MRP est en fait un simulateur de fonctionnement de l'entreprise ayant pour objectif de définir les quantités suffisantes de produits à approvisionner et à acheter dans un contexte de juste-à-temps. Dans son développement, MRP est passé d'une simple méthode de réapprovisionnement à un véritable système complet, du plan industriel à la gestion de l'atelier.



Architecture MRP2.

Besoin brut

Le besoin brut sur un produit vendu est la somme des besoins externes sur ce produit.

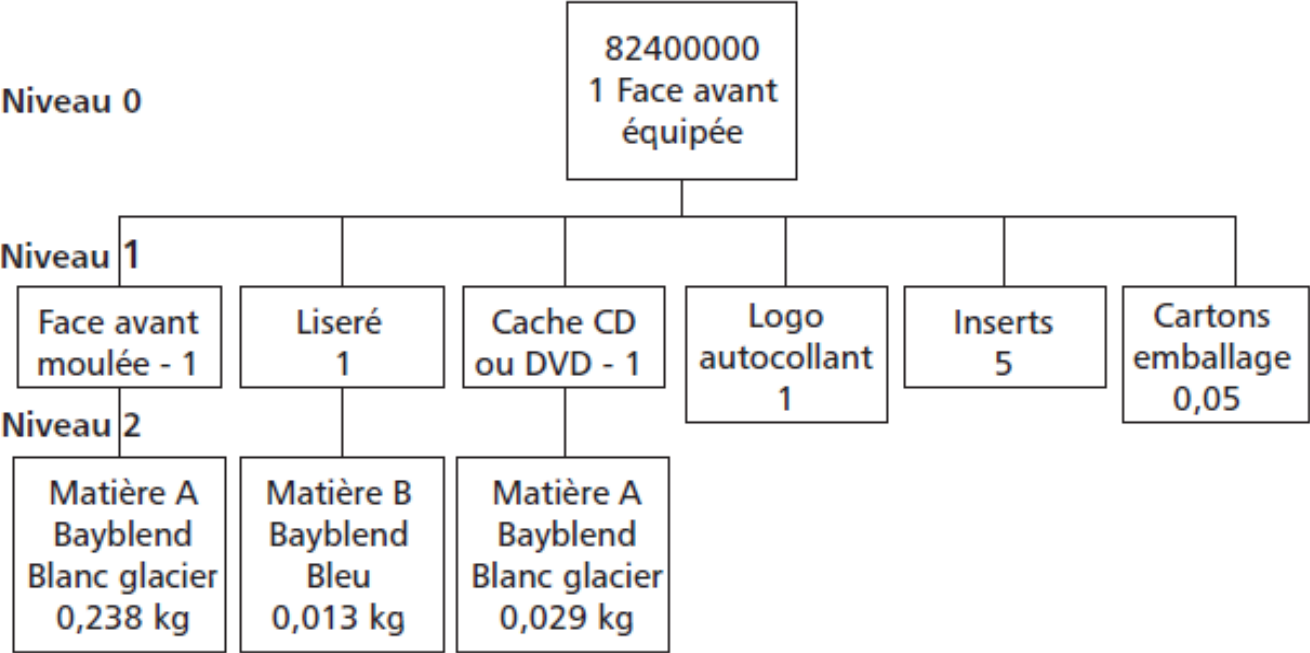
Le besoin brut sur un article composant est la quantité nécessaire pour le montage des produits composés utilisant ce composant. Elle correspond donc au besoin sur le produit composé transformé par le ou les coefficients du lien de nomenclature

De manière générale, le besoin brut sera donc la somme des besoins induits (par les besoins des produits dont cet article est composant) et des besoins dits externes.

Besoin brut = Somme des besoins induits et des besoins externes sur un article

Exemple

Supposons une production de 6 000 faces avant équipées.



Besoin net

Le besoin net est calculé à partir des besoins bruts en prenant en compte les stocks et en-cours de fabrication (ou en commande à fournisseur), échéancés sur les semaines à venir.

Le besoin net existe si à la date T , on a :

$$\text{Stock}(T) < 0$$

Si Besoin net > 0

Produit fabriqué : ordre de fabrication suggéré -> OF ferme -> OF lancé -> OF clôturé

Produit acheté : ordre d'achat suggéré -> OA ferme -> OA lancé -> OF clôturé

Explosion de nomenclature

Génération de besoin sur les composants d'un OF

Un ordre d'achat est transformé en une ressource ferme par une transformation en commande fournisseur.

Un ordre de fabrication, qui est une ressource pour le composé, induit de plus un besoin sur les composants de ce composé.

Mais pour que le composé soit disponible à la date T , il faut que le composant soit disponible au moment nécessaire pour la gamme de ce composé (le plus souvent au début de la fabrication).

En conséquence :

1. Un ordre à la période T induit un besoin sur les composants à :

$T - (\text{cycle de fabrication du composé})$

2. Le besoin induit sur un composant est généré par une ressource et non par un besoin.

Délai et cycle de fabrication

Si un besoin net existe à la période $T + X$, on génère un projet qui couvre ce besoin net dans la période $T + X$. Pour les articles fabriqués, cet ordre sur le composé génère sur les composants directs un besoin à la période $T + X - \text{cycle de fabrication composé}$.

Pour les articles achetés, l'ordre suppose la passation d'une commande fournisseur à :

$T + X - \text{cycle d'approvisionnement}$

En conséquence, si le cycle de fabrication est supérieur à X , il s'avère impossible d'exécuter l'ordre prévu. Attention, ceci a des conséquences importantes sur les nomenclatures multi-niveaux.

Considérons les notations suivantes :

i : l'indice de la période ;

BB_i : besoin brut pour la période i ;

SD_i : stock disponible prévisionnel pour la période i ;

Si : Stock en fin de période i ;

BN_i : Besoin net pour la période i ;

RA_i : Réception attendue pour la période ;

OS_i : Ordre suggéré pour la période i ;

$Bg(\text{composé}, i)$: besoin généré du composé pour la période i ;

$OS(\text{composant}, i)$: Ordre suggéré du composant pour la période i ;

D : délai d'obtention (livraison, fabrication) ;

Ss : Stock de sécurité ;

r : taux de rebut.

Etape 1 : Calcul du besoin brut

BB_i = besoin indépendant (commandes clients / PDP) + besoin dépendant (Besoins générés par les composés en liaison directe, B_g (composé, i))

= besoin indépendant (commandes clients / PDP) + OS (composant, i) \times lien de nomenclature

Etape 2 : Calcul du stock disponible prévisionnel

$$SD_i = S_{i-1} - S_s + RA_i - BB_i$$

Etape 3 : Calcul du besoin net

$$BN_i = -SD_i \text{ si } SD_i < 0$$

$$= 0 \text{ sinon}$$

Etape 4 : Calcul des ordres suggérés

$$OS_{i-D} = BN_i [\text{r\`egle de regroupement}] \times (1 + r)$$

Etape 5 : Calcul du stock en fin de période i

$$S_i = S_{i-1} + RA_i + OS_{i-D} - BB_i$$

Considérons les notations suivantes :

i : l'indice de la période ;

BB_i : besoin brut pour la période i ;

SD_i : stock disponible prévisionnel pour la période i ;

S_i : Stock en fin de période i ;

BN_i : Besoin net pour la période i ;

RA_i : Réception attendue pour la période ;

OS_i : Ordre suggéré pour la période i ;

B_g (composé, i) : besoin généré du composé pour la période i ;

OS (composant, i) : Ordre suggéré du composant pour la période i ;

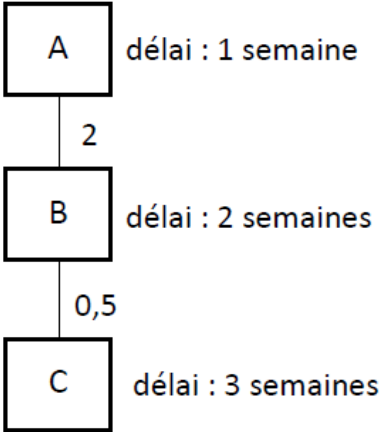
D : délai d'obtention (livraison, fabrication) ;

S_s : Stock de sécurité ;

r : taux de rebut.

Exemple

On considère le produit fini A caractérisé par la nomenclature suivante :



A	0	1	2	3	4	5
BBi		100	150	150	200	250
SDi						
RAi						
BNi						
OS (i-délai)						
Si	300					
OSi (lancement)						

B	0	1	2	3	4	5
BBi						
SDi						
RAi			500			
BNi						
OS (i-délai)						
Si	150					
OSi (lancement)						

C	0	1	2	3	4	5
BBi						
SDi						
RAi			200			
BNi						
OS (i-délai)						
Si	300					
OSi (lancement)						

1) La méthode lot pout lot

Dans ce cas, l'ordre proposé (suggéré) est donné par :

$$OS (i\text{-délai}) = BN (i) \times (1 + \% \text{ rebut})$$

Illustration

On considère l'article A avec un taux de rebut égal à 2%. Le calcul des besoins en A est présenté dans le tableau suivant :

A	0	1	2	3	4	5
BBi		100	150	150	200	250
SDi						
RAi						
BNi						
OS (i-délai)						
Si	300					
OSi (lancement)						

2) La quantité fixe de commande

C'est la méthode qui consiste à proposer des quantités fixes pour couvrir les besoins nets d'une seule période.

Illustration

Supposons que l'article A est géré avec une quantité fixe de commande égale à 250. Le calcul des besoins en A est présenté dans le tableau suivant :

A	0	1	2	3	4	5
BBi		100	150	150	200	250
SDi						
RAi						
BNi						
OS (i-délai)						
Si	300					
OSi (lancement)						

3) La quantité minimale

Dans ce cas, l'ordre suggéré est donné par le maximum du besoin net et de la quantité minimale.

La loi de gestion correspondante est notée $>$.

Illustration

Supposons que l'article A est géré avec une quantité minimale égale à 150. Le calcul des besoins en A est présenté dans le tableau suivant :

A	0	1	2	3	4	5
BBi		100	150	150	200	250
SDi						
RAi						
BNi						
OS (i-délai)						
Si	300					
OSi (lancement)						

4) La quantité multiple

Cette méthode consiste à proposer des quantités multiples du lot pour couvrir les besoins d'une seule période. La loi de gestion correspondante est notée X.

Illustration

Supposons que l'article A est géré avec une quantité multiple d'un lot de 100 unités. Le calcul des besoins en A est présenté dans le tableau suivant :

A	0	1	2	3	4	5
BBi		100	150	150	200	250
SDi						
RAi						
BNi						
OS (i-délai)						
Si	300					
OSi (lancement)						

5) La période de couverture

Dans ce cas, les besoins nets sont regroupés par période fixe.

Illustration

Supposons que l'article A est géré avec une période de couverture de 3 semaines. Le calcul des besoins en A est présenté dans le tableau suivant :

A	0	1	2	3	4	5
BBi		100	150	150	200	250
SDi						
RAi						
BNi						
OS (i-délai)						
Si	300					
OSi (lancement)						

6) La quantité économique

La taille des lots de production est calculée par la formule de Wilson. Dans ce cas, les besoins nets sont regroupés par quantité économique.

Rapports de planification

OF1 : Qtté =40

Date d'obtention= S4

Date de lancement = S2

OF2 :

OF3 :

OF4 :

PF1		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
BBi					40				60				50				70
SDi					-40				-60				-50				-70
RAi																	
BNi					40				60				50				70
Osi-d					40				60				50				70
Si	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OSi			40				60				50				70		

PF2		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
BBi					10	20		30		10	20		30	20			30
SDi					-10	-20		-30		-10	-20		-30	-20			-30
RAi																	
BNi					10	20		30		10	20		30	20			30
Osi-d					10	20		30		10	20		30	20			30
Si	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OSi			10	20		30		10	20		30	20			30		

OF1 :

.

.

.

OF8 :

S1		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
BBi		0	100	40	0	60	120	20	40	0	160	40	0	0	200	0	0
SDi			50	10	0	-60	-80	0	-40		-100	-40	0	0	-140		
RAi																	
BNi						60	80		40		100	40			140		
Osi-d						100	100		100		100	100			140		
Si	150	150	50	10	10	40	20	0	60	60	0	60	60	60	0	0	0
OSi				100	100		100		100	100			140				

OF1 :

.

.

.

OF6 :

S2		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
BBi		0	120	0	0	0	180	0	0	0	150	0	0	0	210	0	0
SDi			30				-150				-150				-210		
RAi																	
BNi							150				150				210		
Osi-d							150										
Si	150	150	30	30	30	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OSi					150				150				210				

OF1 :

.

.

.

OF3 :

A1		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
BBi		0	0	200	200	0	200	0	200	200	0	0	280	0	0	0	0
SDi				-200	-200		-200		-200	-200			-280				
RAi																	
BNi				200	200		200		200	200			280				
Osi-d				200	200		200		200	200			280				
Si		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OSi			200	200		200		200	200			280					

OA1 : Qtté =200

Date d'obtention= S3

Date de lancement = S1

OA2 :

OA3 :

OA4 :

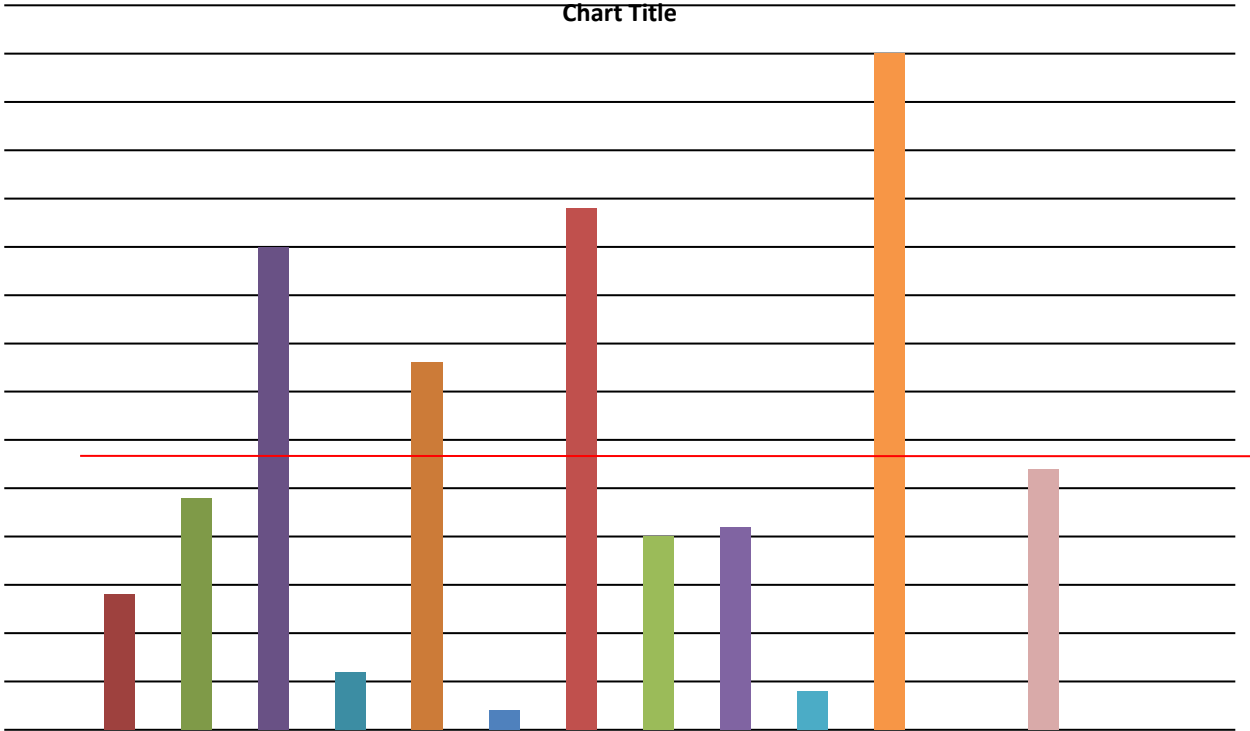
OA5 :

OA6 :

A2		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
BBi		0	0	0	300	0	0	0	300	0	0	0	420	0	0	0	0
SDi					-300				-300				-420				
RAi																	
BNi					300				300				420				
Osi-d					300				300				420				
Si		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OSi				300				300				420					

A3		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
BBi		0	200	280	500	120	440	40	580	200	320	80	700	0	400	0	0
SDi				300	20	-480	-120	-440	-40	-580	-200	-320	-80	-700	0	-400	0
RAi																	
BNi					480	120	440	40	580	200	320	80	700	0	400	0	0
Osi-d					480	120	440	40	580	200	320	80	700	0	400	0	0
Si		500	500	300	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OSi				480	120	440	40	580	200	320	80	700	0	400	0	0	0

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
PF1	0	40	0	0	0	60	0	0	0	50	0	0	0	70	0	0
PF2	0	10	20	0	30	0	10	20	0	30	20	0	0	30	0	0
S1	0	0	100	100	0	100	0	100	100	0	0	140	0	0	0	0
S2	0	0	0	150	0	0	0	150	0	0	0	210	0	0	0	0
charge	0	280	480	1000	120	760	40	1080	400	420	80	1400	0	540	0	0
capacité	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550

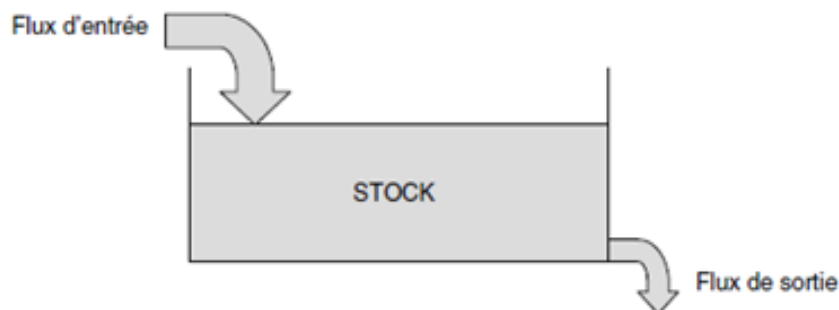


Chapitre 5 : Gestion de stocks

Le stock : définition et rôle

Le « STOCK » est l'ensemble des articles détenus par l'entreprise.

Le stock est la conséquence d'un écart entre le flux (financier ou de produits) d'entrée et le flux de sortie sur une période de temps. Un stock joue donc un rôle nécessaire de régulation dans l'entreprise et lui permet d'assurer son activité principale.



Le rôle de la fonction stock est d'assurer la gestion des articles de l'entreprise dans le but de satisfaire, au moment opportun, la disponibilité et la délivrance de ceux-ci pour l'élaboration des produits.

À quoi sert le stock ?

De nombreux facteurs obligent l'entreprise à fonctionner avec du stock, tels que :

- le délai de mise à disposition des produits vis-à-vis d'un client est presque toujours inférieur au cycle de fabrication. Pour ne pas rater une commande, il est nécessaire d'avoir un stock de produits finis ou presque finis (en fonction du type de fabrication);
- de nombreuses matières premières ne sont disponibles qu'avec des délais de livraison très supérieurs aux cycles de fabrication, et encore plus par rapport aux délais de mise à disposition d'un client.
- Régulent les aléas des flux de fournitures
- Permettent la production par lots (réduit les coûts de production)
- Permettent de faire face à des demandes saisonnières
- Dans les systèmes manufacturiers les stocks d' « en cours » permettent de faire face aux risques de panne des machines

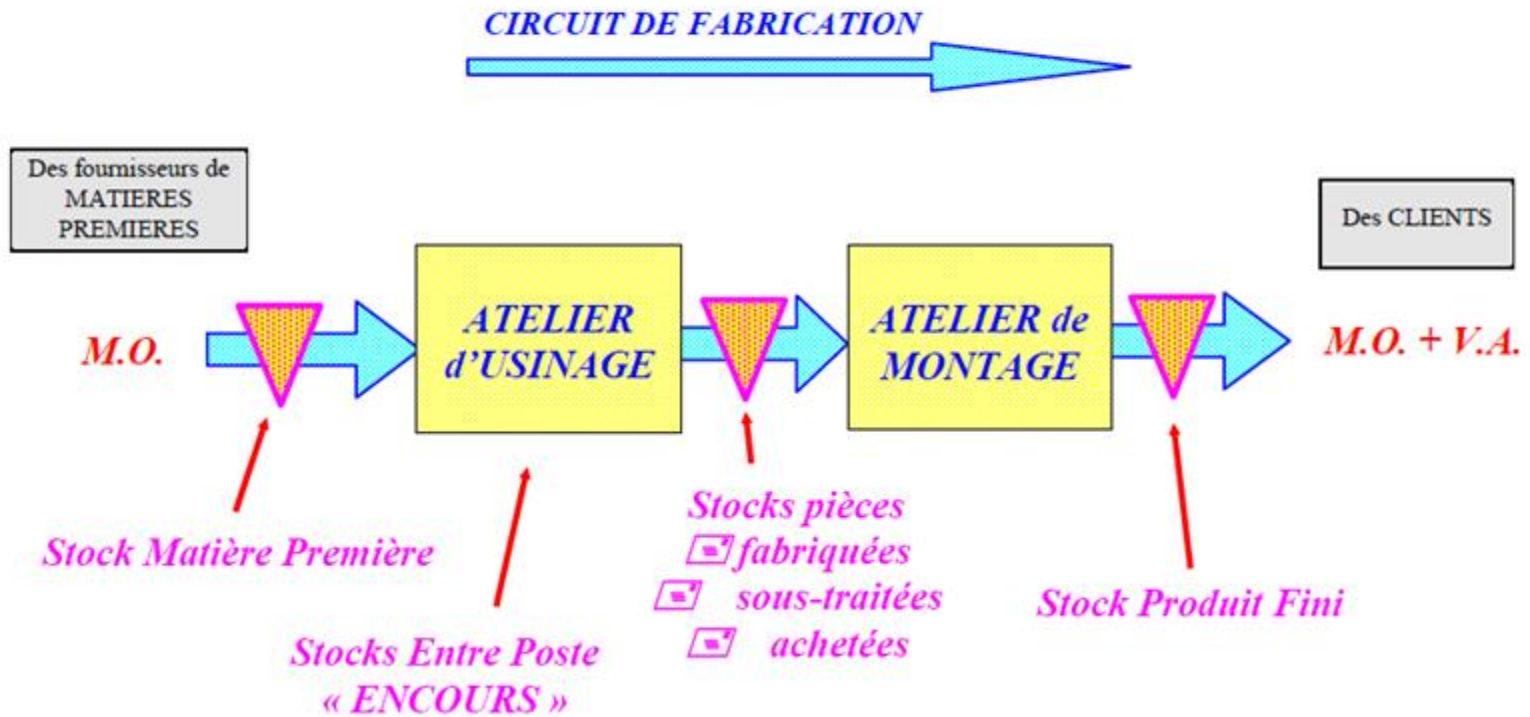
Nous voyons maintenant qu'il est possible de justifier l'existence d'un stock. Toutefois, il faut chercher à déterminer le stock « juste nécessaire ».

Rupture de stock

On dit qu'un produit est en rupture de stock lorsqu'il est impossible de satisfaire immédiatement une demande exprimée. *La quantité en stock est alors nulle.*

Types de stocks

Il existe plusieurs types de stocks en fonction de la nature ou de la destination des articles gérés.



Stock subi et stock voulu

Stock subi

- Erreurs des prévisions de la demande
- Production par lots
- Différence de rythme de moyens de production
- Aléas de fonctionnement du processus de production

Stock voulu

- Production anticipée
 - Long délai commande –livraison
 - Niveler les fluctuations de la demande
 - Compenser les irrégularités dans la gestion de la fabrication, contrôle, transport
- Stock de précaution pour les pannes des machines
- Stock dû à la production d'un lot de grande taille

La fonction stock

La fonction stock se compose de deux sous-fonctions :

- le suivi des stocks;
- la gestion des stocks.

Fonction Stock = Suivi de stock + Gestion de stock

Le suivi des stocks

Cette fonction a pour objectif de connaître à tout moment les articles disponibles dans l'entreprise. Pour cela, elle doit assurer une comptabilité physique et financière des articles.

➤ *suivi physique*

Elle doit prendre en compte les réceptions et les délivrances des articles (en nombre) pour pouvoir fournir, à tout moment, un état des stocks à jour.

➤ *suivi comptable*

Elle doit prendre en compte les entrées et les sorties du stock (en valeur) pour pouvoir fournir, à tout moment, la valeur de l'immobilisation financière.

Les opérations Stock

➤ *Entrée en stock*

Cette opération consiste à prendre en compte dans les documents comptables une entrée en stock. La valorisation du mouvement d'entrée se fait au prix d'achat réalisé.

➤ *Sortie du stock*

Elle consiste à valoriser le mouvement de sortie du magasin et à l'imputer au client destinataire. Celle-ci peut s'effectuer suivant la technique

- **FIFO** (*First In – First Out*) : la première unité entrée est celle qui sort du stock en priorité. Cette technique impose une gestion séparée des différents lots d'entrée en stock mais elle permet de sortir en premier les articles les plus anciens.
- **LIFO** (*Last In – First Out*) : la dernière unité entrée est celle qui sort du stock en priorité. Cette technique, comme la précédente, impose une gestion séparée des différents lots d'entrée en stock mais elle permet d'appliquer les prix les plus près du marché actuel.
- **CMUP** (Coût Moyen Unitaire Pondéré) : le comptable calcule, à chaque entrée en stock, le CMUP en divisant la nouvelle valeur du stock par la quantité totale. Ce calcul peut s'effectuer à chaque entrée ou par période de référence de stockage.

$$\text{CMUP} = \frac{\text{Valeur en stock avant l'entrée} + \text{Montant de l'entrée}}{\text{Quantité en stock avant l'entrée} + \text{Quantité de l'entrée}}$$

- **Prix standard** : prix fixé *a priori* en fonction de la connaissance des produits, des marchés, des possibilités d'approvisionnement. Cette technique impose de résoudre le problème des écarts et de réviser périodiquement les prix.

➤ *Valorisation des stocks*

La valorisation d'un mouvement ou de tout le stock consiste à déterminer la valeur de ce mouvement ou de l'ensemble du stock, c'est-à-dire la valeur :

$$\text{Prix Unitaire} \times \text{Quantité}$$

Politique d'approvisionnement

Rappelons que le stock est le résultat d'une différence entre le flux d'approvisionnement et le flux de la demande.

Approvisionner, c'est assurer la programmation des besoins de livraison et des stocks dans le cadre de la planification générale de l'entreprise.

Définir une politique d'approvisionnement consiste essentiellement à répondre à trois questions :

- **QUOI** (quel produit) faut-il approvisionner ?
- **QUAND** faut-il l'approvisionner ?
- **COMBIEN** faut-il en approvisionner ?

Après avoir répondu au « quoi ? », Il est donc possible de définir, suivant les combinaisons de ces réponses, 4 politiques d'approvisionnement du stock.

Quand ?	Date fixe	Date fixe	Date variable	Date variable
Combien ?	Quantité fixe	Quantité variable	Quantité fixe	Quantité variable
Nom de la méthode	Réapprovisionnement fixe périodique	Recomplètement périodique	Point de commande	

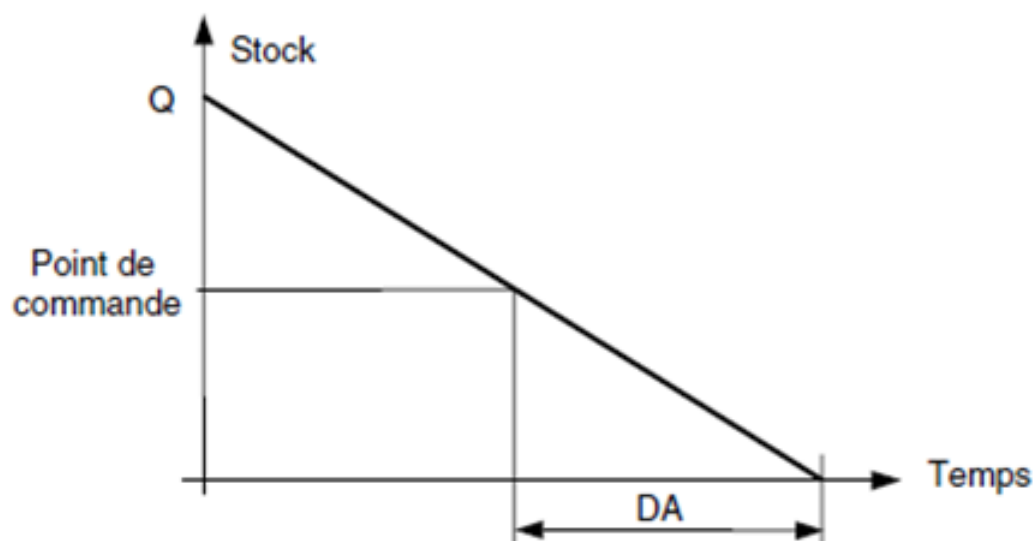
Approvisionnement à Date variable/Quantité fixe : **méthode du point de commande**

Plus connue sous le nom de méthode du point de commande, celle-ci consiste à définir, dans un concept de Juste-À-Temps, le niveau de stock qui doit permettre de déclencher l'ordre d'achat de façon à être livré juste au moment de l'utilisation de la dernière pièce.

Ce niveau de stock doit permettre de satisfaire les besoins durant le délai allant de la date de connaissance de ce niveau à la date de livraison. Le point de commande s'appelle également seuil de commande ou seuil de réapprovisionnement.

Le point de commande est égal à : $C_{mj} \times DA$ où :

- C_{mj} = Consommation moyenne journalière;
- DA = Délai d'approvisionnement (exprimé en jours).



Avantages

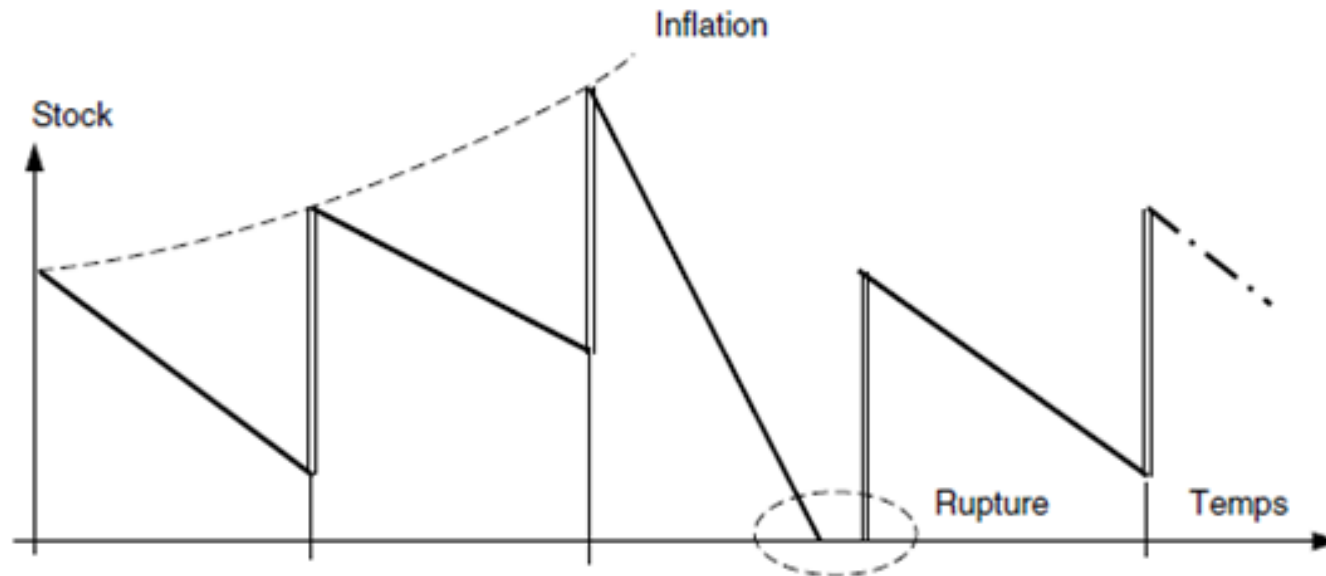
Cette méthode permet d'éviter les ruptures de stocks et elle est adaptée à une consommation partiellement irrégulière. Jusqu'au moment de passer la commande d'achat (on a atteint le point de commande), la consommation peut être tout à fait aléatoire. Par contre, après cette valeur du stock, il ne doit plus y avoir d'aléas (consommation régulière égale aux prévisions et respect des délais d'approvisionnement).

Inconvénients

Par contre elle impose un suivi permanent des stocks pouvant entraîner des coûts administratifs importants et peut encourager à faire des stocks de sécurité.

Approvisionnement à Date fixe/Quantité fixe : **réapprovisionnement fixe périodique**

Dans cette méthode, on prévoit des livraisons de pièces à dates fixes. Les quantités livrées sont égales et peuvent se rapprocher de la quantité économique ou toute autre valeur.



Avantages

C'est la méthode d'approvisionnement la plus simple.

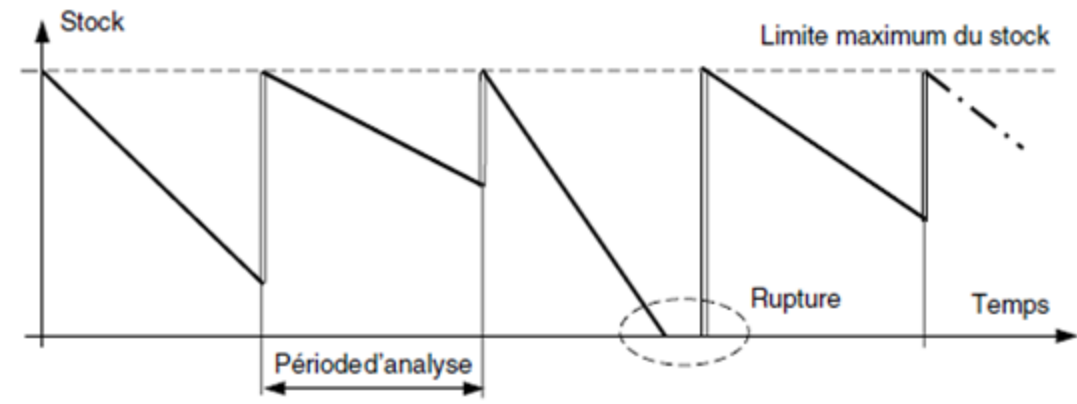
Inconvénients

Si la quantité de réapprovisionnement est mal calculée, ou si la consommation n'est pas régulière (comme indiqué sur la figure ci-dessus), il y a risque :

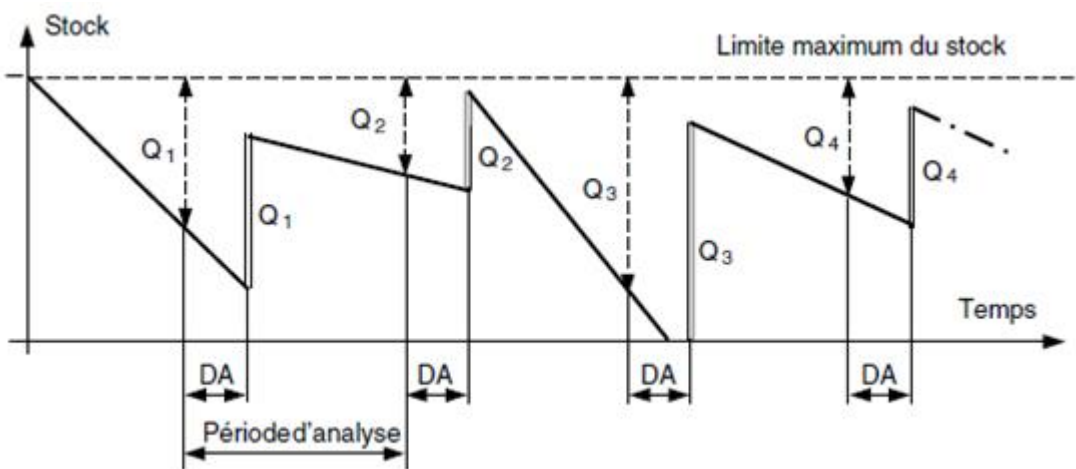
- d'inflation du stock;
- de rupture de stock.

Approvisionnement à Date fixe/Quantité variable : recomplètement périodique

Dans cette méthode, appelée également méthode de recomplètement périodique, on définit pour chaque produit un niveau de stock optimum. À période fixe, le fournisseur analyse le stock de son client et reconstitue ce stock d'une quantité permettant de d'atteindre le niveau voulu.



Recomplètement périodique (sans délai d'approvisionnement).



Recomplètement périodique (avec délai d'approvisionnement).

Avantages

Cette méthode permet :

- une gestion des stocks simple;
- une immobilisation financière faible ou maîtrisée.

Inconvénients

Mais elle n'empêche pas la possibilité d'une rupture de stock.

Approvisionnement à Date variable/Quantité variable

Cette méthode est principalement utilisée pour deux catégories de produits :

- les articles dont les prix d'achat varient fortement ou dont la disponibilité n'est pas permanente;
- les articles entrant dans la fabrication de produits unitaires fabriqués à la commande.

La quantité économique

Commander ou fabriquer suffisamment de pièces pour que le total des coûts d'acquisition et de possession, sur une période, soit minimal pour l'entreprise.

Analyse des coûts

Le coût de lancement (de passation ou d'approvisionnement)

Chaque fois qu'on lance une commande d'achat ou un ordre de fabrication, cela coûte de l'argent à l'entreprise.

➤ *Application aux approvisionnements*

Le coût d'une commande est obtenu en divisant le coût total de fonctionnement du service achat par le nombre de commandes passées annuellement. Il est possible d'affiner ce calcul en divisant par le nombre de lignes de commandes (correspondant dans une commande à un article).

➤ *Application aux lancements en fabrication*

Le coût d'un lancement en fabrication est obtenu en divisant le coût total de fonctionnement du service ordonnancement, auquel il faut ajouter les coûts de réglage des machines et des préséries, par le nombre de lancement en fabrication.

➤ *Coût de passation d'une commande*

$$CI = \frac{\sum (\text{Frais de gestion des commandes})}{\text{Nombres de commandes}}$$

Frais de gestion des commandes :

- salaire des acheteurs;
- amortissement des bâtiments et du matériel;
- frais de fonctionnement des bâtiments et du matériel;
- frais des documents et gestion interne;
- frais de Poste et Télécommunication...

➤ *Coût de lancement en fabrication*

$$CI = \frac{\sum (\text{Frais de lancements en fabrication})}{\text{Nombres de lancements en fabrication}}$$

Frais de lancement en fabrication :

- salaire des régleurs et employés concernés par le lancement en fabrication;
- coût du matériel spécifique à la mise en fabrication;
- coût des pièces de la présérie (déchets, rebuts)...

Le coût de possession

Le taux de possession annuel « t % » est le coût de possession ramené à une unité monétaire de matériel stocké. Il est obtenu en divisant le coût total des frais de possession par le stock moyen.

$$t = \frac{\sum (\text{Frais de gestion du stock})}{\text{Valeur du stock moyen}}$$

Ces frais couvrent :

- l'intérêt du capital immobilisé;
- les coûts de magasinage (loyer et entretien des locaux, assurances, frais de personnel et de manutention);
- les détériorations du matériel;
- les risques d'obsolescence.

Le taux couramment utilisé dans les entreprises se situe entre 15 et 35 % suivant le type des articles et la qualité de la gestion des stocks.

Valeur du stock moyen (si la période est d'un an)

$$\text{Stock moyen} = \frac{(\text{Stock au bilan de l'année } N - 1) + (\text{Stock au bilan de l'année } N)}{2}$$

Modèle de Wilson : Calcul de la quantité économique

➤ Cas d'un réapprovisionnement sans en-cours (livraison immédiate)

- N : le nombre de pièces prévues d'être consommées sur la période (fabriquées ou achetées);
- Q : le nombre de pièces achetées, ou fabriquées, en une seule fois;
- Pu : le prix unitaire de la pièce;
- Ss : le stock de sécurité envisagé pour cette pièce;
- t : le taux de possession de l'entreprise exprimée en % pour la période;
- Cl : le coût d'approvisionnement ou de lancement en fabrication.

Calcul du coût annuel de lancement

- Le nombre de lancements pour la période = $\frac{N}{Q}$
- Le coût total de lancement pour la période = $\frac{N}{Q} \cdot Cl$

Calcul du coût de possession

- Le stock moyen dans l'entreprise = $\frac{Q}{2} + Ss$
- Le coût total de possession pour la période = $(\frac{Q}{2} + Ss) t Pu$

Calcul du total du coût annuel

$$\text{Coût total} = (N \cdot Pu) + (\frac{N}{Q} \cdot Cl) + (\frac{Q}{2} + Ss) \cdot t \cdot Pu$$

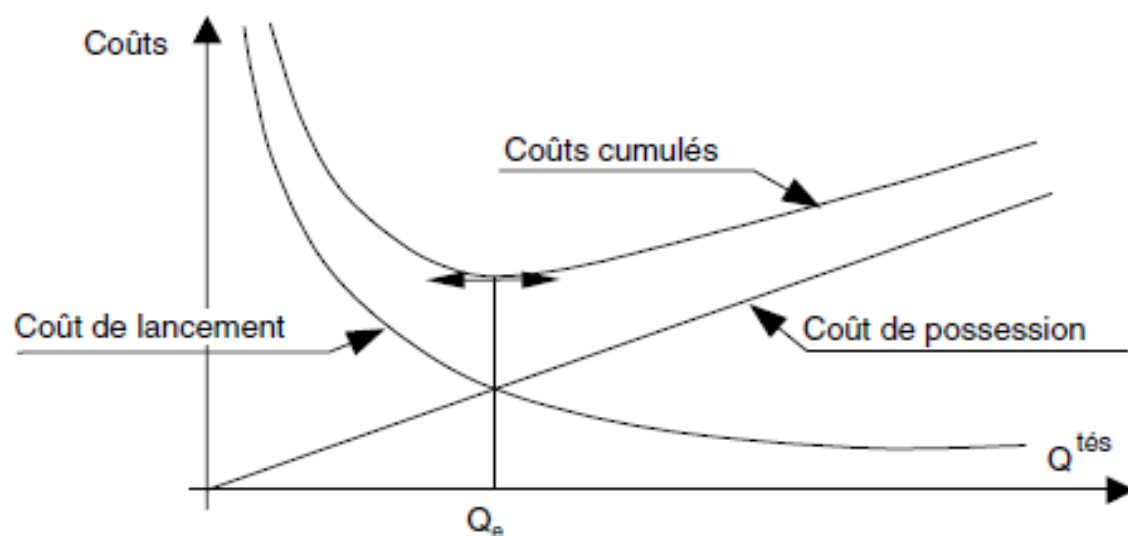
Le minimum est atteint lorsque la dérivée de ce coût total par rapport à Q = 0

$$\frac{\delta(CT)}{\delta(Q)} = 0 - \frac{N \cdot Cl}{Q^2} + \frac{t \cdot Pu}{2} + 0 = 0$$

Calcul de la quantité économique

Il faut donc trouver Q tel que ce coût total soit minimum. Le minimum est atteint lorsque la dérivée de ce coût total par rapport à Q est nulle. La valeur de Q est alors égale à la quantité économique (notée Q_e).

d'où la formule de Wilson
$$Q_e = \sqrt{\frac{2 N C_l}{t P_u}}$$

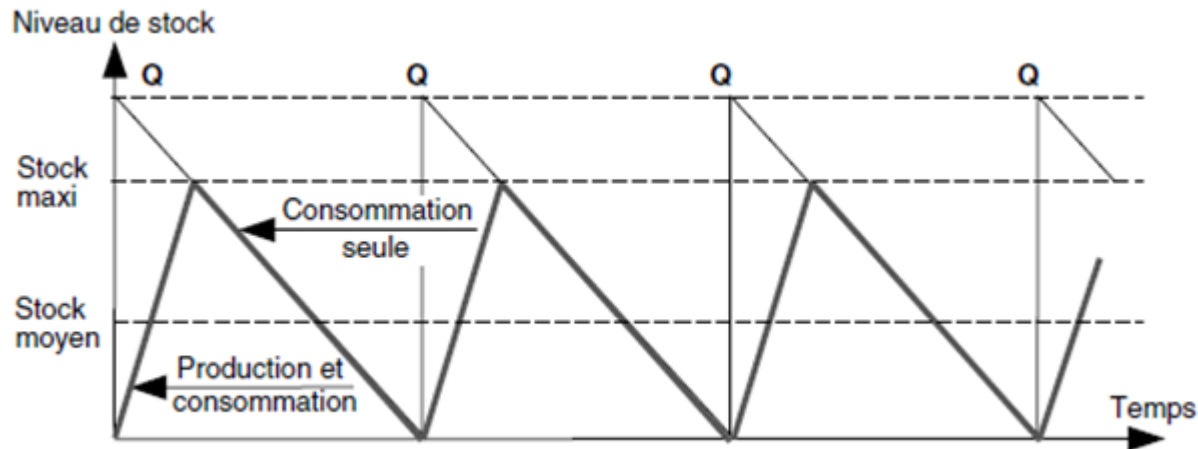


➤ Cas où la consommation commence en cours de fabrication du lot

Pour le modèle de base, nous avons supposé que la livraison était effectuée en une seule fois. Or il arrive fréquemment que la livraison se cale sur le rythme de la production de façon à ce que le stock soit alimenté en continu par le processus de production. Cette situation peut se modéliser de la manière suivante :

Soit :

- Q : la quantité approvisionnée;
- C_u : le coût unitaire du produit;
- C_{mj} : la demande moyenne journalière de l'article;



- P_{mj} : la cadence de livraison ou de production moyenne journalière;
- N : la demande totale sur la période;
- t : le taux de possession;
- CI : le coût de lancement en fabrication et d'approvisionnement.

Remarque : Il est évident que le taux de production (P_{mj}) doit être supérieur au taux de consommation (C_{mj}) sinon on se trouverait en rupture continue.

$$\text{Le stock maximal est alors : } S_{\text{maxi}} = Q - Q \cdot \frac{C_{mj}}{P_{mj}}$$

$$\text{Le stock moyen est alors : } S_{\text{moy}} = \frac{1}{2} \left(Q - Q \cdot \frac{C_{mj}}{P_{mj}} \right)$$

$$\text{Le coût de possession : } CP = \frac{1}{2} \left(Q - Q \cdot \frac{C_{mj}}{P_{mj}} \right) \cdot C_u \cdot t$$

$$\text{Le coût de passation de commande ou de lancement : } CL = \frac{N}{Q} \cdot CI$$

Le coût de gestion des stocks s'exprime donc par la relation :

$$CG = \frac{N}{Q} \cdot CI + \frac{1}{2} \left(Q - Q \cdot \frac{C_{mj}}{P_{mj}} \right) \cdot C_u \cdot t$$

$$\text{La quantité économique devient : } Q_e = \sqrt{\frac{2 N CI}{\left(1 - \frac{C_{mj}}{P_{mj}} \right) t C_u}}$$

Exemple

La demande annuelle d'une pièce est de 1000. Le coût de livraison est de 500 euros de frais administratif plus 500 euros de transport. La valeur d'une pièce est de 100 euros. L'entreprise utilise un taux de possession de 20% par an.

$$C_c =$$

$$C_p =$$

$$\text{Quantité économique de commande} =$$

$$\text{Délai entre deux livraisons} =$$

$$\text{Coût moyen de stockage} =$$